

LOGISTIK

Herbert Sonntag (Hrsg.)

**Beiträge zur
1. Brandenburger
Branchenkonferenz Holz**

26.05.2010 – Wildau

Wildauer Schriftenreihe



Band 6

Wildauer Schriftenreihe Logistik
herausgegeben von Herbert Sonntag

Gefördert durch das Ministerium für Wirtschaft und Europa-angelegenheiten aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und des Landes Brandenburg.



Unterstützt durch:



Wildauer Schriftenreihe
Logistik

Band 6

herausgegeben von
Herbert Sonntag

Verlag News & Media, Berlin

LOGISTIK

Herbert Sonntag (Hrsg.)

Beiträge zur 1. Brandenburger Branchenkonferenz Holz



Holzkonferenz
Brandenburg

am 26.05.2010 in Wildau

Wildauer Schriftenreihe



Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek:
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliographie;
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet
über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Herbert Sonntag (Hrsg.)

»Beiträge zur 1. Brandenburger Branchenkonferenz Holz am 26.05.2010 in Wildau«
Wildauer Schriftenreihe Logistik, Band 6
ISBN 978-3-936527-25-4

Herausgeber der Wildauer Schriftenreihen:
Der Präsident der Technischen Hochschule Wildau [FH]

Herausgeber der Wildauer Schriftenreihe Logistik:
Prof. Dr.-Ing. Herbert Sonntag

Technische Hochschule Wildau [FH] · Bahnhofstraße · 15745 Wildau · Germany
Tel. +49 3375 508-0 · www.th-wildau.de

1. Auflage, Dezember 2010
© Verlag News & Media, Berlin 2010
Gesamtherstellung: News & Media, Berlin
www.newsmedia.de
Printed in Germany

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Technischen
Fachhochschule Wildau. Insbesondere die Übernahme auf Datenträger aller Art
oder fotomechanische Wiedergabe ist untersagt.

Inhalt

Grußwort des Schirmherren <i>Ralf Christoffers</i>	7
Grußwort <i>László Ungvári</i>	9
Einführung <i>Herbert Sonntag</i>	11
Überblicksartikel	
<i>Marco Hahs, Mike Lange, Mareike Schultze</i> Entwicklung der Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg	13
<i>Ulrich Schwarz</i> Herausforderungen an die Holzbranche in Brandenburg	25
Innovationen aus der Nutzung und Verarbeitung heimischen Holzes	
<i>Lothar Clauder</i> Thermische Modifizierung – Möglichkeit zur Wertschöpfung im Segment Schwachholz	39
Material- und Energieeffizienz in der Holzbearbeitung und Holzverarbeitung	
<i>Thomas Stautmeister</i> Reorganisationsstrategien für die kundenindividualisierte, industrielle Herstellung von Produkten aus Holz und Holzwerkstoffen	47
Wachstumschancen für KMU mit innovativen Produkten im Holzhandwerk und Holzbau	
<i>Diethard Steinbrecher</i> Holz ein »historischer« Werkstoff mit Zukunft	57
<i>Fabian Wulf</i> Möglichkeiten und Grenzen der Thermographie zur Beurteilung energetischer Zustände	79

Natalya Rangno, Kordula Jacobs, Wolfram Scheiding, Björn Weiß, Caroline Hiller, Daniel Müller, Dana Tusche, Werner Brabetz
Diagnostik von Hausfäulepilzen mittels DNA-Chiptechnologie 91

Weitere Beiträge

Mike Lange, Anne-Katrin Osdoba, Christine Behnke
Herausforderungen und Erfolgchancen in der Forst- und Holzwirtschaft
durch Nutzung von Unternehmenskooperationen im Bereich Holzlogistik 99

Matthias Wessel
Zukünftige Anforderungen an die Fachkräftesicherung und Ausbildung
in der Holzbranche 113

Anhang

Autoren 119

Grußwort des Schirmherren

Ralf Christoffers



Sehr geehrter Leser,

10.000 Beschäftigte in ca. 1.800 Unternehmen der Holzindustrie, der Holzverarbeitung und des Holzhandwerkes bilden jetzt und auch zukünftig ein bedeutendes Rückgrat der Brandenburger Wirtschaft. Mehr denn je besteht in der stark klein- und mittelständisch geprägten Wirtschaft die Notwendigkeit, sich mit innovativen Lösungen am Markt zu behaupten.

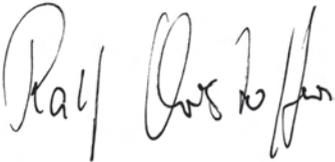
Die 1. Brandenburger Branchenkonferenz Holz hat gezeigt, dass der Innovationsfokus der Holzbranche vor allem auf Produkten und Prozessen zur Effizienzsteigerung und Kostenreduktion innerhalb der Forst-Holz-Kette sowie auf Maßnahmen zur Materialverbesserung und Qualitätssteigerung in der Holzverarbeitung und im Holzbau liegt. Aus der Zusammenarbeit zwischen Forschungsinstitutionen und Unternehmen entsteht ein entscheidender Beitrag hierzu. So wurde in zahlreichen Fachvorträgen und in themenbezogenen Workshops der aktuelle Stand der Entwicklung marktorientierter Lösungen anhand exemplarischer Beiträge dargestellt und Möglichkeiten von gewinnbringenden Transferpartnerschaften im Verbund mit der Wissenschaft aufgezeigt.

Wenn es gelingt, den wesentlichen Zukunftsanforderungen in diesen Bereichen mittels gezieltem Wissens- und Technologietransfer aktiv zu begegnen, kann die Branche auch zukünftig ihre Stärke erhalten und weiter ausbauen, denn für den langfristigen Erfolg der Holzbranche im Land müssen neue Technologien insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen noch konsequenter genutzt werden.

An dieser Stelle setzen auch verschiedenste Unterstützungsangebote der Landesregierung an. Beispielhaft zu nennen sind hierbei die Etablierung von Transfereinrichtungen zur Vermittlung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft, der Brandenburger Innovationsgutschein zur Förderung von kleinen praxisorientierten Projekten an Forschungseinrichtungen sowie die Forschungs- und Entwicklungsförderung zur finanziellen Begleitung größerer Projekte.

Ich bedanke mich bei allen Fachteilnehmern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik für ihre rege Teilnahme sowie bei der Technischen Hochschule Wildau als Gastgeber für eine gelungene Veranstaltung. Ich freue mich, dass diese Plattform von der Branche so gut angenommen wurde und lade Sie recht herzlich dazu ein, an der 2. Brandenburger Branchenkonferenz Holz in 2012 (wieder) teilzunehmen.

Allen Lesern wünsche ich viel Spaß mit dieser Veranstaltungsdokumentation und der damit verbundenen Möglichkeit einzelne Details der Fachvorträge noch einmal nachlesen zu können.

A handwritten signature in black ink, reading "Ralf Christoffers". The signature is written in a cursive, flowing style.

Ihr Ralf Christoffers

*Minister für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg,
Schirmherr der Brandenburger Branchenkonferenz Holz*

Grußwort

László Ungvári

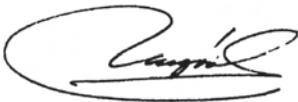


Ein Markenzeichen der Lehre und Forschung an der TH Wildau ist die enge Kooperation verschiedener Fachgebiete. Hier wird diese Verflechtung am Beispiel der Logistik und der Holzwirtschaft dargestellt. Dies ist ein Resultat der Zusammenarbeit der TH Wildau mit Unternehmen und Forschungsinstitutionen im Bereich der Holzwirtschaft und hier mit der Logistik. Ich freue mich sehr, dass die 1. Brandenburger Branchenkonferenz Holz hier an der TH Wildau eine positive Resonanz sowohl bei den Konferenzteilnehmern als auch auf bei den Unternehmern auf den Messeständen fand. Unsere Forschungsgruppe Verkehrslogistik initiierte und betreut seit 2005 zahlreiche Projekte der angewandten Forschung und Entwicklung sowie des Wissens- und Technologietransfers in die Holz- und Energieholzbranche und ist insbesondere mit dem Innovationsnetzwerk Holzlogistik ganz dicht dran an den Anforderungen der Holzwirtschaft. Wir sind ein leistungsfähiger Wissenschaftspartner für viele Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Die in diesem Band zusammen getragenen Beiträge zeigen Ihnen vor allem Beispiele für Innovationen aus der Region. Dabei zeigen Projektbeispiele wie Hochschulen und Unternehmen gemeinsam innovative Projekte in der Holzwirtschaft entwickeln und welche positiven Erfahrungen dabei gemacht wurden. Eindrucksvoll zeigten auf der Konferenz auch die Beiträge, welche Innovationen aus der Nutzung und Verarbeitung heimischen Holzes entstehen können und welche Tendenzen es in der Holztechnologie gibt. Vor allem kleine und mittlere Unternehmen profitieren von guten Ideen und deren Umsetzung. Sie eröffnen für sich neue Märkte. Für aufstrebende Ingenieure zeigt sich an den hier aufgeführten Beiträgen, dass Material- und Energieeffizienz in der Holzbe- und Holzverarbeitung noch ein sehr junges Themenfeld sind und es noch enorme Optimierungspotentiale gibt. Die Restrukturierung und innovative Ausrichtung der innerbetrieblichen und logistischen Prozesse in Verbindung des Einsatzes moderner Technologien sind hier ein Schlüssel zum Erfolg. Daran spiegelt sich auch die Breite des Themenfeldes Logistik wieder und wie eng dieses Feld in die verschiedenen Wirtschaftszweige streut.

Das Buch zeigt Ihnen darüber hinaus in welchen Bereichen für die Zukunft offene Themen sind und Herausforderungen anstehen. Dazu gehört allem voran die Sicherung von akademischen und nichtakademischen Fachkräften und deren praxisorientierte und zukunftsorientierte Aus- und Weiterbildung. Unsere Studenten profitieren von der anwendungsbezogenen Forschung und Entwicklung mit der Nähe zu den Unternehmen in der Region aber auch national und international. Sie werden kontinuierlich mit den neuesten technischen und technologischen Fortschritten vertraut gemacht und werden so fit für den Arbeitsmarkt gemacht. Aber auch im Weiterbildungsbereich sind wir fokussiert, das Thema Lebenslanges Lernen in der TH Wildau in einer Vielfalt von modernen Bildungsangeboten einzubetten. Trotz der negativen demografischen Entwicklung bei den Schulabgängern im Osten Deutschlands hat sich die Nachfrage nach einem Studienplatz in Wildau weiter erhöht. So bewarben sich zum Wintersemester 2010/2011 3.827 junge Menschen, 0,7 Prozent mehr als zum Wintersemester 2009/2010. Damit wurde erstmals die 4.000-Marke der direkt immatrikulierten Studenten an der TH Wildau erreicht. Besonders hoch im Kurs standen u. a. die Studiengänge Betriebswirtschaft, Logistik und Ingenieurwesen. Gleichzeitig wird die TH Wildau zunehmend internationaler. Mehr als zehn Prozent der in 2010/11 mit dem Studium beginnenden Studierenden kommen aus Lateinamerika, Mittel- und Südostasien, Russland und EU-Staaten.

Ich freue mich auf die nächste Ausgabe der Branchenkonferenz im Jahr 2012, zu der ich Sie schon jetzt recht herzlich einlade. Ich bedanke mich zudem bei den Auftraggebern des Ministeriums für Wirtschaft und Europaangelegenheiten und der Zukunftsagentur Brandenburg für das entgegenkommende Vertrauen. Ich wünsche allen Lesern eine spannende Lektüre.



Ihr Prof. Dr. László Ungvári
Präsident der Technischen Hochschule Wildau [FH]

Einführung

Herbert Sonntag



Die Schriftenreihe Logistik der Technischen Hochschule Wildau [TH] widmete sich aktuellen Schwerpunktthemen oder bildete auch traditionell den Sammelband für die Beiträge der Wildauer Logistikkonferenzen. Wir haben dies nun mit dem Band 6 wieder in einer anderen Weise aufgenommen. Das vorliegende Werk der Schriftenreihe Logistik der TH Wildau ist einem Thema gewidmet, das nicht gleich primär mit Logistik verbunden wird. Die Holzwirtschaft und die Holzindustrie in Brandenburg mit ihrer Wertschöpfung steht im Vordergrund. Ein Wirtschafts-Cluster, das eine umfangreiche Breite mit einer Vielzahl von Wertschöpfungsketten und entsprechend viele Akteure abbildet. Holzwerkstoffindustrie, Sägewerke, Zimmerer, Holzhausbauer und -hersteller, Möbelhersteller, Holzhändler sind dafür beispielsweise genannt. Das Beispiel Thermoholz ist nur ein Produkt, bei dem Brandenburg zu Recht zu den führenden Bundesländern in der Herstellung und Forschung gehört. Zudem bietet diese Variante der Holznutzung eine Chance auf Tropenhölzer zu verzichten und trotzdem extrem widerstandsfähige Produkte zu entwickeln. Gleichzeitig zeigt sich anhand der hier aufgeführten Beiträge, welche Anforderungen das Cluster Forst und Holz hat. Und dort nähern wir uns schnell wieder logistischen Aktivitäten. Prozessinnovationen sind der Schlüssel für den wirtschaftlichen Erfolg, egal ob dies Dienstleistungen oder Produkte sind. Prozessinnovationen verfolgen die Verbesserung der Prozesse und tragen zur Effizienz bei. Material- und Energieeffizienz wird über Optimierung an der Produktion und in der Intralogistik z. B. in der Holzwerkstoffindustrie oder den Sägewerken erreicht. Vor dem Hintergrund der Verbreitung der Produkte auf einem globalen Markt durch KMU und einer überregionalen Rohstoffbeschaffung sind ebenso schlanke und gut organisierte Beschaffungs- und Distributionsprozesse extrem wichtig für die Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen. Der Einfluss der Logistik wird dabei häufig unterschätzt, obwohl z. B. die Beschaffungskosten für den Rohstoff Holz mit einem Logistikanteil von bis zu 50 % in der stofflichen Nutzung zeigen, welche Herausforderung anzunehmen ist. Häufig nicht oder zu wenig betrachtet werden zudem die Prozessorganisation und die Kommunikationswege (Informationslogistik) für die Steuerung von Prozessen, die sich insbesondere auf

die indirekten Kosten auswirken. Auch ein moderner und flexibler Vertrieb von Holzprodukten lebt nicht zuletzt von einer gut organisierten Distributionslogistik.

Diese Prozesse lassen sich nur effektiv gestalten unter dem Einsatz moderner Technologien und logistischen oder branchenspezifischen Produktinnovationen. Oft eine sehr hohe manchmal eine zu hohe Anforderung an ein einziges Unternehmen. An diesem Punkt setzen Netzwerke an, in denen die Unternehmen mit gebündeltem Know-how Kompetenzen aufbauen, sich ergänzen und verbundorientiert agieren. Erfreulich dabei ist, dass gerade unsere Fachhochschulen dort einen guten Beitrag leisten können, den kleinen und mittleren Unternehmen bei Entwicklungen wissenschaftlich und praxisnah zur Seite zu stehen. Das ist auch dem Inhalt vieler Arbeiten aus Forschung und Transfer in Unternehmen zu entnehmen.

Einen Beitrag dazu trägt seit geraumer Zeit die von mir gegründete Forschungsgruppe Verkehrslogistik bei. Sie arbeitet zusammen mit Unternehmen an modernen Logistikkonzepten für die Holz- und Biomassebranche, ist an der Entwicklung und Integration von modernen Informations- und Kommunikationstechnologien in der Prozessen der Holzwirtschaft beteiligt, agiert in der technologischen Innovationsgestaltung moderner Aufbauten für die Holzwirtschaft oder prüft alternative Antriebstechnologien für Logistikprozesse. Insbesondere in der Bündelung der Partner der Holzwirtschaft über die gesamte Supply Chain ist die TH Wildau mit dem Forschungsgebiet im Land Vorreiter. Dies zeigt sich beispielhaft an dem an der TH Wildau zusammen mit Brandenburger und Berliner Unternehmen initiierte Innovationsnetzwerk Holzlogistik (INNOHOLZ). Ein regionales Interessen- und Forschungsnetzwerk, das innerhalb kürzester Zeit geschaffen hat, bundesweit und international auszustrahlen.

Durch dieses in unserer Hochschule aufgebaute Know-how konnten wir mit Hilfe und hier mit Dank bedachte Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten und der Zukunftsagentur Brandenburg (ZAB) diese Konferenz und damit auch das vorliegende Werk realisieren.

Keine Konferenz und die daraus resultierenden Ergebnisse gelingen ohne unermüdliche Kümmerer um organisatorischen Ehrgeiz. Deshalb gilt mein besonderer Dank dem Koordinator der Branchenkonferenz Mike Lange und unseren Kollegen in der Forschungsgruppe Verkehrslogistik und der Branchentransferstelle Logistik. Außerdem hervorheben will ich hier die gute Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des verantwortlichen Ressorts in der ZAB, Gudrun Fahrland und Stephan Richter, sowie mit Herrn Prof. Dr. Ullrich Schwarz von der HNE Eberswalde und die Moderatoren, die alle zusammen einen hohen Anteil am Erfolg der Konferenz haben.

Allen Lesern wünsche ich viel Spaß und Anregungen für neue Ideen für Forschung und Entwicklung in der Holzwirtschaft.

Ihr Prof. Dr.-Ing. Herbert Sonntag

Vizepräsident der TH Wildau und Leiter Forschungsgruppe Verkehrslogistik

Entwicklung der Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg

Marco Hahs, Mike Lange und Mareike Schultze

Kurzfassung

Um auf die volkswirtschaftliche Bedeutung der Forst- und Holzwirtschaft hinzuweisen, wurde in den vergangenen Jahren eine Reihe von Clusteranalysen auf Bundes- und Länderebene durchgeführt. Für Brandenburg wurde im Rahmen des Projekts »belo-net«¹ eine nachvollziehbare und aktualisierbare Datengrundlage über Unternehmen der Forst und Holzwirtschaft geschaffen. Diese ermöglicht es Entwicklungen über einen längeren Zeitraum zu verfolgen und eine Bewertung im Vergleich mit anderen Bezugsräumen vorzunehmen. Die vorgestellten Ergebnisse aktualisieren die Datengrundlage zur Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg und zeigen ihre Entwicklung ab dem Jahr 2003 bis zum Stand 2008. Die Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg trägt mit 1,2 % Anteil am Umsatz einen verhältnismäßig kleinen Teil zum bundesweiten Cluster bei. Im Vergleich zum Trend im Bund war die Entwicklung in Brandenburg jedoch deutlich dynamischer.

1 Einführung

Porter (1998) stellt dar, welche Wettbewerbsvorteile sich aus der Konzentration informell miteinander verbundener Unternehmen und Institutionen eines Bereichs in einem bestimmten Wirtschaftsraum ergeben. Diese »Cluster« lassen sich anhand von Wertschöpfungsketten beschreiben und umfassen neben Produktions- und Dienstleistungsunternehmen auch nicht-wirtschaftliche Institutionen wie z. B. Verbände oder Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen. Cluster sind durch mehr oder weniger intensive Austausch- und Kommunikationsbeziehungen zwischen den Akteuren geprägt, die miteinander kooperieren aber auch in Konkurrenz stehen können.

Der Clusteransatz wird auch für die Forst- und Holzwirtschaft als ein wichtiges Instrument der Struktur- und Wirtschaftspolitik gesehen (Viitamo 2001; STMWIVT 2009; BMELV 2004; Seintsch 2008, Becker 2008). Er ermöglicht es, an spezifischen Wertschöpfungszusammenhängen eines Wirtschaftsraums anzusetzen und dadurch gezielt Alleinstellungsmerkmale und Kernkompetenzen zu fördern (Seintsch 2007).

1 Das Projekt »belo-net Energieholzlogistik in Nord-Ost-Brandenburg« ist ein gemeinsames Vorhaben der Hochschulen Wildau und Eberswalde. Es wird gefördert durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds und des Landes Brandenburg.

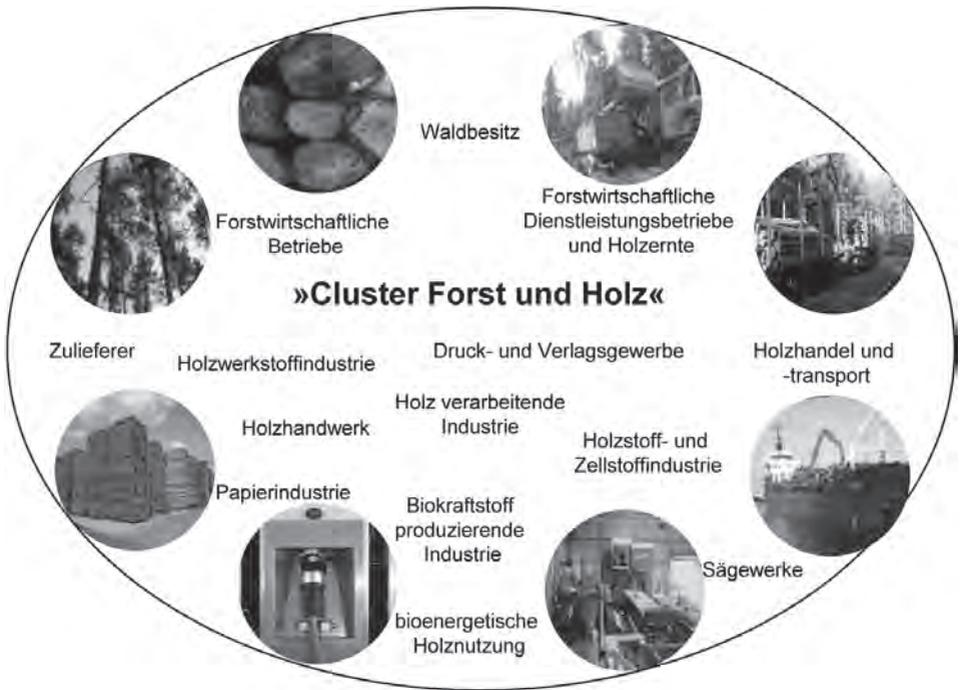


Abbildung 1: Akteure im Cluster Forst und Holz

Quelle: Lange et al. 2008

Deshalb wurden für die Forst- und Holzwirtschaft in den zurückliegenden Jahren eine Reihe von Clusteranalysen auf Bundes- (Mrosek, Kies & Schulte 2005; Seintsch 2007) und Länderebene (Schulte 2003; Rütther et. al. 2007; Röder et. al. 2008; Klein, Kies & Schulte 2009) erstellt. Diese haben die wirtschaftliche Bedeutung des Sektors herausgearbeitet, wurden in der Regel aber nur einmalig durchgeführt und dann nicht weiter verfolgt. Um eine Datengrundlage für wirtschaftspolitische Entscheidungen zu schaffen, müssen nachvollziehbare Daten verwendet und Datenreihen über einen längeren Zeithorizont erstellt werden. Für die Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg liegen Clusterdaten für die Jahre 1991 bis 1999 (Krätke & Scheuplein 2001) und die Jahre 1999 bis 2005 (Hagemann 2008) vor.

Beide Studien zeigen die wirtschaftliche Bedeutung der Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg, weisen aber auch auf den Bedarf für eine intensivere Vernetzung innerhalb des Clusters hin. Eine regionale Clusterinitiative könnte zur Überwindung dieser strukturellen Schwächen wesentlich beitragen. Statistische Daten zur Bewertung der Entwicklung und Struktur der Unternehmen des Clusters bieten grundlegende Informationen für ein Clustermanagement und stellen die Ausgangsbasis für eine vertiefte Analyse der Struktur des Clusters dar (Seintsch 2007).

Deshalb wurde im Rahmen des Forschungsprojekts »belo-net Energieholzlogistik in Nord-Ost-Brandenburg« Zahlenmaterial zur Entwicklung der verschiedenen Branchen des Forst- und Holzsektors erarbeitet. Die vorgestellten Ergebnisse aktualisieren die von Hagemann (2008) geschaffene Datengrundlage und führen diese bis zum Bezugsjahr 2008 fort.

2 Material und Methoden

Die verwendete Methodik orientiert sich an Seitsch (2007). Sie wurde gegenüber Hagemann (2008) verändert, um die die Fortschreibungsfähigkeit der ausgewiesenen Strukturparameter mit einheitlichen Datenquellen und die Vergleichbarkeit mit anderen Clusterstatistiken zu erhöhen. Als Datenquelle wurden die amtlichen Statistiken des Statistischen Landesamtes Berlin-Brandenburg und der Bundesagentur für Arbeit Nürnberg genutzt. Sie sind auf der Ebene klassifizierter Wirtschaftszweige in unterschiedliche Gliederungstiefen eingeteilt. Die Abgrenzung der Wirtschaftszweige erfolgte für die Jahre 2003 bis 2007 nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige WZ 2003. Seit 2008 gilt die Klassifikation der Wirtschaftszweige WZ 2008 (vgl. Greulich 2009). In Abbildung 2 sind die verschiedenen Branchengruppen und deren zugehörige Wirtschaftszweige dargestellt. Die Umsatzsteuerstatistik wird mit einem Zeitverzug von etwa anderthalb Jahren veröffentlicht, so dass zurzeit Zahlen bis 2008 vorliegen.

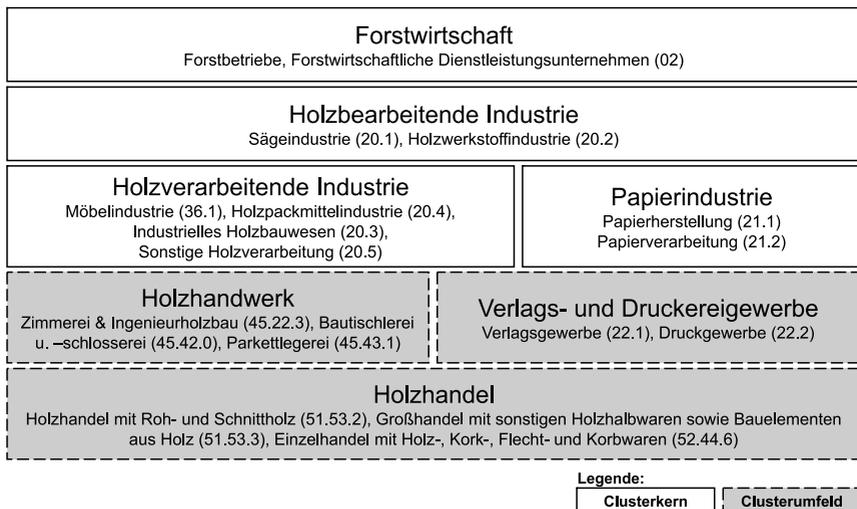


Abbildung 2: Auf Basis amtlicher Statistiken darstellbare Branchengruppen und deren Wirtschaftszweige im Cluster Forst- und Holzwirtschaft | Quelle: Eigene Darstellung

Im Strukturdiagramm in Abbildung 2 können die Branchen des Clusters nach Clusterkern und Clusterumfeld unterschieden werden. Aus der amtlichen Statistik lassen sich jedoch nicht alle Branchen darstellen. So sind das Holztransportgewerbe, die Berufs- und Wirtschaftsverbände sowie die Ausbildungsstätten und Forschungseinrichtungen nicht darstellbar. Für diese fehlen teilweise noch Grunderhebungen und Registrierungen für eine statistische Auswertung. Weiterhin sind folgende Einschränkungen zu berücksichtigen: Nicht erfasst werden Kleinunternehmer mit jährlichen Umsätzen unter 17.500 € und so genannte Jahreszahler. Dies sind Unternehmen, die keine Steuervoranmeldung, sondern nur eine jährliche Umsatzsteuererklärung abgeben müssen. Darüber hinaus werden aus Datenschutzgründen und Gründen der statistischen Geheimhaltung Zahlenwerte unter 3 und Daten, aus denen sich rechnerisch eine Differenz ermitteln lässt, nur anonymisiert dargestellt. Dies gilt auch, wenn in einem Bundesland weniger als 3 Betriebe ansässig sind oder einer der Betriebe einen so hohen Beschäftigtenanteil auf sich vereint, dass die Beschäftigtenzahl praktisch eine Einzelangabe über den Branchenführer darstellt (Dominanzfall).

3 Kennzahlen zum Cluster Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg

3.1 Anzahl der steuerpflichtigen Unternehmen

Die Zahl der dem Brandenburger Cluster Forst- und Holzwirtschaft zurechenbaren steuerpflichtigen Unternehmen hat sich zwischen 2003 und 2008 um 370 Unternehmen erhöht (siehe Abbildung 3). Dies entspricht einem Zuwachs von knapp 30%. Den größten Anteil hat die Holzverarbeitende Industrie mit 592 steuerpflichtigen Unternehmen (2008).

Zuwachs und Rückgang innerhalb der Branchengruppen:

Die Branchengruppe Forstwirtschaft hatte im Zeitraum 2003 bis 2008 mit 80% den größten Zuwachs an den Unternehmenszahlen, was vermutlich überwiegend auf forstliche Dienstleistungsunternehmen zurückzuführen ist, gefolgt von der Holzverarbeitenden Industrie mit 60%. Die Zahl der Holzhandwerksunternehmen nahm um 38% und das Verlags- und Druckwesen um 12% zu. Die Holzbearbeitende Industrie, die Papierindustrie und der Holzhandel waren hingegen leicht rückläufig. Dies ist damit zu begründen, dass die Zahlen einzelner Wirtschaftszweige innerhalb dieser Branchen im Untersuchungszeitraum der Geheimhaltung unterlagen. Dies betraf die Branchengruppe der Holzbearbeitenden Industrie 2008 und die Branchen des Rohholzgroßhandels 2005 und 2006, der Holzpackmittelindustrie 2007 und des Holzhalbwarengroßhandels 2007 und 2008.

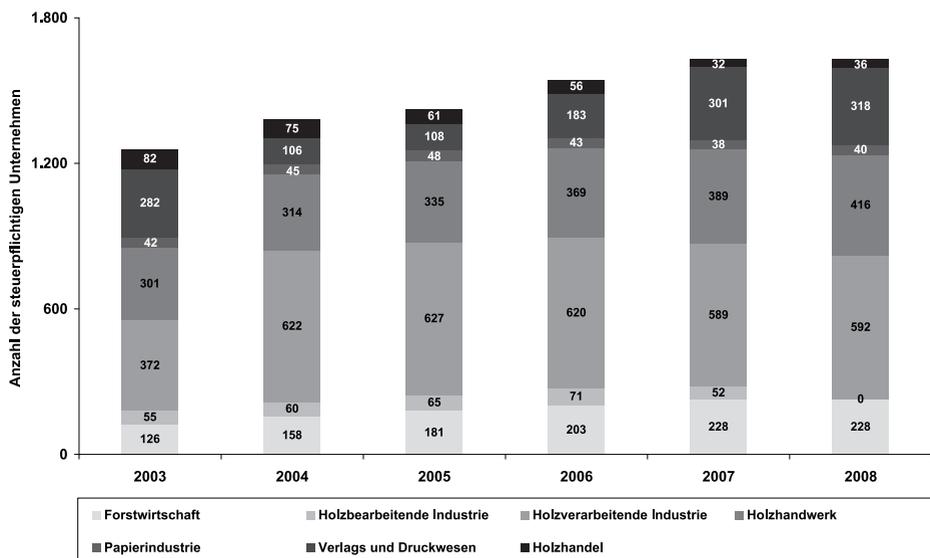


Abbildung 3: Entwicklung der Anzahl steuerpflichtiger Unternehmen;
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2010)

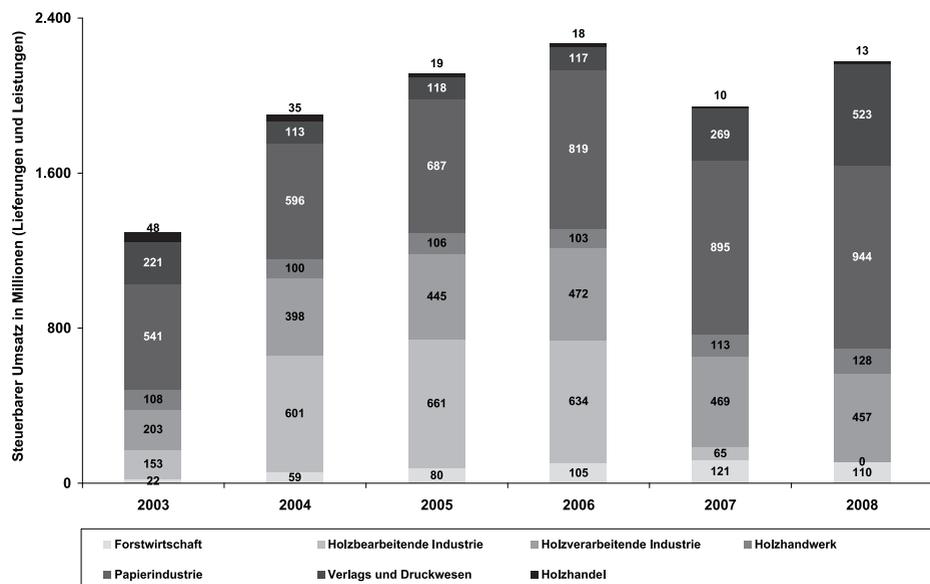


Abbildung 4: Entwicklung des Steuerbaren Umsatzes aus Lieferungen und Leistungen;
Quelle: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2010)

3.2 Steuerbarer Umsatz aus Lieferungen und Leistungen

Der Gesamtumsatz (steuerbarer Umsatz aus Lieferungen und Leistungen) der Forst- und Holzwirtschaft stieg von 1,3 Mrd. € (2003) auf 2,2 Mrd. € (2006), d. h. um 57 %, an. Nach einer Abnahme der Umsatzsteuer 2007 erreichte der Gesamtumsatz des Clusters 2008 mit 2,1 Mrd. € ein etwa gleich hohes Niveau wie 2006.

Die deutlichste Steigerung des Umsatzes erzielte die Branchengruppe »Forstwirtschaft«, deren Anteil sich bis 2007 verfünffachte, jedoch 2008 leicht sank und sich aufgrund der 2009 vorherrschenden Wirtschaftskrise tendenziell weiter nach unten bewegt haben dürfte. Bei der Holzbearbeitenden Industrie, der Holzverarbeitenden Industrie und der Papierindustrie sind deutlich positive Umsatzsteigerungen über den gesamten Betrachtungszeitraum nachweisbar. Der Umsatz der Branchengruppe Holzverarbeitende Industrie ist für das Bezugsjahr 2008 mit Null ausgewiesen, da dieser Wert der Geheimhaltung unterlag. In den Jahren 2004 bis 2006 sind im Holzhandwerk und im Verlags- und Druckwesen negative Umsatzentwicklungen zu verzeichnen. Ab 2007 werden in beiden Branchen deutliche Umsatzsteigerungen erreicht. Allein in der Branchengruppe des Holzhandels kann eine kontinuierliche Verringerung der Umsätze beobachtet werden. Hier reduzierte sich der Umsatz bis 2008 auf 27 %, bezogen auf das Jahr 2003.

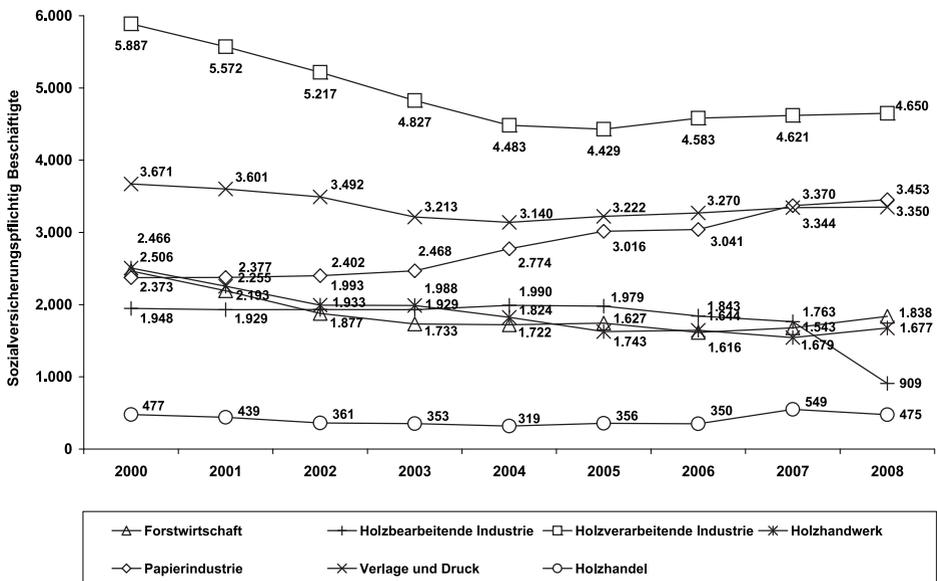


Abbildung 5: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen in Brandenburg
 Quelle: Eigene Darstellung mit Daten der Bundesagentur für Arbeit (Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (SvB) für ausgewählte Wirtschaftsunterklassen (WZ 1993/WZ 2003/WZ 2008) am Arbeitsort (AO), Berlin, Ausgewählte Stichtage, Datenstand: Mai 2010

3.3 Entwicklung der Beschäftigtenzahlen

Im Jahr 2008 waren in der Forst- und Holzwirtschaft Brandenburgs 16.347 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte tätig (geringfügig Beschäftigte nicht berücksichtigt). Wie in Abbildung 5 zu sehen, ist die größte Beschäftigtengruppe die Branche der Holzverarbeitenden Industrie in Brandenburg mit 4.650 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (Bezugsjahr: 2008).

Die Forstwirtschaft zählt mit 1.838 Beschäftigten (Bezugsjahr: 2008), also etwa 11 % der in der Forst- und Holzwirtschaft Brandenburgs tätigen sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten, zu den eher kleineren Branchengruppen. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass in der amtlichen Statistik unter »Forstwirtschaft« lediglich Forstbetriebe und forstliche Dienstleister erfasst werden, nicht jedoch der Landesbetrieb Forst Brandenburg. Daher sind in die Berechnung die etwa 2.400 Beschäftigten des Landesforstbetriebes zusätzlich einbezogen worden. Gegenüber dem Jahr 2006 (geringste Beschäftigungszahl im Wirtschaftszweig Forstwirtschaft) kann 2008 ein Beschäftigungswachstum von etwa 14 % ausgewiesen werden. Die Beschäftigtenzahlen im Landesforst werden aufgrund einer laufenden Forstreform in den nächsten Jahren stark rückläufig sein. Geplant ist eine Reduzierung von 2.400 Mitarbeitern im Jahr 2010 auf 1.516 bis Ende 2014 (Loboda 2010).

Gegenüber dem Jahr 2000 sind im Cluster für das Bezugsjahr 2008 2.976 Beschäftigte weniger zu verzeichnen. Seit einigen Jahren ist aber in allen Branchengruppen eine Stabilisierung der Beschäftigungszahlen, in der Papierindustrie sogar eine positive Entwicklung erkennbar. Ob dieser Trend weiterhin anhält ist jedoch ungewiss, da die Holzwirtschaft Brandenburgs überdurchschnittlich exportorientiert und damit in besonderem Maß von der Entwicklung der Weltwirtschaft abhängig ist (ZAB 2010). Aufgrund der Wirtschaftskrise wurde im Jahr 2009 die Verarbeitungskapazität in Brandenburg zeitweilig heruntergefahren und sogar die Kurzarbeit eingeführt (Märkische Allgemeine 2009).

4 Vergleichende Analyse der Kennzahlen im bundesweiten Kontext

Für eine Bewertung der vorgestellten Kennzahlen im überregionalen Kontext wird ein Vergleich zum übergeordneten Bezugsraum, des gesamten Bundesgebiets, vorgenommen. Der Gesamtumsatz im Bundesgebiet (Bezugsjahre: 2003 bis 2008) weist einen Zuwachs von 13 % auf, während im selben Zeitraum in Brandenburg ein Zuwachs von 33 % zu verzeichnen ist. Den größten Anteil am Umsatz hatte 2008 im gesamten Bundesgebiet das Verlags- und Druckwesen mit 35 %. In Brandenburg hatte hingegen die Papierindustrie mit 43 % (Bezugsjahr: 2008) den größten Anteil am Umsatz. In Abbildung 6 ist die Umsatzentwicklung in Deutschland und Brandenburg, beispielhaft für die Branchengruppen Forstwirtschaft, Holzverarbeitenden Industrie und Papierindustrie gegenübergestellt.

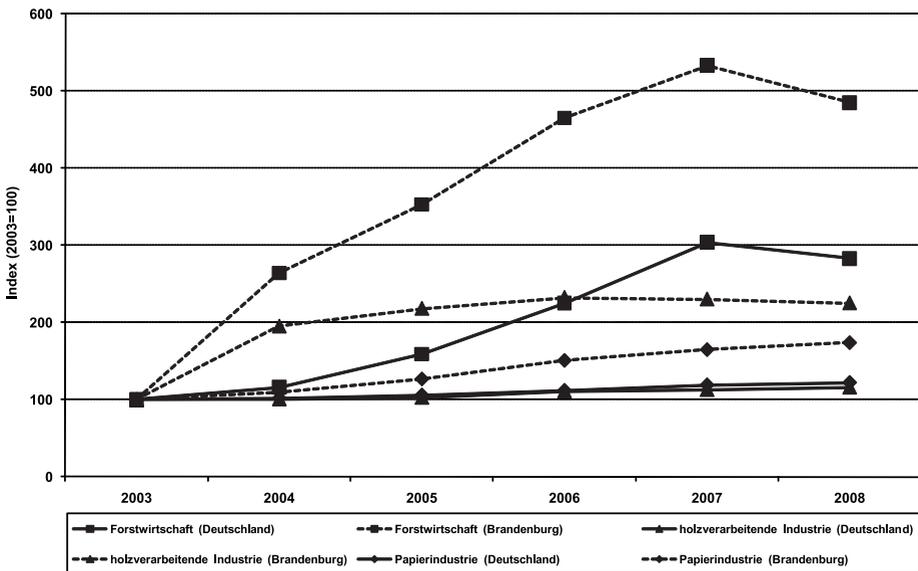


Abbildung 6: Gegenüberstellung der Umsatzentwicklung der Forst und Holzwirtschaft in Deutschland und in Brandenburg nach ausgewählten Branchengruppen 2003-2008 (Index: 2003 = 100); Quelle: Eigene Darstellung mit Daten des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg und des Statistischen Bundesamtes

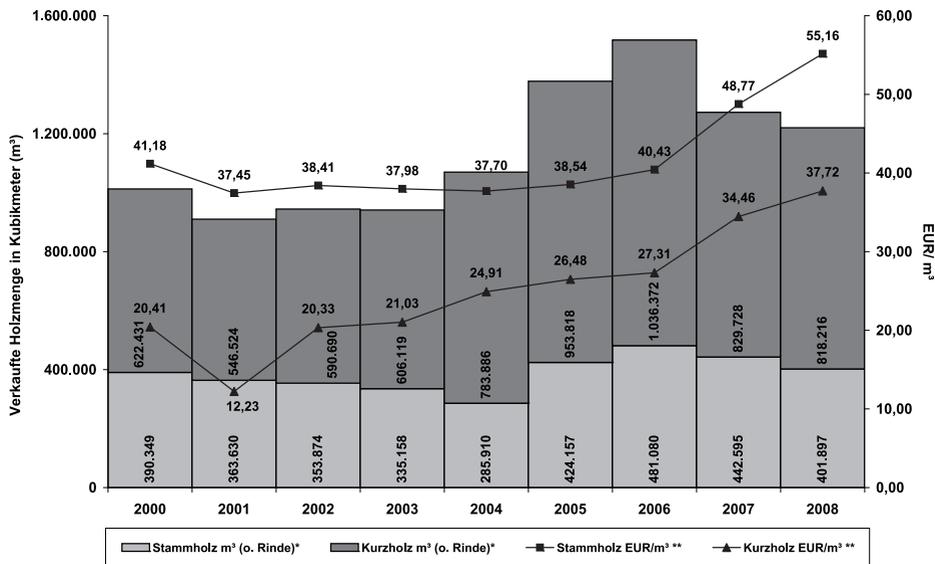


Abbildung 7: Verkaufsmengen und Durchschnittspreise Rohholz (nur Landes- und Treuhandwald); Quelle: Eigene Darstellung mit Daten des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg, Potsdam, 2010
*ohne Selbstwerbung, **Preis ohne Mehrwertsteuer

Die Umsatzentwicklung in den Branchengruppen Forstwirtschaft und Papierindustrie lagen im gesamten Untersuchungszeitraum in Brandenburg über dem bundesweiten Trend, zeigten jedoch dieselben Tendenzen. Die Umsatzentwicklung der Holzverarbeitenden Industrie Brandenburgs lag bis 2005 über dem bundesweiten Trend. Ab 2006 kehrte sich diese positive Entwicklung jedoch um.

5 Darstellung der verkauften Rohholzmengen und der Holzpreise

In Abbildung 7 sind die Verkaufsmengen und die durchschnittlichen Preise unterteilt in die Sortimente Stamm- und Kurzholz über alle Baumarten in den Jahren 2000 bis 2008 dargestellt. Das Verhältnis zwischen Kurz- und Stammholz betrug im Jahr 2000 60:40. Über die Jahre hinweg entwickelt sich das Verhältnis zugunsten des Kurzholzes mit 70:30 im Jahr 2008. Mengen und Preise für das Sortiment Wertholz sind nicht dargestellt. Das Wertholz spielt mengenmäßig in Brandenburg mit etwa 0,1 % am Gesamtaufkommen eine untergeordnete Rolle.

Die Verkaufsmengen beinhalten keine Mengen aus Selbstverbauung. Die durchschnittlichen Rohholzpreise sind ohne Mehrwertsteuer ausgewiesen. Alle Angaben beziehen sich auf den Landes- und den Treuhandwald. Der Landeswald hat einen Anteil von 25 % und der Treuhandwald einen Anteil von 3 % an der Gesamtwaldfläche Brandenburgs. Der überwiegende Teil der Waldflächen (etwa 56 %) ist in Privatbesitz. Durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz wurde im Holzmarktbericht 2008 für alle Waldbesitzarten Brandenburgs ein Holzeinschlag von etwa 4,2 Mio. m³ ausgewiesen (BMELV 2009).

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Forst- und Holzwirtschaft hatte mit 2.177.369 Euro im Jahr 2008 einen Anteil von 3 % am Gesamtumfang des steuerbaren Umsatzes (aus Lieferungen und Leistungen) Umsatzsteuerpflichtiger Unternehmen in Brandenburg. In diesem Jahr waren in der Forst- und Holzwirtschaft Brandenburgs 16.352 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte tätig. Daran hatte die Holzverarbeitende Industrie mit 4.650 Beschäftigten (etwa 28 %) den größten Anteil. Die Unternehmenszahlen haben sich zwischen den Jahren 2003 und 2008 um knapp 30 % (370 Unternehmen) vergrößert. 2008 waren es insgesamt 1.630 Unternehmen. Die Holzverarbeitende Industrie hat mit 592 Unternehmen (etwa 36 %) den größten Anteil daran. Der Gesamtumsatz des Clusters stieg von 1,3 Mrd. € (Bezugsjahr: 2003) auf 2,2 Mrd. € (Bezugsjahr: 2006) an. Nach einer Minderung im Bezugsjahr 2007 wurde 2008 mit 2,1 Mrd. € ein etwa gleich hohes Niveau wie 2006 erreicht. Die Branchengruppe der Papierindustrie hat mit etwa 43 % den größten Anteil am Umsatz.

Für das gesamte Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg sind steigende Unternehmenszahlen und Umsätze bei gleichzeitig rückläufigen Beschäftigtenzahlen zu verzeichnen. Dies lässt sich vor allem auf eine kontinuierliche Produktivitätssteigerung zurückführen. Der Trend der rückläufigen Beschäftigtenzahlen verminderte sich jedoch in den letzten Jahren. In einigen Branchengruppen (Papierindustrie, Verlags- und Druckwesen) ist sogar eine leichte Zunahme der Beschäftigtenzahlen feststellbar. Der Vergleich mit dem gesamten Bundesgebiet Deutschland (Statistisches Bundesamt 2009) in den Jahren 2003 bis 2008 zeigt eine deutlich dynamischere Umsatzentwicklung der Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg. Bundesweit steigerte sich der Umsatz von 152,6 Mrd. € (Bezugsjahr: 2003) auf 172,4 Mrd. € (Bezugsjahr: 2008), was einer Zunahme von etwa 13 % entspricht. Den größten Anteil am Umsatz hat dabei die Branchengruppe des Verlags- und Druckwesens mit 61 Mrd. €. Bezogen auf das Jahr 2008 hat der Gesamtumsatz des Brandenburger Clusters Forst- und Holzwirtschaft lediglich einen Anteil von 1,2% des bundesweiten Clusters. Durch die zeitverzögerte Veröffentlichung der Umsatzsteuerstatistik werden die Zahlen für 2009 erst Mitte 2011 vorliegen. Es ist davon auszugehen, dass infolge der Wirtschaftskrise die Umsätze für 2009 rückläufig sein werden.

Bei der Erhebung und Darstellung von Strukturparametern wird deutlich, dass nicht alle Akteure des Clusters Forst- und Holzwirtschaft auf Grundlage statistischen Zahlenmaterials abgebildet werden können. So ist der Bereich der energetischen Holzverwendung, der deutschlandweit zu anhaltenden Mengesteigerungen beim Absatz von Energieholzsortimenten führt (BMWLV 2010), mithilfe amtlicher Statistiken nicht darstellbar. Dies ist ein typisches Problem für im historischen Sinne junge Wertschöpfungsketten (Krätke & Scheuplein 2001). Bisher lassen sich aus den amtlichen Statistiken lediglich die Herstellung und die Reparatur von Öfen und Brennern und der Handel mit festen Brennstoffen darstellen. 2010 hat das Statistische Bundesamt auf den zunehmenden Informationsbedarf reagiert und gibt seither monatlich einen »Preisindex für Holzprodukte zur Energieerzeugung« heraus. Die Datenerhebung stützt sich auf die Erlösberichte der Landesforstverwaltungen (Vorholt 2010).

Die Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg trägt einen verhältnismäßig kleinen Teil zum bundesweiten Cluster bei, jedoch war die Entwicklung in Brandenburg besonders dynamisch. Dabei ist die Steigerung in der Branchengruppe Forstwirtschaft besonders auffällig. Die Erhöhung des Umsatzes kann hier nicht ausschließlich mit Produktivitätssteigerungen begründet werden. Ebenso kann sie nicht auf einen höheren Holzeinschlag zurückgeführt werden. Denkbar ist, dass der Zuwachs des Sortiments Energieholz eine wesentliche Rolle spielt. Wie hoch dieser Einfluss ist, wird auch im Rahmen der zukünftigen Projektarbeit geprüft.

Quellen

- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2010). Baugewerbe im Land Brandenburg, Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Potsdam
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2010). Statistisches Jahrbuch 2009 Brandenburg, Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Potsdam
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2010). Umsätze und ihre Besteuerung im Land Brandenburg, Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Potsdam
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (STMWIVT) (Hrsg.) (2009). Cluster-Offensive Bayern. Im Netzwerk zum Erfolg. online im Internet: <http://www.stmwivt.bayern.de>. (Stand 25.08.2010)
- Becker, G. (2008). Cluster »Forst und Holz« – Motor und Mehrwert für Wirtschaft und Verbraucher. Vortrag auf der Tagung Cluster »Forst und Holz« Baden-Württemberg – Mehrwert durch Zusammenarbeit Tagung vom 10. Juli 2008 in Hohenheim. online im Internet: http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1226697/alr_080710_1_Becker%20Kurzbeitrag.pdf (Stand: 25.08.2010)
- Bundesagentur für Arbeit Nürnberg (2010). Beschäftigungsstatistik, Ausgewählte Stich-tage, Nürnberg
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2009). Holzmarktbericht 2008, Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2008, Bonn
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2010). Holzmarktbericht 2009, Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2008, Bonn
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.) (2004) Verstärkte Holznutzung. Zugunsten von Klima, Lebensqualität, Innovationen und Arbeitsplätzen (Charta für Holz). online im Internet: <http://www.bmelv.de/cae/servlet/contentblob/383636/publicationFile/22184/ChartaFuerHolz.pdf> (Stand 25.08.2010)
- Greulich, M. (2009). Revidierte Wirtschaftszweig- und Güterklassifikationen fertiggestellt, Wirtschaft und Statistik 1/2009, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Hagemann, H. (2008). Cluster Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg, in DENDROM – Zukunftrohstoff Dendromasse. Systemische Analyse, Leitbilder und Szenarien für die nachhaltige energetische und stoffliche Verwertung von Dendromasse aus Wald- und Agrarholz, Endbericht, S.69-92
- Krätke, S.; Scheuplein, C. (2001). Produktionscluster in Ostdeutschland: Methoden der Identifizierung und Analyse, - Kurzfassung -, Otto Brenner Stiftung, Berlin
- Lange, M.; Schultze, M.; Sonntag, H. (2008): Herausforderungen, Anforderungen und Lösungsansätze zur Steigerung des Innovationsgrades in der Holzlogistik in Berlin-Brandenburg – Optimierung logistischer Geschäftsprozesse mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien, Konferenzbroschüre der Berlin-Brandenburg Konferenz 2008: Logistikkinnovationen – Erfolg in einem vernetzten Europa, 11. bis 12.09.2008, Ludwigsfelde
- Loboda, S. (2010). Forstreform im Land Brandenburg, in: AFZ.Der Wald 10/2010, Deutscher Landwirtschaftsverlag, München, S. 33

- Märkische Allgemeine (2009). Kampf im Sägewerk, Für die uckermärkische Robeta hat sich die Konkurrenz verstärkt, Artikel vom 31.08.2009, online im Internet: <http://www.maerkischeallgemeine.de/cms/beitrag/11594757/485072/Fuer-die-uckermaerkische-Robeta-hat-sich-die-Konkurrenz.html> (Stand: 19.04.2010)
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition, in Harvard Business Review; November/ Dezember 1998; Boston; S.77-90
- Seintsch, B. (2007). Die Darstellung der volkswirtschaftlichen Bedeutung des Clusters Forst und Holz, Ergebnisse und Tabellen für 2005, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg, Institut für Ökonomie, Hamburg
- Seintsch, B. (2008). Schlussfolgerungen und Empfehlungen der bundesweiten Clusterstudie Forst und Holz für Baden-Württemberg Vortrag auf der Tagung Cluster »Forst und Holz« Baden-Württemberg – Mehrwert durch Zusammenarbeit Tagung vom 10. Juli 2008 in Hohenheim. online im Internet: http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1226698/alr_080710_2_Seintsch%20Kurzbeitrag.pdf (Stand: 25.08.2010)
- Statistisches Bundesamt (2009). Umsatzsteuerstatistik, Steuerpflichtige Unternehmen und deren Lieferungen und Leistungen nach wirtschaftlicher Gliederung (Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2003, Fassung für Steuerstatistiken), Wiesbaden
- Viitamo, E. (2001). Cluster Analysis and the Forest Sector – Where Are We Now? International Institute for Applied System Analysis, Interim Report IR-01-016. Laxenburg
- Vorholt, H. (2010). Preisindex für Holzprodukte zur Energieerzeugung, Ein neuer Indikator für den Energiemarkt, online im Internet: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/WirtschaftStatistik/Preise/PreiseHolzprodukte032010,property=file.pdf> (Stand: 20.06.2010)
- ZAB (2010). Holzverarbeitende Wirtschaft, online im Internet: <http://www.zab-brandenburg.de/de/197.aspx> (Stand: 24.05.2010)

Herausforderungen an die Holzbranche in Brandenburg

Ulrich Schwarz

Kurzfassung

Mit den sich stetig ändernden Voraussetzungen für den Betrieb gewerblicher Holzbe- und Verarbeitungsunternehmen ergibt sich ein stetiger Anpassungsprozess an die jeweils vorherrschenden Voraussetzungen. Mit diesen Anpassungen ist auch stetig ein Veränderungsprozess verbunden. Dieser Prozess setzt sich aus verschiedensten Teilkomponenten zusammen und wird beeinflusst durch Aspekte wie: Unternehmensstruktur, Märkte, Rohstoff und Rohstoffversorgung sowie Gesichtspunkten der Forschung und Entwicklung. Aus den genannten Punkten werden die Teilaspekte VOC vs. Kiefer, Rohstoffsortierung, mögliche Anwendungsgebiete des Rohstoffes Holz, die Möglichkeiten für Forschung und Entwicklung in der Region sowie überregionale Institutionen und die Bedeutung der Ausbildung in der Holzbranche dargestellt.

1 Entwicklung und Ausgangssituation

Seit der politischen Wende in den Jahren 1989/1990 hat sich die Struktur in den holzbe- und verarbeitenden Betrieben stark gewandelt. Ausgehend von den zentralistisch gesteuerten Betrieben, die einerseits für die Grundversorgung der Bürger in der DDR produzierten und daneben stets angehalten waren Produkte für den Export in das westliche Ausland herzustellen, hat sich bis heute ein enormer Strukturwandel vollzogen. Nur wenige Unternehmen aus der Zeit vor 1989 konnten sich in der vorhergehenden Größe halten. Aus den großen Unternehmensstrukturen wurden durch verschiedene Managementkonzepte auch kleine Unternehmen gegründet. Dabei ergaben sich die verschiedensten Konstellationen, dass ehemalige Betriebsleiter Unternehmensteile übernahmen, Quereinsteiger von der Treuhand Unternehmen bzw. Unternehmensteile kauften oder vollkommen neue Unternehmen in den alten Betriebsstätten gegründet wurden. In dieser Zeit des Umbruchs passte sich die Struktur zeitweise den im Westen der Republik vorherrschenden Verhältnisse an. Dadurch, dass das holzverarbeitende bzw. die das holzbearbeitende Gewerbe, stets stark mit dem Baugewerbe verbunden ist, ist dieses auch streng an die konjunkturellen Zyklen der Bauwirtschaft angebunden. In den Zeiten bis 1999 wurden gute bis sehr gute Umsätze im Holzgewerbe realisiert. So zeigt sich die Zeit ab dem Jahr 2000 dadurch gekennzeichnet, dass eine Stagnation bzw. eine Degression der Umsätze bzw. der Mitarbeiterzahlen einsetzte. Unternehmen die in dieser Zeit des extremen wirtschaftlichen Drucks überlebt haben, wurden durch die Geschäftsführungen so auf das Wesentliche reduziert, dass mit sehr schlanken Strukturen das Überleben ermöglicht wurde.

Aus der oben beschriebenen Situation, haben sich seit dem Wandel im Jahr 2000 erhebliche Veränderungen der Struktur des holzbe- und verarbeitenden Gewerbes in Brandenburg ergeben. Dazu haben verschiedene Randbedingungen beigetragen: beispielhaft sei hier nur die Aufhebung des Meisterzwangs genannt. Derzeit findet sich in Brandenburg eine sehr klein strukturierte Landschaft der Betriebe, die von einigen wenigen großen Unternehmen überragt werden – beispielhaft seien hier die Firmen Pfeleiderer, Glunz, Klenk etc. erwähnt. Ein gesunder, breiter Mittelstand mit Beschäftigtenzahlen zwischen 30 und 60 Mitarbeitern fehlt fast vollständig. Diese Unternehmensgröße findet sich nur in einigen wenigen Sägewerken, die die brandenburgische Kiefer aufarbeiten und über die Grenzen Brandenburgs hinaus verkaufen. Eine Veredelung des Schnittholzes findet nur in geringem Maß statt. Darüber hinaus existieren extrem viele kleine Unternehmen, die nur einen bis fünf Mitarbeiter beschäftigen. Diese Unternehmen sind in der Zeit nach dem Abschwung im Jahre 2000 entstanden als extrem viele Mitarbeiter aus den bestehenden Unternehmen freigesetzt wurden. Viele junge ambitionierte Meister bzw. Gesellen im Bereich der Tischlereien oder Zimmereien (mit Meisterzwang) haben aus dieser wirtschaftlichen Zwangssituation den Schritt in die Selbstständigkeit gewagt, um der drohenden Arbeitslosigkeit zu entgehen. Damit stellte sich ein erheblicher Konkurrenzdruck in zwei Richtungen ein. Einerseits kämpften die größeren Unternehmen um Aufträge und andererseits standen dagegen die Kleinstunternehmen, die sich um den gleichen kleinen pool an Aufträgen bemühten um den auch die größeren Unternehmen kämpften. Aus dieser Situation heraus war es allen Beteiligten nicht möglich sich wirtschaftlich so aufzustellen, dass sich eine ausreichende wirtschaftliche Rückendeckung erarbeiten lies.

Bis heute findet in vielen Bereichen eine stete Auseinandersetzung mit dem Alltagsgeschäft statt, die es den Unternehmern wie auch den Mitarbeitern nicht ermöglicht sich für die weitere Zukunft vorausschauend und strategisch zu entwickeln.

Auf dieser Basis haben sich für die Branche in Brandenburg viele Aufgaben angesammelt, die es in den nächsten Jahren zu bearbeiten bzw. zu lösen gilt, ohne dabei das Tagesgeschäft zu vernachlässigen bzw. den Blick für die Zukunft zu verlieren.

Im Wesentlichen sind dabei folgende Punkte als vorrangig anzusehen:

- Rohstoff/Rohstoffversorgung
 - Holzartenverteilung in den Wäldern und die entsprechende Anpassung der Holz B. arbeitenden Unternehmen an die sich verändernde Situation,
 - Umgang mit dem Rohstoff Kiefer als Baumaterial unter dem Aspekt der neuen Vorgaben zu den VOCs,
 - Verwendung nativem Holzes für die Gewinnung von Energie,
 - Verwendung von Wald frischem Holz als Chemierohstoff,
 - Logistik des Rundholzes,
 - Sortierung des Rundholzes;

- Märkte
 - Erschließung neuer Märkte in Großstädten mittlerer Entfernung wie zum Beispiel Dresden, Leipzig, Hamburg etc.,
 - Entwicklung gemeinschaftlicher Vermarktungsstrategien von Produkten und Dienstleistungen,
 - Anpassung der Produkte an die sich wandelnde demographische Zusammensetzung der Bevölkerung,
 - Erschließung europäischer Märkte, die vor der Haustür liegen – Polen & Tschechien;
- Unternehmensstrukturen
 - Aufbau von Netzwerken die sowohl horizontal wie auch vertikal arbeiten,
 - demographische Entwicklung der ausgebildeten Mitarbeiter,
 - gesellschaftspolitische Aufwertung der Branche durch die Ankoppelung an den Gedanken der Nachhaltigkeit,
 - Entwicklung von Strategien für die frühzeitige Heranführung von jungen Gesellen und meistern an die Verantwortung bei der Führung eines Unternehmens;
- Aus- und Weiterbildung
 - Struktur und Inhalte bestehender Ausbildungsrichtungen – Zustand der derzeitigen Ausbildung im Bereich des Handwerks und der Industrie,
 - Weiterbildung für Mitarbeiter im Handwerk und in der Industrie, um diese an neue Verfahren bzw. neue Materialien heranzuführen,
 - Nutzung der vorhandenen Forschungs- und Bildungseinrichtungen für die Weiterbildung bzw. Forschung und Entwicklung

2 Spezielle Herausforderungen im Land Brandenburg

An dieser Stelle soll nicht auf alle der o. g. Punkte eingegangen werden – dies würde an dieser Stelle zu weit führen. Anhand signifikanter Beispiele soll das Problem und evtl. Lösungen aufgezeigt werden:

- Rohstoffe und Rohstoffversorgung
 - Holzarten im Wandel?!,
 - Verwendung von waldfischem Holz als Energieholz;
- Entwicklung von Unternehmensstrukturen
 - Ausbildung,
 - Weiterbildung,
 - Nachfolgeregelung;
- Hochschulen
 - Forschung & Entwicklung,
 - Ausbildung.

2.1 Spezielle Aspekte der Rohstoffversorgung im Land Brandenburg

Waldbauliches Ziel der Forst Brandenburg ist es einen Umbau der Holzartenverteilung in den Brandenburger Wäldern vorzunehmen. Damit soll die Zusammensetzung nach Holzarten so ausgerichtet werden, dass robuste Bestockungen entstehen, die den klimatischen und ökologischen Erfordernissen entsprechen. In einer Veröffentlichung der Landesforstanstalt Eberswalde [1] werden die Ziele für das Jahr 2045 dargestellt (siehe Abbildung 1).

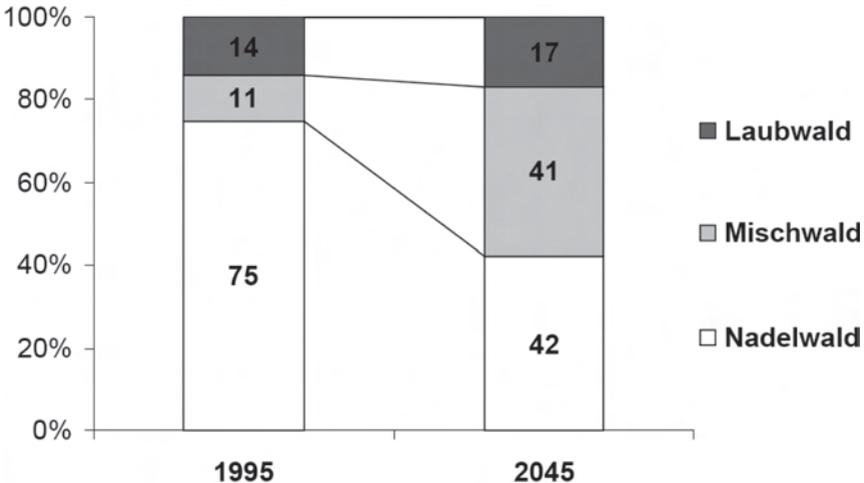


Abbildung 1: Forstliche Rahmenplanung für die Mehrung der Eichenmischwälder bis ins Jahr 2045 [1]

Mit der Reduzierung des Kieferanteils von 75 % auf 42 % wird der Anteil auf einen Anteil von 56 % des Istzustandes von 1995 gemindert. Mit einer linearen Betrachtungsweise wird mit erster Näherung ersichtlich, dass dementsprechend auch weniger Kiefer-Rundholz zur Verfügung steht. Erfahrungsgemäß verlaufen diese Prozesse aber nicht linear sondern folgen einer gewissen Dynamik. So kann davon ausgegangen werden, dass in den ersten Jahren des Waldumbaus nicht mit einer Verknappung des Rohstoffs zu rechnen ist, da schnell große Vorhaben umgesetzt werden und damit genügend Rundholz zur Verfügung steht. Mit der fortschreitenden Realisierung der Maßnahmen werden diese kleiner und die daraus bereitgestellten Mengen Rohholzes nehmen rapide ab. es ist also zu erwarten, dass die Rohstoffbasis für die bestehenden bearbeitenden Betriebe drastisch abnehmen wird.

Diese, sich schleichend anbahnende Situation, wird sowohl die Holzwerkstoffhersteller als auch die Sägeindustrie betreffen. Während die industriell arbeitenden Unternehmen sich zumindest für eine gewisse Zeit der Situation durch den Import großer Mengen Rundholzes anpassen können, werden die kleinen und mittleren Unternehmen auf den Druck der Rohstoffbeschaffung mit anderen Maßnahmen reagieren müssen.

Wird davon ausgegangen, dass nur noch 40 – 50% Kiefernstammholz im Vergleich zur derzeitigen Situation vorhanden ist, wird auch die Einschnittleistung der Unternehmen entsprechend sinken. Bei konstanten Fixkosten der bestehenden Anlagen werden damit die Herstellung von Schnittholz und der ausschließliche Vertrieb der profilierten Ware unwirtschaftlich.

Für den vorgenannten Kreis der Unternehmen besteht also nur die Möglichkeit sich der veränderten Situation anzupassen:

- Stabilisierung der Umsätze durch weitere Veredelung des Schnittholzes,
- Neuorientierung des Einschnittprogramms – Umstellung von Nadelholz auf Laubholz
- Konzentration auf Spezialprodukte auf der Basis von Kiefernholz.

Mit der Veränderung der Herstellungstiefe muss auch eine Marktrecherche einhergehen, da je nach Marktpotential und Transportentfernungen sich die Produktpalette stark einschränken kann. Aus marktstrategischen Gründen bieten sich dazu immer Produkte sehr gut an, die einen hohen Grad an Individualität aufweisen, in einer relativ kurzen Zeit zum Kundengebracht werden müssen und einen hohen Grad an produktbezogenem know-how aufweist.

Andererseits sollte in den Sägeunternehmen darüber nachgedacht werden, ob bei Neuinvestitionen nicht in eine Technologie investiert wird, mit der sich die Kiefer gleichermaßen wie auch Laubholz schneiden lässt. Als eine mögliche Variante besteht hier die Technologie der Blockbandsägen zur Verfügung. Damit wird aber auch einhergehen, dass im Bereich des Nadelholzes nur hochwertiges Rundholz verarbeitet werden sollte. Damit kann auch die Wertschöpfung erhöht werden. Kleine spezialisierte Sägewerke, die sehr hochwertige Produkte herstellen könnten hier die Lösung sein. Vorbilder dazu bestehen in Österreich – dort haben sich eine Vielzahl von Sägewerken auf Spezialprodukte konzentriert und existieren so sehr gut neben den großen Unternehmen, die die Bedürfnisse hinsichtlich der Massenware abdecken.

2.2 Energetische Nutzung vs. stoffliche Nutzung

Mit dem oben beschriebenen Umstand kommt ein weiterer Konkurrenzdruck bezüglich der Rohstoffversorgung hinzu. Derzeit werden sehr starke Anstrengungen unternommen Holz als Energierohstoff für die Wärmeerzeugung und gelegentlich auch bei der Kraft-Wärme-Kopplung einzusetzen.

In Abbildung 2 sind die traditionellen Verwertungswege für Rundholz schematisch dargestellt. Bis heute funktionierten diese nachhaltigen Strukturen sehr gut. In diesem Zusammenhang hatte die Verbrennung von Resthölzern ihren Platz. Es fanden sich immer sinnvolle Kombinationen aus Kraftwerken und zum Beispiel in Sägewerken. Die energetische Nutzung von Sägeresthölzern bzw. von Rinde im Rahmen der Kraft-Wärme-Kopplung führte stets zu Kombinationen die nicht nur wirtschaftlich sondern auch ökologisch sinnvoll sind.

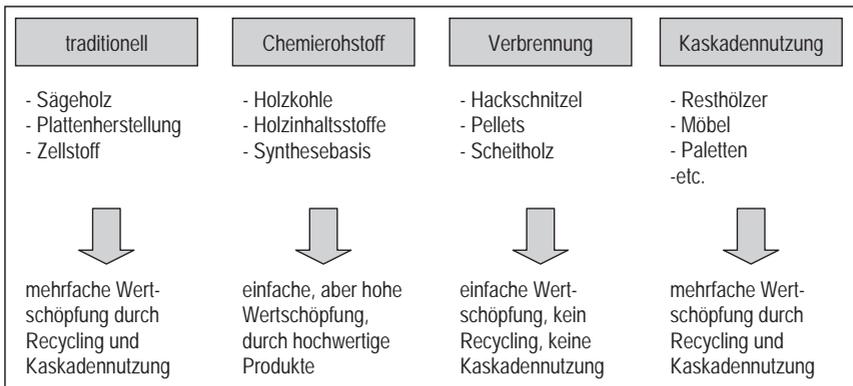


Abbildung 2: Verwendungsmöglichkeiten für Rundholz

Nach der politischen Neuausrichtung hin zu einer CO₂-neutralen Industriepolitik, gewinnt die Verbrennung von nativem Holz zunehmend an Bedeutung. Politiker glauben, dass damit die CO₂-Problematik in der Bundesrepublik Deutschland bzw. in Europa wesentlich zum positiven beeinflusst werden kann.

Diese Vorgehensweise wird zum Teil auch durch entsprechende Fördermaßnahmen bei der Umstellung von Heizkesseln, die mit Öl betrieben werden auf so genannte Pelletsheizungen gefördert.

Der rohholzverarbeitenden Branche wird aber damit die Grundlage für den Rohstoff entzogen. Hinzuweisen bleibt hier auf die Clusterstudien Forst und Holz [2]. Mit über 1,2 Millionen Beschäftigten ist der Cluster Forst und Holz die mitarbeiterstärkste Branche in Deutschland. Dass, mit der Verwendung des Rohholzes als Brennmaterial eben diesem Bereich die Rohstoffgrundlage entzogen wird, ist in den politischen Gremien offenbar noch nicht angekommen.

Während bei der Herstellung von Holzwerkstoffen, insbesondere bei der Produktion von OSB-Platten, die Wirtschaftlichkeit bei einem Rundholzpreis von etwa 90 € pro Kubikmeter endet, ist der Branchenbereich, der für die Verbrennung steht, auch mit höheren Rundholzpreisen in der Lage wirtschaftlich zu arbeiten. Diese Differenz resultiert daraus, dass für ein Holzwerkstoffe produzierendes Unternehmen eine Investitionssumme von etwa 60 Millionen € für eine Neuinvestitionen notwendig ist. Mit der Investition für ein Pelletswerk von bis zu maximal 10 Millionen € ergeben sich schon aus der Abschreibung für die Investitionen wesentlich geringere Fixkosten. Aus verschiedenen Veröffentlichungen bzw. Pressemeldungen ist derzeit nicht absehbar, dass Investitionen in Pelletswerke gestoppt würden. Es wird zunehmend auf den hohen bzw. steigenden Pelletsverbrauch durch die Hersteller hingewiesen (siehe Abbildung 3).

Neben der Herstellung von Pellets ist ein starkes Ansteigen des Holzverbrauchs im Bereich der großen Wärmekraftwerke bzw. kraft-wärme-gekoppelten Kraftwerke zu verzeichnen. Hier werden vor allem dünne Hölzer bzw. schwache

Holzpellet Produktion in Deutschland 2008 - 2010

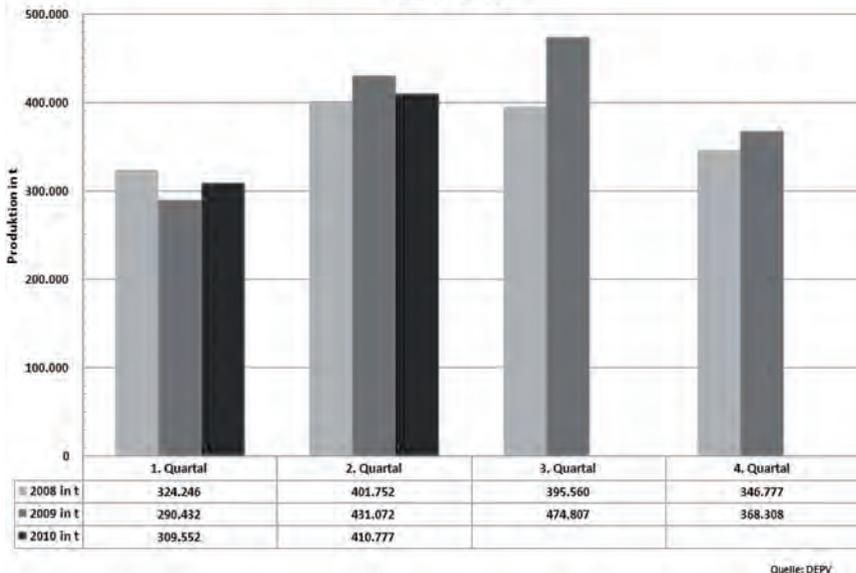


Abbildung 3: Holzpellet-Produktion in Deutschland in den Jahren 2008 bis 2010 [3]

Hölzer für die Energiegewinnung verwendet. Diese Mengen stehen aber der Holzwerkstoffe Industrie, die diese Sortimente ursprünglich abgenommen hat, nicht mehr zur Verfügung. Deshalb greifen die Holzwerkstoffhersteller auch auf stärkere Sortimente zurück und treten damit in Konkurrenz zum Sägerundholz. So berichtete der Vorsitzende der Fachgruppe Span- und Faserplatten des Verbandes der Holzwerkstoffe Industrie, Dr. Körner, anlässlich des Holztechnologischen Kolloquium 2010 in Dresden, dass etwa die Hälfte des in Deutschland eingeschlagenen Holzes bereits energetisch genutzt wird. Weiter berichtete er, dass mit der eingeschlagenen Masse von ca. 23 Millionen Tonnen nur 1,2% des Primärenergiebedarfs der Bundesrepublik Deutschland gedeckt werden kann [4]. Dass, eine weitere Intensivierung der Nutzung des Rundholzeinschlags in der Bundesrepublik Deutschland zu keiner Problemlösung führt, ist aus diesen Zahlen leicht ableitbar. So weist Mantau [5] daraufhin, dass ab dem Jahr 2013 mit einem kontinuierlichen Vorratsabbau zu rechnen ist. Dies entspricht in keinem Fall den Nachhaltigkeitszielen, die allenthalben propagiert werden.

Für die Holz verarbeitende Unternehmen ist es in Brandenburg deshalb besonders wichtig auf die Politiker auf Bundes- bzw. auf Landesebene entsprechend einzuwirken, um diese Entwicklung möglichst rasch zu stoppen. Die Kaskadennutzung des Holzes – also die mehrfache Nutzung von Holz bzw. Altholzes zum Beispiel bei der Holzwerkstoffherstellung – ist die beste Lösung, um eine CO₂-

Senke zu erreichen, bzw. eine optimale Wertschöpfung zu realisieren. Die Verbrennung von nativem Holz wird also ob des Rohstoffes Holz nur ein Strohfeder sein.

2.3 Entwicklung von Unternehmensstrukturen

Aus den Daten der Zukunftsagentur Brandenburg (siehe Abbildung 4) lässt sich erkennen, dass die Anzahl der Beschäftigten im Zeitraum von 2000 bis 2007 von etwa 3250 Beschäftigten auf 3750 angestiegen ist. Weiter ist aus diesem Diagramm erkennbar, dass die Umsätze wesentlich mehr gesteigert werden konnten als die alte Beschäftigtenzahl zunahm. Aus diesen Daten lässt sich der Umsatz pro Mitarbeiter errechnen, die im Jahr 2007 mit einem Wert von knapp 370.000 € nahezu den Bundesdurchschnitt (372.798 € pro Beschäftigten [7]) erreicht. Diese prinzipiell sehr guten Zahlen werden realisiert durch die im Land Brandenburg zahlreich vorhandenen industriellen Ansiedlungen im Bereich der Holzbe- und Verarbeitung.

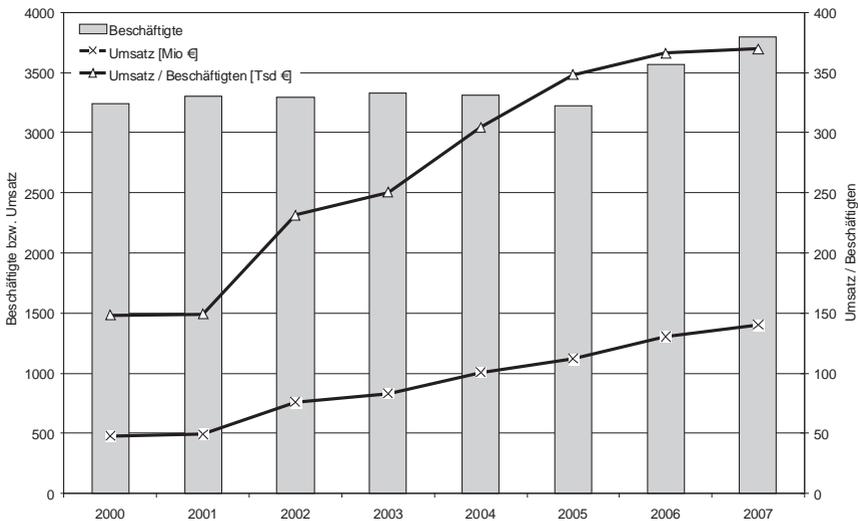


Abbildung 4: Umsatz, Beschäftigungsentwicklung und Entwicklung des Umsatzes pro Mitarbeiter im brandenburgischen Holzgewerbe in den Jahren 2000 bis 2007

Mit diesen bezogenen Zahlenwerten lässt sich aber die Struktur des brandenburgischen Holzgewerbes nicht sauber darstellen. Vielmehr existieren zahlreiche kleine Unternehmen – wie schon im ersten Abschnitt dieses Textes erwähnt – die nicht mehr als fünf Mitarbeiter beschäftigen.

Diese Unternehmen weisen eine Mitarbeiterstruktur auf, wie diese in Abbildung 5 dargestellt ist.

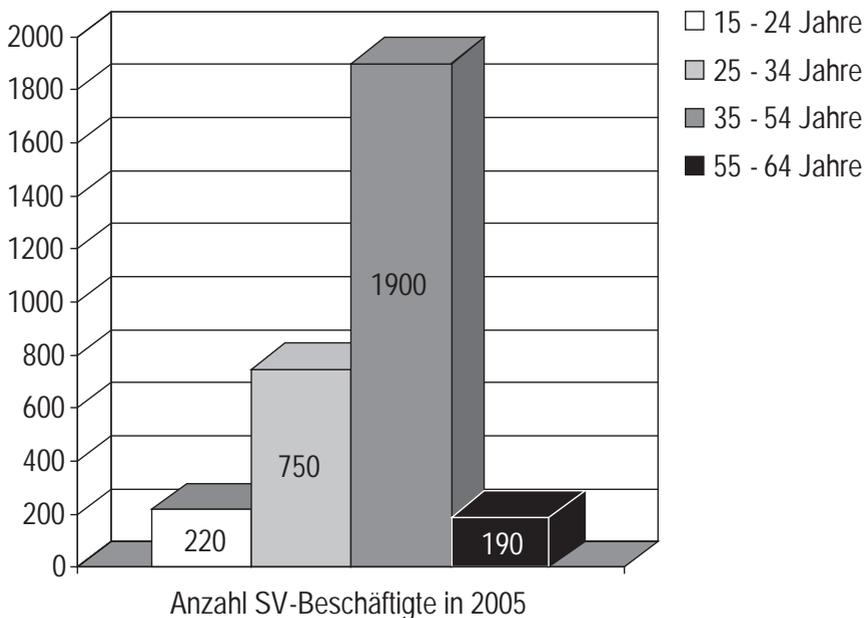


Abbildung 5: Altersstruktur und Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im brandenburgischen Holzgewerbe im Jahr 2005 [8]

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass der größte Anteil der Mitarbeiter hinsichtlich der körperlichen Leistungsfähigkeit und der beruflichen Erfahrungen in den zwei hauptsächlichen Altersklassen angelegt ist. Dieser Umstand trägt sicherlich auch zu der oben angeführten sehr guten Produktivität bei.

Für die nächsten Jahre ist jedoch auch aus der Abbildung fünf ersichtlich, dass es der brandenburgischen Holzindustrie bzw. auch dem Handwerk sehr stark an Nachwuchs fehlt. Wird die Ausbildungsquote in der Branche, die etwa 5% beträgt, näher betrachtet, so ist erkennbar, dass in der Branche in allernächster Zukunft die qualifizierten Mitarbeiter fehlen werden. Aus eigenen Recherchen und Gesprächen ist bekannt, dass auch die Klassen in den Berufsschulen zunehmend kleiner werden. Teile der Ausbildung im Bereich Holz wurden bereits an bestimmten Berufsschulen konzentriert und an anderen Orten eingestellt. Diese Umstände führen nicht unbedingt zu einer Attraktivität einer Ausbildung in der Holzbranche. Sowohl die Auszubildenden als auch die Unternehmen sind an großen Strecken, die zur Ausbildung zurückgelegt werden müssen nicht interessiert.

Mit diesem Umstand wird die Ausbildungsquote in der Branche noch weiter zurückgehen. Bei einer näheren Betrachtung der Arbeitsfelder in den Unternehmen (siehe Abbildung 6) ist erkennbar, dass es wesentlich stärkeren Anstrengungen bedarf, um gut ausgebildete Fachkräfte in die Branche zu bringen.

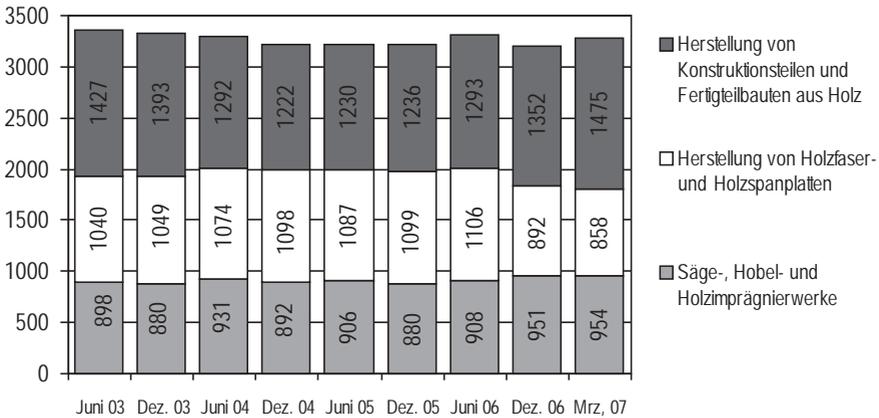


Abbildung 6: Zusammenstellung der Beschäftigtenzahl in den unterschiedlichen Aufgabenfeldern der Branche

Aus der Abbildung 6 sind verschiedene Trends erkennbar: einerseits ist ersichtlich, dass im Bereich der Herstellung von Faser- und Spanplatten eine starke Reduzierung der Anzahl der Arbeitskräfte eingetreten ist. Dies geschah, obwohl in dem dargestellten Zeitraum ein neues Faserplattenwerk am Standort Baruth errichtet wurde. In diesem Bereich wurden offenbar starke Automatisierungsmaßnahmen durchgeführt, so dass die Beschäftigtenzahl in diesem Aufgabenfeld um nahezu 200 Mitarbeiter zurückgegangen ist. Im Bereich der Sägewerke hat die Anzahl der Mitarbeiter um knapp 60 Personen zugenommen. Dies ist sicherlich auch auf den wirtschaftlichen Aufschwung und der gesteigerten Bautätigkeit zurückzuführen. Für den Bereich der Herstellung von Konstruktionsteilen und Fertigteilbauten aus Holz ist festzuhalten, dass hier eine beträchtliche Aufstockung der Mitarbeiter stattgefunden hat. Gerade in diesem Bereich, der sich auch mit der energetische Sanierung von Gebäuden befasst, ist eine sehr gute Ausbildung notwendig. Werden hier die notwendigen Qualitätsstandards nicht eingehalten, wird sich das in stagnierenden bzw. rückläufigen Zahlen für den Holzbau äußern.

Für die Branche besteht hier die Herausforderung darin die unterschiedlichen Berufe wie Zimmerer und Tischler attraktiver für die Jugendlichen zu gestalten. Die erforderliche Attraktivität wird dadurch erreicht, dass die Ausbildungsinhalte auf den tatsächlichen Stand der Anforderungen gebracht werden. Traditionelle Aspekte des Holzgewerbes sind sicherlich für die Identitätsbildung wesentlich, sollten aber nicht bestimmend in der Ausbildung sein. Weiterhin ist es möglich die Tätigkeit als Zimmerer bzw. Tischler bei den Jugendlichen als verantwortliche Tätigkeit darzustellen. Darzustellen in der Form, dass mit dem Beruf eine Verantwortung für die Zukunft im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaft übernommen wird. Weiterhin fehlt es den Jugendlichen bzw. jungen Gesellen und Meistern oft auch an einer beruflichen Perspektive bzw. an den Entwicklungsmöglichkeiten.

Es ist wichtig den jungen Menschen, die sich für einen Berufsweg und somit für einen Lebensweg entscheidend, Perspektiven aufzuzeigen wiesen sie ihre persönlichen Lebensziele verwirklichen können.

Ein Schritt in diese Richtung kann die Heranführung der Jugendlichen an die Tätigkeit einer verantwortlichen Unternehmensleitung sein. An dieser Stelle sind neben den Ausbildungseinrichtungen auch die Kammern gefragt um den Interessierten Angebote zu offerieren und gegebenenfalls auf dem Weg zur Selbstständigkeit zu begleiten. Hierzu gehört auch das Interesse an einem verantwortlichen Unternehmertum zu fördern. Dazu sind sowohl fachliche aber auch menschliche und gesellschaftliche Kompetenzen gefragt, die bei den Jugendlichen gebildet und gefördert werden müssen. Eine Komponente stellt das direkte Gespräch zwischen den Jugendlichen und den Unternehmern dar, um die jeweilige Wahrnehmung zu fördern. Damit kann gegenseitiges Interesse geweckt werden, um daraus ein Vertrauensverhältnis aufzubauen, das in einer Nachfolgeregelung endet.

Nachfolgeregelungen sind in dem Holzgewerbe in Brandenburg besonders wichtig, da die Unternehmensgründer aus den Zeiten der politischen Wende nach Zeiten einer erfolgreichen Tätigkeit, die bis jetzt 20 Jahre andauerte, über den Ruhestand nachdenken. Gründer die damals etwa 40 Jahre alt waren haben nunmehr ein Alter von 60 Jahren erreicht und suchen nach Perspektiven für das aufgebaute Unternehmen. Sollten für diese Problemstellungen keine umfassenden Lösungen gelingen, werden in Größenordnungen Arbeitsplätze in der Region wegfallen.

Um dieser möglichen Entwicklung entgegenzuwirken sind nicht nur die oben erwähnten Kammern gefragt, sondern auch die Unternehmer selbst sind aufgefordert sich an Interessierte Personen zu wenden. Eine gute Plattform können dabei auch die Berufsschulen, Meisterschulen und auch die Hochschulen bieten.

2.4 Hochschulen

Im Land Brandenburg wird eine strukturierte und auf die Branchenkompetenzfelder des Landes ausgerichtete Hochschulpolitik betrieben. Ein Branchenkompetenzfelder des Landes Brandenburg ist das Holzgewerbe. Deshalb existiert dafür auch ein Fachbereich für Holztechnik an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung in Eberswalde (ehemals Fachhochschule Eberswalde).

Es ist in der Breite sicherlich nicht bekannt, dass die Hochschule in Eberswalde einer der ältesten Standorte der Holzforschung in Deutschland ist. Bereits mit der Gründung der forstlichen Fakultät vor etwa 180 Jahren waren in Eberswalde auch stets das Interesse darauf gerichtet dass das geerntete Holz technisch richtig be- und verarbeitet wird. Exemplarisch sei hier die Keilzinkenverbindung, die sie sich bei der Herstellung von Brettschichtholz nicht mehr weg denken lässt, genannt.

An dem Fachbereich wird eine holztechnologische Ausbildung angeboten, die Verfahren technologische, betriebsorganisatorische und betriebswirtschaftliche

Aspekte unter dem speziellen Blickwinkel des Holzes und seiner Eigenschaften betrachtet. Daneben und gleichwertig wird an dem Fachbereich umfangreiche Forschung und Entwicklung im Bereich der Holztechnik durchgeführt. Dies erfolgt zum einen Teil in Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen bzw. Universitäten, wenn es sich um eine eher grundlegende Thematik handelt. Dazu gesellt sich die Forschungs- und Entwicklungsarbeit, die zusammen mit Unternehmen durchgeführt wird. Damit steht dem brandenburgischen Holzgewerbe eine akademische Ausbildungseinrichtung sowie eine Forschungseinrichtung, die über ein weit reichendes Netzwerk verfügt, an der Seite.

Für die Unternehmen ist der Zugang zu der Hochschule bzw. zum Fachbereich einfach zu erlangen. Um sich über die unterschiedlichen Kompetenzen an dem Fachbereich zu informieren existiert auf der Internetseite der Hochschule (www.hnee.de).

Nicht nur die Hochschule für nachhaltige Entwicklung in Eberswalde hat entsprechende Angebote. Neben dieser Fachhochschule existieren Ausbildungsgänge in Wildau, Brandenburg, Potsdam und Senftenberg bzw. an den Universitäten in Cottbus und Potsdam. Besonders interessant dürften hier die Ausbildungsgänge zum Bauingenieur sowie zum Maschinenbauingenieur sein.

Alle der genannten Einrichtungen sind in der Lage mit Unternehmen Aufgabenstellungen im Bereich der Forschung und Entwicklung zu formulieren und entsprechende Fördermittelanträge bei den jeweiligen Zuwendungsgebern zu stellen. Die Formulierung der fachlichen Aufgabenstellung wird dabei weitestgehend von der Hochschule übernommen, so dass die Unternehmen dazu nur Stichpunkte beitragen müssen. Hier sind die Hochschulen als Dienstleister im Bereichsforschung und Entwicklung anzusehen.

3 Zusammenfassung

In der Branche Holz im Land Brandenburg besteht eine große Leistungsfähigkeit. Diese Leistungsfähigkeit wird bestimmt einerseits durch die zahlreich angesiedelten industriell ausgerichteten Unternehmen. Aber auch die kleinen Unternehmen mit nur wenigen Mitarbeitern tragen zur Leistungsfähigkeit merklich bei. Allerdings fehlt in dieser Struktur, von sehr groß und sehr klein, die entsprechende mittelständische Aufbau. In diesem Bereich bestehen in den nächsten Jahren sehr gute Chancen entsprechende Strukturen aufzubauen. In der Region um die Hauptstadt besteht immer eine entsprechende Nachfrage. Gepaart mit unternehmerischen Gespür und der Kreativität Marktlücken bzw. Märkte zu entdecken bestehen gute Möglichkeiten für ein erfolgreiches Handeln.

Sorgenvoller hingegen ist die Versorgung mit dem Rohstoff Holz zu sehen. Tritt hier kein Wandel im politischen Willen ein, wird ein großer Kampf um die Versorgung einsetzen. Ein Aspekt dabei wird sein, dass wir es sich leisten kann,

über große Distanzen das Holz nach Brandenburg transportieren lässt. Dies ist aber sicherlich nicht im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftspolitik. Deshalb müssen hier besser heute als morgen die Weichen zu Gunsten der Branche in Brandenburg gestellt werden.

Fachliches know-how ist neben einer guten technischen Ausstattung die Basis, um gute Holzprodukte herzustellen. Wissensvermittlung und Erfahrungsaustausch sind dabei Kulturtechniken, die auch in einer technisch geprägten Branche, wie dem Holzgewerbe, nicht verloren gehen dürfen. Wissen, das nicht als Grundlage vermittelt wurde, wird im beruflichen Alltag nur selten dazugelernt. Deshalb ist es notwendig, dass durch die Unternehmen aber auch durch die Kammern über die Schulen und Hochschulen entsprechende Weiterbildungsveranstaltungen angeboten werden. Damit wird gewährleistet, dass die Branche mit dem notwendigen Know-how ausgestattet wird.

In Brandenburg hat sich die Branche eine gute Basis in den letzten 20 Jahren erarbeitet. Es gilt jetzt vorausschauend über das Tagesgeschäft hinaus Ziele zu formulieren, kommunizieren, abzustimmen und umzusetzen. Dadurch ist es möglich im Wettbewerb nicht nur über den Preis zu bestehen, sondern know-how einzusetzen. Dies bedingt dann eine höhere Wertschöpfung mit der auch eine wirtschaftliche Sicherheit einher, die wiederum dazu beiträgt, von Vorsprung auszubauen.

Literatur

- [1] http://www.atb-potsdam.de/Hauptseite-deutsch/Forschung/Verbuende/Forschungsplattform/Dokumente/Waldumbau_Brandenburg_K%C3%A4tzel.pdf; Zugriff am 12.08.2010;
- [2] Mrosek, T., Kies, U., Schulte, A.: Clusterstudie Forst und Holz Deutschland 2005; Holz-Zentralblatt, Nummer 84, 04.11.2005, Seite 1113 ff.;
- [3] www.depv.de/nc/startseite/startmeldungen/article/pelletproduktion-in-deutschland-auch-2010-kontinuierlich-auf-hohem-niveau-1/; Zugriff am 12.08.2010;
- [4] Tagungsband des 14. Holzes technologischen Kolloquiums, Dresden, 08.-09. April 2010, Schriftenreihe Holz- und Papiertechnik, Bd. 5, Technische Universität Dresden;
- [5] Mantau, U.; Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung; 11.12.2008; Universität Hamburg, Zentrumsholzwirtschaft;
- [6] Die Holzindustrie in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg; Zukunftsagentur Brandenburg GmbH; Potsdam; 30.10.2008
- [7] http://innopas.eu/fileadmin/innotrans/Branchenberichte/GE_II-3_Branchenstatistik_HWI.pdf, Branchenstatistik für die deutsche Holz- und Möbelindustrie; Industriegewerkschaft Metall IGM Vorstand Frankfurt, 04. April 2008; Zugriff am 12.08.2010;

- [8] <http://www.lasa-brandenburg.de/Holzverarbeitende-Wirtschaft.158.0.html>; Zugriff am 25.05.2010;
- [9] http://www.lasa-brandenburg.de/fileadmin/user_upload/FKM-dateien/Branchenkompetenzfelder/Holzverarbeitende_Wirtschaft/sv_beschaeftigung_holz.pdf; Zugriff am 25.05.2010

Thermische Modifizierung – Möglichkeit zur Wertschöpfung im Segment Schwachholz

Lothar Clauder

Kurzfassung

In einer vom Landeskompentenzentrum für Forst Eberswalde erstellten Untersuchung zum Waldwachstum wurde der zukünftige Ertrag der Trauben-Eiche in Berlin und Brandenburg ermittelt. Laut Prognose bis zum Jahr 2042 hat Schwachholz der Trauben-Eiche dabei einen durchschnittlichen Anteil von ca. 25 % am jährlichen Erntevolumen von ca. 170.000 Erntefestmetern. Die durch die TU Dresden vorgenommenen Qualitätsuntersuchungen an Traubeneichen-Schwachholz zeigten im Ergebnis, dass schwaches Sägeholz mit einem Mittendurchmesser von $18 \leq D < 35$ cm im anschließenden Ausbeuteversuch mittels einer Profilerspanneranlage bis zu über 40 % Schnittholz erbrachte. Dieser sägefähige Anteil des Schwachholzes bildete den Ausgangspunkt für die Untersuchungen zur Verarbeitung und Verwendung des Segments. Um neue Verfahren zur thermischen Modifizierung von Eichenholz zu untersuchen wurden Schwachholzsortimente thermisch modifiziert. Ziel dieser Behandlung war es, die Dauerhaftigkeit und Maßhaltigkeit und damit die Voraussetzung für die bewitterte Außenanwendung zu verbessern.

Abstract

Analysis of the forest growth and expected harvests of Sessile Oak in Berlin and Brandenburg by the Landeskompentenzentrum für Forst, Eberswalde showed that small diameter timber may have a quota of 25 % of the annual harvest of oak timber (total volume: 170.000 cubic meters without bark and branches). Results of the quality analysis of Sessile Oak timber by the Technical University of Dresden showed that logs with a minimum mid diameter of 18 and a maximum of 35 cm derived 40 % saw log when inserting a profilecutter-technique.

Based on this saw log the treatment and utilization of small diameter timber was analyzed. In order to examine new processes of thermal treatment for oak timber the small diameter timber was modiflicated. The goal was to increase the durability and dimensional stability of wood products in order to advance the options for outdoor constructions.

1 Einleitung

Der aus finanziellen Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Forschungsverbund Oak-Chain (Eichenkette) hatte im Zeitraum von 2005 bis 2009 die Aufgabe Untersuchungen entlang der Forst-Holz-Kette durchzuführen. Die Ergebnisse dieser Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und Akteuren aus der Praxis gliedern sich in vier Schwerpunktthemen: Die Zukunftsfähigkeit der Wälder in Zeiten des Klimawandels, Bewirtschaftung der Mischbestände – Anbau von Traubeneiche unter Kieferschirm, Mobilisierung des Holzes, Beurteilung der Sägeholzqualität (Schröder, Elmer, 2010). Basierend auf den Ergebnissen, in Form von Prognosen zum Schwachholzaufkommen und der Holzqualität, lassen sich Potentiale für die Wertschöpfung im Segment Schwachholz für die kommenden Jahrzehnte ableiten. Zur Steigerung der Wertschöpfung wurde an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde und der Holzindustrie Templin innerhalb des Forschungsverbundes ein neuartiger Herstellungsprozess für die thermische Vergütung entwickelt. Die Eignung des Verfahrens konnte mittels zweier Pilotanlagen nachgewiesen werden. Die Behandlungsverfahren ermöglichen reproduzierbare Eigenschafts- und Farbeinstellungen bei Schwachholz, mit dem Ziel die Dauerhaftigkeit und Maßhaltigkeit und damit die Voraussetzung für eine bewitterte Außenanwendung zu verbessern. Trotz konkurrierender Produkte für die Verwendung im Außenbereich, wie z. B. Exotenholz (Teak, Bankirai) und Produkten aus einem Holzfasern-Kunststoffgemisch (Wood-Plastic-Composites, WPC) konnte sich thermisch modifiziertes Holz im Europäischen Markt behaupten und weist einen stetig wachsenden Marktanteil auf.

1.1 Schwachholz – Aufkommen

Die Ergebnisse, der vom Landeskompetenzzentrum für Forst Eberswalde durchgeführten Untersuchungen zum Waldwachstum und zukünftigen Ertrag der Trauben-Eiche (TEI) sind in der Abbildung 1 dargestellt. Die prognostizierten Angaben zu den voraussichtlichen Erntemengen stützen sich auf die Szenarien der 2. Bundeswaldinventur für Berlin und Brandenburg. Basierend auf den Zahlen für die Baumartengruppe Eiche und mit Hilfe des Grundflächenanteils der TEI in Brandenburg von 54% wurden die Werte für Trauben-Eiche hergeleitet.

Das jährliche Erntevolumen der Traube-Eiche beträgt ca. 170.000 Erntefestmetern. Die bis zum Jahr 2042 reichende Prognose zeigt, das Schwachholz einen durchschnittlichen Anteil von ca. 25% (44.000 Erntefestmetern) hat. Dies entspricht letztlich etwa einem Volumen von 50% der geernteten Stämme.

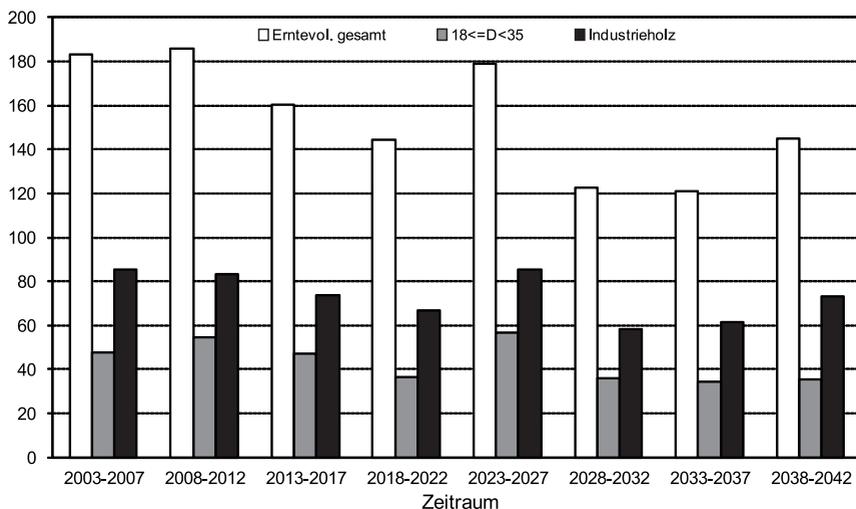


Abbildung 1: BWI² – Ergebnisse für Brandenburg und Berlin. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band XXII

1.2 Schwachholz – Qualität

Innerhalb des Forschungsverbundes wurden von der TU Dresden Qualitätsuntersuchungen an Trauben-Eichen-Schwachholz vorgenommen. Dabei wurde schwaches Sägeholz mit einem Mittendurchmesser von $18 \leq D < 35$ cm in die Sägeholz-Güteklassen nach der Handelsklassensortierung eingeteilt. In den Untersuchungen wurden die inneren Holzeigenschaften und innere Astigkeit der Mischbestände aus Trauben-Eichen und Kiefern mit den Reinbeständen verglichen. Die in der Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse zeigen die unterschiedlichen Anteile der Güteklassen, welche je nach Bestandsform auftreten (Bäucker, Bues, 2009). Unabhängig von den Bestandsformen zeigte sich, dass die prozentualen Anteile des Schaftholzes ab 18 cm Zopfdurchmesser in den Güteklassen A und B ein längerfristig verfügbares Potential darstellen. Die stoffliche Nutzung des sägefähigen Aufkommens an Eichenschwachholz war Gegenstand weiterführender Untersuchungen der beiden Forschungspartner Holzindustrie Templin und der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde.

Anteile (%)	A	B	A+B	C	D	I>18	C+D+I>18
Mischbestände	5,5	39,5	45,0	10,8	7,9	36,3	55,0
Reinbestände	8,6	53,0	61,6	7,0	3,6	27,8	38,4

Tabelle 1: Mittlere prozentuale Anteile der Güteklassen des Sägeholzes (A, B, C, D) und des Industrieholzes (I) aus dem Schaftholz ab 18 cm Zopfdurchmesser o.R. für die beurteilten TEI-GKI-Mischbestände und die verglichenen TEI-Reinbestände

2 Wertschöpfung im Segment Schwachholz

2.1 Vergütung durch Thermische Modifikation

Der sägefähige Anteil des Schwachholzes mit einem Mitteldurchmesser von $18 \leq D < 35$ cm bildete den Ausgangspunkt für die Untersuchungen zur Verarbeitung und Verwendung des Segments. Um neue Verfahren zur thermischen Modifizierung von Eichenholz zu untersuchen wurden sägefähige Abschnitte, der zuvor sortierten Eichenschwachholzstämmen in den beiden Pilotanlagen, die der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde und die der Holzindustrie Templin GmbH thermisch modifiziert. Für das behandelte Holz ergeben sich technologische und ästhetische Veränderungen. Das behandelte Holz weist:

- eine erhöhte Dauerhaftigkeit – auch im Inneren des Holzes
- ein deutlich verringertes Quell- und Schwindverhalten
- eine deutlich erhöhte Formstabilität
- eine erheblich verringerte innere Spannungen auf.

Darüber hinaus erzeugt man durch die Vergütung:

- neue Farbtöne (durchgängig und homogen über den Querschnitt)
- eine verbesserte Wärmedämmeigenschaften
- eine umweltschonende Alternative zu druckimprägniertem Holz und Tropenhölzern.

Holzmodifikation, auch Holzmodifizierung genannt, ist ein technisches Verfahren zur Veränderung der Zellwand des Holzes, sowohl als Maßnahme zum Schutz durch Erhöhung der Dauerhaftigkeit, als auch zur Verbesserung von Dimensionsstabilität und Stehvermögen durch Verringerung der Hygroskopizität. Thermische Modifikationsverfahren benötigen keine zusätzlichen chemischen Stoffe, außer Stickstoff beim Inertgasverfahren, und können mit relativ einfachen technischen Mitteln durchgeführt werden. Es werden keine außergewöhnlichen Anforderungen an das Ausgangsmaterial (Tränkbarkeit, Oberflächenbeschaffenheit) gestellt.

Die thermische Modifizierung von Holz ist im Prinzip seit langem bekannt. Erst seit ca. 10 Jahren entwickeln sich industriell einsetzbare Verfahren. Für die industrielle Produktion von Thermo-Holz (TMT) wurden bereits verschiedene Herstellungsverfahren entwickelt (Jämsä S., Viitaniemi P. (2001). Grundsätzlich werden fünf Verfahrensgruppen unterschieden:

- Wasserdampf-Hitze-Verfahren
- Öl-Hitze-Verfahren
- Inertgas-Verfahren
- Vakuum-Press-Trocknungs-Verfahren
- Heißluftverfahren

2.2 Marktsituation

Innerhalb Europas waren die Finnen als Erste und lange als Einzige mit der industriellen Herstellung auf dem Markt etabliert. Erst einige Jahre später wurden erste Anlagen in den Niederlanden, in der Schweiz, in Österreich, Frankreich und dann auch in Deutschland gebaut. Gewisse Bekanntheit in der Branche haben z.B. die Verfahren von Stellac (Finnland), VTT (Technisches Forschungszentrum Finnland), Plato (Niederlande), Now-retification (Frankreich), Mühlböck (Österreich), Menz (Deutschland), Bikos (Russland) und Balz (Schweiz).

Derzeit etablieren sich verschiedene Hersteller auf dem sich entwickelnden Markt für hitzebehandeltes Holz, wobei es sich abzeichnet, dass deren Produkte nicht über den Preis, sondern zunehmend über die Qualität vermarktet werden. Der Markt verlangt verstärkt Qualitätsnachweise sowie genaue Produktspezifikationen. Nur das Thermoholz, welches auf einer gut konzipierten Anlage mit einer ausgereiften Prozessführung und Qualitätssicherung hergestellt wird, wird sich zukünftig beim Verbraucher durchsetzen können, und somit langfristig die Absatzchancen für spezielle Holzsortimente und damit für die Unternehmen der gesamten Holzbranche sichern. Die derzeitige Produktionskapazität deckt nur einen Bruchteil der theoretischen Marktkapazität.

Die Produktionsmengen füllen derzeit ein noch vergleichsweise geringes Segment des Schnittholzhandels. Aktuell befinden wir uns immer noch in der Markteinführung mit zwar deutlichem Wachstum, die Potentiale sind aber bei weitem nicht ausgeschöpft. Voraussetzungen für die erfolgreiche Markteinführung sind Ausbau der Versorgungssicherheit und verlässliche Lieferqualitäten.

Von den potentiellen Kunden wird als Grund häufig der höhere Preis für die ablehnende Haltung gegenüber Thermo-Holz genannt. Da für das Thermo-Holz aber erst relativ geringe Produktionsmengen erreicht werden, sollte in Zukunft der Preis für den Endkunden bei höheren Produktionsmengen aufgrund von Skaleneffekten bei den Herstellern sinken. Darüber hinaus ist insbesondere in Europa eine deutliche Hinwendung zu ökologisch unbedenklich produzierten Produkten sichtbar. Diese Entwicklung wird zu einem deutlichen Nachfrageanstieg durch Substitution von Tropenhölzern und Holzwerkstoffen führen, der wiederum durch die zu erwartenden steigenden Produktionskapazitäten bedient werden kann. Der unruhige und in starkem Wachstum befindliche Markt erschwert genaue Analysen. Laut einer Studie des Holzabsatzfonds gab es in den Jahren 2000 bis 2005 einen fast linearen Anstieg der Produktionsmengen (Holzabsatzfond, 2005).

Die in EUWID (I Anonymus, 2009) veröffentlichten Produktionskapazitäten von 2009 belegen einen weiterhin großen Anstieg der Kapazitäten. Der Ausbau der Produktionskapazitäten in Europa bei der Thermoholzproduktion stellt sich wie folgt dar:

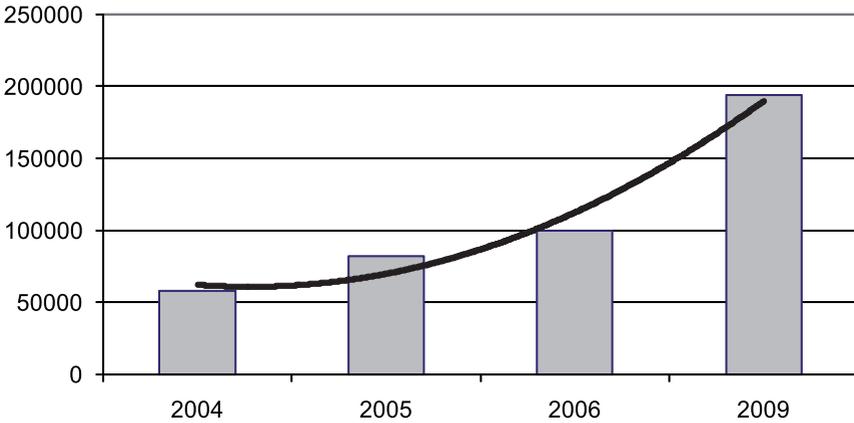


Abbildung 2: Thermoholz – Produktionskapazitäten in Europa

Dies lässt sich durch den Einstieg verschiedener Marktteilnehmer und entsprechend gestiegener Nachfrage erklären. Für Europa verteilen sich die Produktionskapazitäten wie folgt:

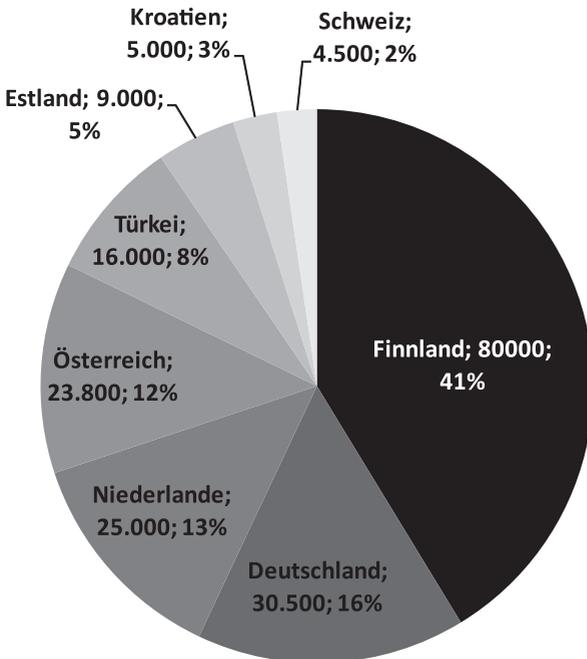


Abbildung 3: Thermoholz – Verteilung der Produktionskapazitäten innerhalb Europas

Die Produktionskapazitäten für thermisch modifiziertes Holz in Europa belaufen sich insgesamt auf ca. 200.000 Kubikmeter im Jahr 2009. Die verschiedenen Hersteller produzieren an Standorten in 8 unterschiedlichen EU-Ländern. Der in der Abbildung 3 dargestellte Anteil der betreffenden Länder am Gesamtvolumen verdeutlicht die Spitzenstellung der Produktionszahlen in Finnland mit einem Anteil von 41 % gegenüber den Wettbewerbern. Im Fall Finnlands kommt hinzu, dass sich die Kapazitäten auf wenige große Anlagen von insgesamt 10 Herstellern konzentrieren. Deutschland nimmt mit 16 % am Gesamtvolumen den zweiten Platz ein. Zurzeit verteilen sich die Kapazitäten auf insgesamt 9 Anlagenbetreiber.

2.3 Produkte aus thermisch modifiziertem Schwachholz

Zur Herstellung thermisch vergüteter Laub- und Nadelhölzer (Eiche, Esche, Buche, Kiefer, Lärche) in der Pilotanlage an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde wurden unterschiedliche mehrstufige Prozessregimes entworfen und geprüft. Ergebnis dieser Arbeiten ist die technische Kompetenz zur reproduzierbaren Herstellung von Produktqualitäten mittels Anpassung der Prozessparameter an die jeweilige Holzart und die gewünschten Endprodukteigenschaften. Zusätzlich konnten nachgewiesen werden, dass bereits in der halbindustriellen Laboranlage praxistaugliche Produkte aus dem thermisch modifizierten Holz hergestellt werden können (Clauder, L., Frommhold, H., 2009) (Schöneberg, J., 2009). Wie am Beispiel der Gartenbank in Abbildung 4 zu sehen, lassen sich Produkte aus thermisch modifiziertem Schwachholz durch Verklebung kleinformatiger Schwachholzstücke zu großformatigen Bauteilen fügen und mittels Einsatz herkömmlicher mechanischer Bearbeitungsmaschinen gestalten.



Abbildung 4: Thermoholz – Gartenbank zum Vergleich von Holzeigenschaften im Praxistest. Verbaut wurde Eiche, Thermoholz aus Eiche und Meranti. Die Farbunterschiede resultieren aus den Holzarten sowie verschiedene Behandlungsvarianten bei der thermischen Veredlung.

Quellen

- Schröder, Elmer (2010): Hochwertige Eiche durch intensive Bewirtschaftung, Holz-Zentralblatt, Nr.12, S.310, DRW Verlag, Leinfelden Echterdingen
- Bäucker, Bues (2009): Holzeigenschaften von Traubeneichen-Schwachholz in Elmer et al.(2009) Nachhaltige Bewirtschaftung von Eichen-Kiefern-Mischbeständen, S.67-85, oekom Verlag, München
- Jämsä S., Viitaniemi P. (2001): Heat treatment of wood – Better durability without chemicals. In: Rapp AO (Ed.) Proceedings of special seminar on heat treatments, Antibes, France. Office for official publications of the European communities, Luxembourg
- B&L Marktdaten GmbH (2005): Marktexpertise - Thermoholz aus Buche –Holzabsatzfond, S.147, Bonn
- Schöneberg, J., (2009): Verwertungsorientierte Untersuchungen an thermisch modifizierten Eichenschwachholz, Diplomarbeit HNEE, FB Holztechnik, Eberswalde
- I Anonymus EUWID, (2009): Ausbau der Thermoholzkapazitäten in Mitteleuropa schreitet weiter voran, EUWID Holz und Holzwerkstoffe, Ausgabe HZ 23/ 2009, Text Nr.001, Gernsbach
- Clauder, L., Frommhold, H. (2009): Verarbeitung und Verwendung von Trauben-Eichen Schwachholz, Forst und Holz 64, Heft 7/8, S. 19-25, Hannover

Reorganisationsstrategien für die kunden-individualisierte, industrielle Herstellung von Produkten aus Holz und Holzwerkstoffen

Thomas Stautmeister

Kurzfassung

Holz als nachwachsender Rohstoff und daraus erzeugte Holzwerkstoffe erfahren in den deutschsprachigen europäischen Ländern eine zunehmende Bedeutung als Werkstoff, Baustoff und Energieträger, gestatten sie doch, entlang einer mehrstufigen Wertschöpfungskette ökologisch sinnvolle Produktlebenszyklen aufzubauen. Im Rahmen einer globalisierten Wirtschaft und vor dem Hintergrund einer steigenden Individualisierung der Kundenbedürfnisse wächst der Druck auf Hersteller, z. B. von Möbeln, aus Sicht der Variantenvielfalt, Preise und Lieferzeiten ständig. Gleichzeitig handelt es sich im globalen Vergleich um Hochlohnstandorte, an denen bestimmte soziale Mindeststandards zu erhalten sind. In diesem Spannungsfeld sind die Akteure dieser Branche – überwiegend kleine und mittelständische Unternehmen – gefordert, ihre Fertigungsabläufe und deren Steuerung permanent zu bewerten und zu verbessern. Beispielhaft werden hierfür neue Ansätze zur Auftragsreihenfolgeoptimierung, Gestaltung adaptiv gesteuerter, flexibler, automatisierter Fertigungszellen und ein neues Oberflächenfeinbearbeitungsverfahren vorgestellt.

1 Einführung

Industrielle Fertigungssteuerungsstrategien gehen davon aus, dass Aufträge für ein bestimmtes Zeitintervall zusammengefasst werden und dass daraus eine optimierte Reihenfolge von Fertigungsaufträgen und Fertigungsoperationen ermittelt und entsprechend abgearbeitet wird. Übergeordnetes Optimierungskriterium ist dabei die Maschinenauslastung (Ziel: Maximum), untergeordnetes Kriterium die Durchlaufzeit (Ziel: Minimum) an den einzelnen Bearbeitungsstationen. Zur Entkopplung der verschiedenen Bearbeitungsgeschwindigkeiten aufeinander folgender Fertigungsschritte werden dynamisch betriebene Zwischenpuffer erforderlich, deren Wirtschaftlichkeit je nach Auftrags- und Bearbeitungsportfolio schwankt. Die zugehörige Optimierungsrechnung hat als Ziel minimale Bearbeitungskosten, was zu maximal möglichen Losgrößen (Serien) führt und besonders gute Ergebnisse bei einer geringen Variantenvielfalt ergibt. Auf Basis der Optimierungsrechnung wird auch der benötigte Materialbedarf ermittelt und bestellt. Übliche Planungshorizonte sind hierfür 4 – 6 Wochen.

In einer globalisierten Wirtschaft bestehen für jeden Marktteilnehmer ähnliche technische und beschaffungsseitige Rahmenbedingungen (Kosten für Material und Maschine). So verbleiben als wettbewerbsbeeinflussende Potenziale für die Erreichung günstigster Kosten bei vergleichbaren Produkten die organisationsbedingten Kosten (Standortfaktoren, Logistik und Ablauforganisation) und die stückbezogenen Personalkosten. Die Möglichkeiten der Kostenreduzierung in diesen Feldern sind standortbedingt begrenzt. Um trotzdem unter diesen Bedingungen ausreichende Erträge zu erwirtschaften, haben die Unternehmen zwei Möglichkeiten: a) höherwertigere, individualisierte und lokalisierte Produkte anzubieten und b) hierfür ihre fertigungsseitige und ablauforganisatorische Flexibilität zu erhöhen. Dies führt am Beispiel der Möbelfertigung auf Grund der riesigen, möglichen Variantenvielfalt zur Anforderung der optimierten Gestaltung und Steuerung einer Fertigung mit Losgröße 1.

Für die unternehmerische Praxis lässt sich diese Situation wie folgt interpretieren: Während in der Vergangenheit der Augenmerk auf der hohen Auslastung von Anlagen mit möglichst ähnlichen Produkten zu wettbewerbsfähigen Stückkosten führen sollte, so geht es bei der Fertigung individualisierter Produkte darum, minimale Stückkosten durch minimale Durchlaufzeiten in der Fertigung zu erreichen.

1.1 Paradigmenwechsel durch individualisierte Produkte: Verlagerung der Berechnung optimaler Bearbeitungsreihenfolgen in die operative Steuerungsebene

Unter den Bedingungen einer auftragsgesteuerten, kundenindividuellen Fertigung stossen die bisher für die Serienfertigung entwickelten und genutzten Planungs- und Optimierungsmethoden an eine Grenze. Sie führen zu zusätzlichen Lager- und Kommissionieroperationen, zu hierdurch verlängerten Durchlaufzeiten und Lieferfristen und zu einer erhöhten Umlaufmittelbindung. Da ständig neue, verschiedenartige Aufträge in das System eingetragen werden, kann eine gestern ermittelte optimale Fertigungsreihenfolgelösung heute bereits nicht mehr optimal sein. Im Prinzip hat man es mit einem sich ständig verändernden Auftragsvorrat zu tun. Die nachfolgenden Gleichungen 1 und 2 sollen dies für den Auftragsvorrat verdeutlichen:

- Auftragsvorrat bei Serienproduktion

$$Z_s(t) = \{n * Z_{es}(t)\}, \quad \text{(Gleichung 1)}$$

wo n – Anzahl der Erzeugnisse

$Z_{es}(t)$ – Auftrag für ein Erzeugnis

- Auftragsvorrat bei individualisierter Produktion

$$Z_1(t) = \{\sum Z_{ei}(t), \text{ mit } e = 1, 2, \dots, N_z(t)\}, \quad \text{(Gleichung 2)}$$

wo $N_z(t)$ – Anzahl der Aufträge im Moment der Optimierungsrechnung

Damit wandelt sich die Ermittlung der optimalen Bearbeitungsreihenfolge aus einem für den Zeitraum T statischen, heuristisch lösbaren Problem in ein für diesen Zeitraum komplexes dynamisches Problem und eine mehrdimensionale

Optimierungsaufgabe. (siehe auch Emelyanov, VV und Stautmeister, T (1999)). Die resultierende Schwierigkeit veranschaulichen die Gleichungen 3 und 4 (const. = konstant, var. = variabel):

■ Auftrag bei Serienproduktion

$$Z_{es}(t) = \{OP_{esi}, T_p, t_p, M_p, K_i\}, \quad (\text{Gleichung 3})$$

wo OP_{esi} – technologische erforderliche Operationsreihenfolge; const.

T_{esi} – Geplanter Fertigstellungstermin des Auftrages; var.

T_{esi} – Zeitpunkt der Auftragserfassung; var.

M_{esi} – Materialmix für den Auftrag; const.

K_{esi} – Stückkosten für den Auftrag; const.

■ Auftrag bei individualisierten Produkten

$$Z_{ei}(t) = \{OP_{eii}, T_{eii}, t_{eii}, M_{eii}, K_{eii}\}, \quad (\text{Gleichung 4})$$

wo OP_{eii} – technologische erforderliche Operationsreihenfolge; var.

T_{eii} – Geplanter Fertigstellungstermin des Auftrages; var.

T_{eii} – Zeitpunkt der Auftragserfassung; var.

M_{eii} – Materialmix für den Auftrag; var.

K_{eii} – Stückkosten für den Auftrag; var.

Während der Optimierungsrechnung sind in eine ursprünglich vorliegende Ausgangsreihenfolge operativ immer wieder neue, optimaler (aus wirtschaftlicher Sicht) geeignete Aufträge einzuordnen. Wo dies zumutbar und möglich ist, werden wegen der endlichen Kapazitätsverfügbarkeit bereits eingeplante Aufträge nach hinten verschoben. Diese Situation ist vergleichbar mit üblichen, so genannten »Schnellschüssen«, wo Aufträge kurzfristig berücksichtigt werden müssen, um operativ entstandene Fehlbedarfe oder Ausfälle zu kompensieren.

Ein geeignetes System könnte davon ausgehen, diesen Fall als Normalfall zu betrachten. Die Entscheidung wird zum spätestens möglichen Zeitpunkt getroffen. Ein Planungsergebnis würde für die Steuerung erst dann gültig, wenn die unmittelbare Bearbeitung beginnt. Die Optimierungsrechnung muss sich damit in den Aufgabenbereich der operativen Feinplanung und -steuerung verlagern. Die übergeordnete Ebene beschränkt sich auf Material- und Ressourcenbedarfsberechnungen.

1.2 Neuformulierung der Optimierungsaufgabe

»Auftragsbearbeitungsreihenfolge«

Zum übergeordneten Kriterium für die Optimierungsrechnung wird die Gesamtdurchlaufzeit des Auftrages (Ziel: Minimum), untergeordnetes Kriterium ist die Auslastung der einzelnen Aggregate und Maschinen (Ziel: Maximum).

Berücksichtigt man die weiter oben beschriebenen Bedingungen, so ergibt sich eine mathematisch nicht lösbare Gleichung der Optimierung über einen faktisch unendlichen Zeithorizont. Ein Ausweg besteht darin, das Planungsintervall soweit wie möglich zu verkürzen und mit temporär optimalen Ergebnissen

zu arbeiten. Diese sind im Vergleich mit der verringerbaren Durchlaufzeit, der Umlaufmittelbindung und Lager- oder Handhabungskosten bewertbar.

Will man unter diesen Bedingungen ein möglichst gutes Optimierungsergebnis ermitteln und operativ benutzen, muss die Durchlaufzeit für die Bearbeitung auf das mögliche Minimum reduziert werden und die verwendete Ausrüstung maximal operationsflexibel und schnell, möglichst automatisch, umzurüsten sein. Da der jeweilige Auftragsmix marktbedingt zufällig entsteht und damit nicht optimal vorausschauend geplant werden kann, muss entweder eine modell- und wissensbasierte Steuerung oder deren abgerüstete Variante – eine situationsbasierte, permanente Soll-Ist-Vergleichssteuerung mit integrierter Reihenfolgeoptimierung – vorgesehen werden. Hierfür ist es erforderlich, die Situation des vorhandenen Fertigungssystems dynamisch, also Einzelteil und Bearbeitungsschritt bezogen zu erfassen. Hierzu ist die Anwendung einer automatischen Identifikationstechnologie, z. B. der Barcodekennzeichnung oder RFID-Technologie (RFID – Radio-Frequenz-Identifikation; Funktechnologie, siehe auch Finkenzeller (2006)) hilfreich.

Die Materialbewirtschaftung einer solchen Fertigung muss damit auch verändert werden. Die über ein herkömmliches Planungssystem berechneten Beschaffungsvorschläge behalten nach wie vor eine bestimmte Gültigkeit, da die berücksichtigten Aufträge ja abgearbeitet werden. Es kann nur sein, dass dies zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt. Für die aus Optimierungsgründen neu »eingeschobenen« Aufträge muss das erforderliche Material schnellst möglich verfügbar sein, es wird also eine Flexibilisierung der Beschaffung bei steigender Vielfalt der Materialien und Komponenten erforderlich.

2 Beispiele für die Umsetzung der Reorganisationsstrategie an Beispielen aus der Holzbearbeitung

Für Anwendungsfälle in der Holzbearbeitung konnten verschiedene Optionen zur Reorganisation individualisierter, auftragsgesteuerter Fertigungen entwickelt und umgesetzt werden. Diese umfassen immer sowohl die Gestaltung des Informationsflusses, als auch des Materialflusses. Nachfolgend sollen hierfür einige umgesetzte Lösungen beispielhaft beschrieben werden.

2.1 Knickarmroboter – vom Handhabungsaggregat zum Bearbeitungsaggregat

Als Stand der Technik werden heute Knickarmroboter zur automatischen Beschickung von CNC-gesteuerten Bearbeitungszentren eingesetzt. Die Verkettung einzelner Fertigungsschritte bzw. deren Integration ermöglichen eine Reduzierung der zum Einsatz kommenden Handhabe und Kommissionier Operationen. Auch diese Prozesse lassen sich mittels Robotern automatisieren. Die Verwendung flexibler CNC-Bearbeitungszentren ermöglicht darüber hinaus ein automatisches Rüsten mit minimalen Rüstzeiten.

Die verbesserte Wiederholgenauigkeit von Knickarmrobotern ermöglicht es, diese zunehmend auch als Bearbeitungsaggregate einzusetzen. Entsprechende Lösungen werden in der Literatur seit einigen Jahren (z. B. Stautmeister u. a. (2008)) vorgestellt. Typisch für den wirtschaftlichen Nutzen dieser Lösungen ist die zugehörige Reorganisation der Operationsreihenfolge, z. B. das Anbringen der Dichtungsgummis vor der Fensterflügelmontage (Stautmeister und Bieri (2006)).

Arbeitet ein Knickarmroboter als Beschick Aggregat für ein CNC-Bearbeitungszentrum in einer automatisierten Fertigungszelle, so kann die Funktionalität der Zelle erheblich ausgeweitet werden, indem der Roboter durch Einwechseln eines Bearbeitungsaggregates an Stelle des Greifers zur ergänzenden Maschine wird. (siehe auch Abbildung 1).

Der nächste logische Schritt ist die Entwicklung und Integration von automatisiert nutzbaren Verfahren, die ganze Arbeitsschritte überflüssig werden lassen. Beispielhaft hierfür wird das Verfahren des Thermoglättens vorgestellt.

2.2 Ersatz des manuellen Schleifens durch das automatisierbare Verfahren »Thermoglätten«

Das Thermoglätten wurde in der technischen Umsetzung und angepasst an den automatischen Betrieb mit CNC-gesteuerten Bearbeitungszentren u. a. durch Fuchs und Rehm (2006) und an Robotern als Bearbeitungsaggregat durch Stautmeister (2009b) (siehe auch Abbildung 1) beschrieben.

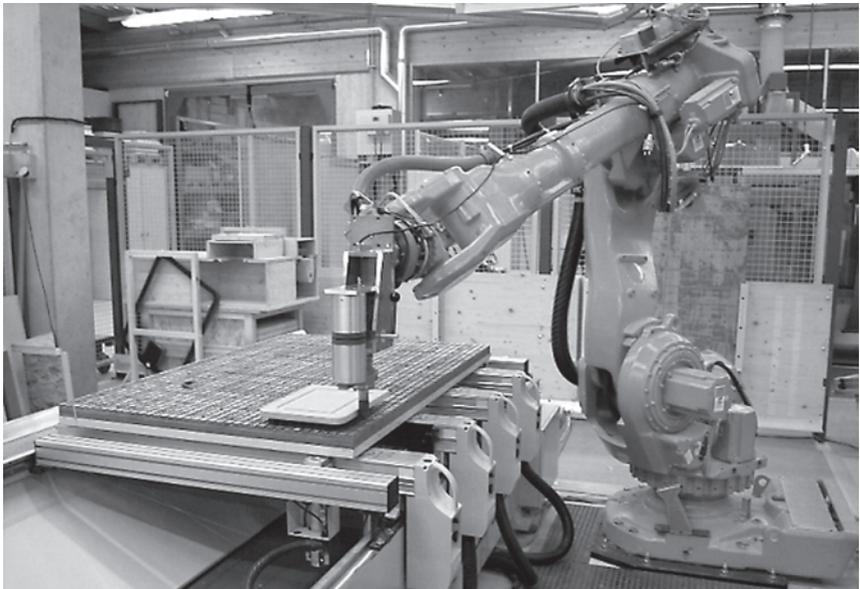


Abbildung 1: Robotergestützte Glättoption an einem Knickarmroboter
(Quelle: Berner Fachhochschule)

Die Idee des Verfahrens besteht darin, aufstehende Holzwerkstofffasern im Gegensatz zum spanenden Abtragen mittels Schleifen dauerhaft in einen Materialverbund aus Fasern und Holzinhaltstoffen einzubinden und dadurch die Oberflächen Rauigkeit zu reduzieren. Dazu werden die Holzinhaltstoffe unter Einwirkung von Temperatur verflüssigt und durch Druckeinwirkung und Abkühlung plastisch dauerhaft verformt und die Fasern gleichzeitig in diesen Verbund eingebettet (siehe Abbildung 2). Im Ergebnis wird eine spannungsfrei feinbearbeitete Oberfläche ausgeprägt.

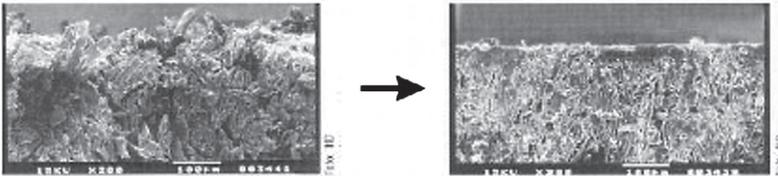


Abbildung 2: REM Aufnahmen gefräster (links) und geglätteter (rechts) Oberflächen (Quelle: Netzwerk Thermoface, TU Dresden)

Dieses Verfahren ist insbesondere geeignet, bei gefrästen Profilen die vor dem Beschichten nötigen und üblichen, oftmals mehrfach durchzuführenden Zyklen manuelles Schleifen – Füllen oder Grundieren bzw. Lackieren erheblich zu reduzieren und dadurch sowohl die nötige Bearbeitungszeit zu verringern, als auch manuelle Tätigkeiten durch automatische Bearbeitung zu ersetzen. Neben einer Verkürzung der Prozesszeit, wird eine bessere Oberflächenqualität und –geometrie erreicht und die Möglichkeit eröffnet, nachfolgend dünnere Lackschichten, Folien oder Pulverlack aufzubringen.

2.3 Adaptive Steuerung einer flexibel automatisierte Fertigungszelle für Losgröße 1 und mannlose Bedienung

Bei der mannlosen Bearbeitung individueller Teile aus Holz oder Holzwerkstoffen in einer flexiblen Fertigungszelle, bestehend aus Roboter und CNC-Bearbeitungszentrum, entstehen einige spezifische Forderungen:

1. Der Roboter muss beim Aufnehmen und Ablegen flexibel auf unterschiedliche Teilegeometrien reagieren können.
2. Gegebenenfalls ist eine von der Dekorrichtung abhängige Bearbeitungsrichtung zu unterstützen.
3. Die Teile können in nicht idealer Lage auf einem Ladungsträger liegen.

Auf diese Forderungen wird reagiert, in dem man die Robotersteuerung mit einem Bildverarbeitungssystem (auch CV) koppelt und entsprechende Bildauswertungs- und Lagekorrekturalgorithmen einsetzt.

Im mannlosen oder Automatikbetrieb der Bearbeitung in Losgröße 1 erfolgt der Rüstprozess des Bearbeitungszentrums bauteilabhängig (adaptiv). Davon betroffen sind:

1. die bauteilabhängige Positionierung der Vakuumspannsysteme für die Bauteile (Sauger),
2. die Prüfung der Verfügbarkeit der benötigten Werkzeuge mit eventueller Intervention,
3. das automatische und bauteilabhängige Laden der entsprechenden Bearbeitungsprogramme.

Zur Automatisierung dieser Prozesse wird das Bauteil individuell und automatisch lesbar gekennzeichnet. Da in der Holzverarbeitung oftmals farbgebende oder Schichten abdeckende Verfahren zur Erreichung der Endoberfläche zum Einsatz kommen, ist der Einsatz eines ohne Sichtkontakt arbeitenden Systems (RFID) zu bevorzugen. In der Literatur (Stautmeister (2007), Stautmeister (2009a)) wird eine entsprechende Lösung für die flexible, automatisierte Montage von individuellen Fensterflügeln beschrieben.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Forderungen wurde eine entsprechende, flexibel automatisierte und adaptiv gesteuerte Fertigungszelle, bestehend aus CNC-gesteuertem Bearbeitungszentrum, Knickarmroboter, CV-System und RFID-System entwickelt und eingerichtet, welche beliebige Bauteilgeometrien

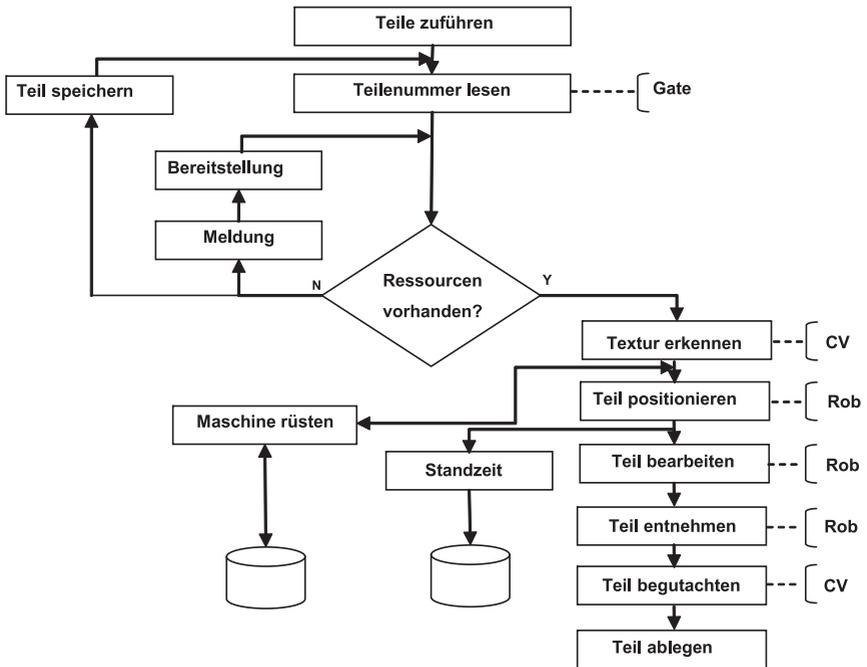


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Steuerungsabläufe in einer flexiblen und adaptiv gesteuerten Fertigungszelle (Gate – Leseeinrichtung im RFID – System, CV – Bildverarbeitungssystem, Robotersteuerung, CNC – CNC – Steuerung)

flächiger Holzwerkstoffbauteile (Möbelbauteile) mit den verschiedensten Bearbeitungsoperationen in einer Aufspannung bearbeiten kann und dabei gesteuert durch das jeweilige Bauteil in Losgröße 1 mannlos gerüstet und betrieben werden kann. Abbildung 3 zeigt den groben schematischen Ablauf der zugehörigen Prozesse und das Zusammenwirken der Systeme.

3 Zusammenfassung

Eine immer flexiblere Organisation der Fertigung und eine sinnvolle Automatisierung der zugehörigen Handhabe-, Bearbeitungs- und Logistikprozesse befördern die Entwicklung und Umsetzung von Lösungen, um individualisierte Produkte in hoher Wiederholqualität, steigender Variantenvielfalt und in minimal nötigen Zeiträumen zu fertigen und dadurch die Stückkosten auf ein wettbewerbsfähiges Niveau zu reduzieren. Aus technischer und organisatorischer Sicht erfordert dies die objektivierte Bewertung und Reorganisation der Arbeitsabläufe, die Entwicklung und den Einsatz kostensenkender Verfahren und die Reduzierung der Handhabekosten durch Prozessintegration und Robotereinsatz bei einer CNC-gesteuerten Bearbeitung.

Eine besondere Schwierigkeit in der Holz verarbeitenden und Möbel herstellenden Branche besteht darin, dass man sich hier marktgetrieben hin zur Losgröße 1 bewegt und diese sich immer seltener auf Baureihenbasis abbilden lässt. Es handelt sich um Fertigungsobjekte, die in der Vergangenheit nach Bearbeitungskriterien, sortiert in Gleichteile mit der Methode einer Serienbildung gefertigt werden konnten, heute jedoch durch die zum Einsatz kommende Vielfalt an Materialien, Dekoren, Beschlägen, frei geplanten Kundenvarianten und Maßkombinationen so individuell werden, dass faktisch anstatt von einer losweisen Fertigung mit monatlichem Planungshorizont von einer industriellen, individuellen Einzelfertigung ausgegangen werden muss. Damit sind auch alle technischen Verbesserungsmaßnahmen mit diesem Fokus zu betrachten.

Wissenschaftlich resultiert daraus die Aufgabe, Fertigungsabläufe so zu integrieren und anteilig zu verkürzen, dass individuelle Auftragsdaten mit individuellen Geometrie- oder Produktdaten und individuellen Bearbeitungsdaten mit Hilfe standardisierter Aggregaten und Maschinen wirtschaftlich genutzt werden können, ohne auf bisher bewährte Methoden der Reihenfolgeoptimierung, Zwischenlosbildung und der Bearbeitungssynchronisierung zwischen den Maschinen zurückgreifen zu können. Ein Lösungsweg besteht in der Anwendung von Reihenfolgeoptimierungslösungen in der operativen Steuerung zur Verringerung der Planungszeiträume und in einer Durchlaufzeit reduzierenden Gestaltung der Fertigungsabläufe. Die heute verfügbare technische Ausstattung ist geeignet, diese Vorgehensweise zu unterstützen.

Quellen

- Emelyanov, VV und Stautmeister, T (1999). »Operativnoje Upravlenije Raskrojem Lesomateriala na lesopererabatyvajuštschem Predprijatii«, ANVIK Moscow, Seiten 39 – 45.
- Finkenzeller, K (2006). »RFID Handbuch«, 4., Aktualisierte und überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag München Wien, S. 2 - 7.
- Fuchs, I und Rehm, K (2006). »Rationelle Feinbearbeitung von MDF mittels Thermoglätten«, In: Tagungsunterlagen »Automation in der Holzwirtschaft«, 12./13.10.2006, Berner Fachhochschule, Biel, Seiten 1 – 8.
- Stautmeister, T und Bieri, M (2006). »Prozessreorganisation am Beispiel der automatisierten Fenstermontage und -verklebung«. Schweizer Holz-Revue (2006) 12. S. 25 – 27.
- Stautmeister, T (2007). RFID-Einsatz in der Holzindustrie für eine bessere Prozesstransparenz und Qualitätssteuerung. Vortrag und Veröffentlichung im Tagungsband des 9. Seminars für die Holzindustrie und Forstwirtschaft vom 27.02.2007; Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau; CH – 2504 Biel/Bienne.
- Stautmeister, T. u. a. (2008). »Roboteranwendungen in der Holzwirtschaft – BEST PRACTICE Beispiele«; Berner Fachhochschule – Architektur, Holz und Bau. ISBN-13: 978-3-9523198-4-0.
- Stautmeister, T (2009a). »Fensterflügel in Losgrösse 1«. Glas+Rahmen 06.09, Verlagsanstalt Handwerk GmbH, Düsseldorf; S. 32 –33;
- Stautmeister, T (2009b). »Anlagenlösungen für automatisiertes Thermoglätten – Konzepte, Lösungen, Erfahrungen und Wirtschaftlichkeit.«, Vortrag im Rahmen der Tagung »TüB 5 – Thermoface und Beschichtung«; 1./2.10.2009, Dresden.

Holz ein »historischer« Werkstoff mit Zukunft

Diethard Steinbrecher

Kurzfassung

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff aus dem Plusenergie Bauteile mit einem negativen Global Warming Potential hergestellt werden können. Hinzu kommen sehr gute bauphysikalische als auch Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften bei geringem Eigengewicht (Reißlängen 11 – 30 km, Stahl 4 – 8 km). Im Beitrag wird in einem kurzen historischen Überblick dargestellt wie die Menschen mit diesem einzigen in der Natur vorkommenden, stabförmigen Werkstoff das Bauen lernten. Mit Aufkommen der künstlich erzeugten Werkstoffe Stahl und Stahlbeton wurde Holz weitestgehend aus dem Bereich des Ingenieurbauwes verdrängt. Man »traute« ihm nichts zu. An Hand gebauter Beispiele wird aber die Leistungsfähigkeit des modernen Holzbaues aufgezeigt.

Die vergleichenden Ökobilanzen zeigen, dass der Einsatz von Bauteilen aus Holz oder Holzwerkstoffen in langlebigen Bauwerken zwingend erforderlich ist. Verbautes Holz speichert nicht nur CO₂, sondern Konstruktionsholz erfordert auch entsprechend lange Umtriebszeiten zur Herausbildung von Kernholz. In dieser Wachstumszeit kann sich ein Wald mit stabilem, ökologischem System herausbilden. Nicht befürwortet wird eine Waldnutzung zur Energiegewinnung mit kurz umtriebigen Holzarten.

Abstract

Timber is a renewable resource which can be used to make »Energy Plus« structural units that have a negative global warming potential.

This goes along with very good structural-physical characteristics as well as rigidity and stiffness properties at a low dead weight (tension lengths 11 to 30 km, steel 4 – 8km). In this paper a short historical survey shows the way people learned to construct using this unique natural bar-shaped material. With the introduction and increasing use of the artificially manufactured materials steel and reinforced concrete, the use of timber in the field of civil engineering was reduced since there were some doubts in its »abilities«. The efficiency of modern timber construction is demonstrated by means of structures built.

The comparable ecological balances show that the application of timber units or wooden materials in long-life structures is urgently required. Timber used for construction purposes does not only store CO₂ but also requires long rotation times for the growth of heartwood. In this growing period a forest with a robust and sound ecological system can develop. A forest utilization to generate power with types of timber that are characterised by short term rotating cannot be accepted.

1 Die Geschichte

Die Geschichte des Werkstoffes Holz ist so alt wie die Geschichte der menschlichen Entwicklung. Anfangs nutzten unsere Vorfahren den Baum als Ruhe- und Schutzstätte und als Nahrungsquelle. Sie erkannten aber auch recht schnell, dass der Baum Werkstoffe liefert, die in vielfältiger Form einsetzbar sind. Holz konnte als Wärmequelle genutzt, es konnten Werkzeuge, Transporthilfen oder Waffen hergestellt werden. Es wurden aber auch zufällig über Hindernisse wie Wasserläufe oder Schluchten gestürzte Bäume als Brücken genutzt. Auch bei der Errichtung von Unterständen, geschützten Vorratslagern und einfachen Behausungen lernte man die Vorteile des natürlich vorkommenden, stabförmigen Werkstoffes Holz schnell kennen und schätzen. Wurden in der Zeit des Jungpaläolithikums noch provisorische Unterstände aus Ästen, Tierknochen und -häuten errichtet (Abbildung 1), waren es im Neolithikum bereits dauerhaftere Unterkünfte, bestehend aus einem Holzskelett und Lehmwänden (Abbildung 2).



Abbildung 1: Rekonstruktion einer jungpaläolithischen Jägersiedlung [7]



Abbildung 2: Rekonstruktion eines Wohnhauses aus der Tripoljekultur (4.000 – 3.000 v.u.Z) [7]

Es folgten bald die ersten Pfahlbauten als Vorläufer der heutigen modernen Skelett-, Fachwerk- oder Blockbauten. Aber auch hauswirtschaftliche Geräte (Webstuhl, Waagen, Pressen, Tröge usw.), Gebrauchsgegenstände (Teller, Löffel, Schalen) oder Musikinstrumente wurden aus Holz hergestellt. Holz war so wichtig, dass der Baum in vielen Religionen zum Mittler zwischen den Göttern und den Menschen wurde. Der Baum stand mit seinen Wurzeln fest in der Erde und ragte mit seiner Krone in den Himmel. Wälder wurden als Sitz von Göttern und Geistern angesehen. In vielen Religionen taucht der Baumkult auf als »Baum des Lebens«, »Baum der Erkenntnis«, »Heiliger Baum« oder »Baum des Kreuzes« [1; 2; 3; 4; 5; 6].

Bis Anfang des 19. Jahrhunderts war Holz auch im Bauwesen der dominante Werkstoff, wenn es um den Einsatz stabförmiger Bauteile ging. Die Epochen bis 1800 können auch als »hölzernes Zeitalter« bezeichnet werden (Abbildung 3) Da aber der Wald nicht nur zur Bauholzgewinnung genutzt wurde, sondern man auch für andere Gewerbe Bäume einschlug, wie z. B. Schiffbau (Abbildung 4), Köhler, Pottaschesieder, Schmelzöfen, Glashütten, und Wald auch

landwirtschaftlichen Flächen weichen musste, führte dieses zum Raubbau mit entsprechenden negativen Auswirkungen auf das Ökosystem.

Großflächige Waldabholzungen im Mittelmeerraum führten zur Verkarstung und Versteppung ganzer Landstriche (z. B. Sizilien, Dalmatinische Küste, Griechenland, Italien, Libanon usw.). Besonders stark betroffen war der Zedernbestand im Libanon. Zedern können 2.000 – 3.000 Jahre alt werden, einen Durchmesser bis 2 m und eine Höhe bis 30 m erreichen. Die ersten Berichte über den noch intakten Zedernwald im Libanon finden sich im Gilgameschepos (Land des Lebens oder Land des Zedernschlages).

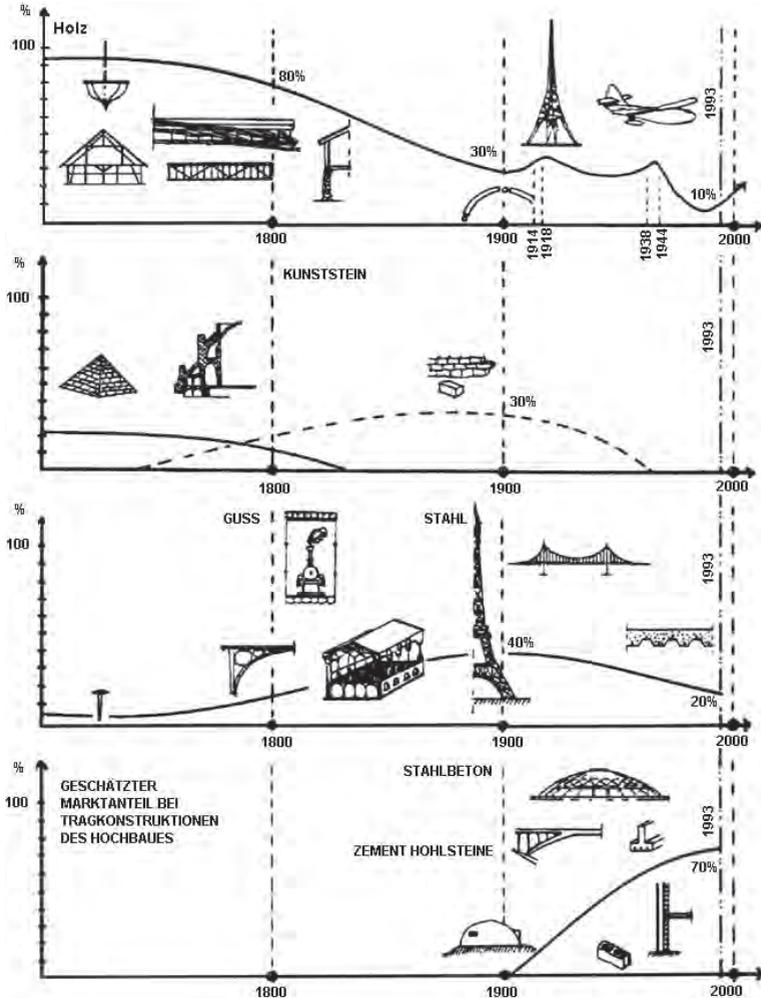


Abbildung 3: Geschätzter Marktanteil ausgewählter Werkstoffe im Hochbau



Abbildung 4: Bauteilgewinnung für den Schiffbau [8]
 Holzteile für: a) Knie, b) Krummholz, c) Geradholz, d) Gabelholz

Diese Zedernwälder lieferten bereits um 2.500 v. u. Z Holz in das fast baumlose Ägypten. Tutmosis III ließ die Zedernwälder zur königlichen Domäne erklären und beugte damit einem unkontrollierten Holzeinschlag vor. König Salomon (ca. 966 – 926 v. u. Z.) ließ der Sage nach für die Bundeslade und andere Kultgegenstände in Jerusalem einen Tempel errichten und für sich einen Palast (Libanonwaldhaus). Neben Quadersteinen und Lehmziegeln sollen große Mengen Zedern- und Zypressenholz aus dem Libanon zum Einsatz gekommen sein. Der (überlieferte) Handelsvertrag sagt aus, dass König Salomon für Zedernbäume, Zypressen und Gold zwanzig Städte im Land Galiläa dem König von Tyros, Hiram, übergab. In der Herrschaftszeit der Assyrer und Babylonier wurde der Holzeinschlag im großen Stiel weitergeführt. Für den Holztransport vom Libanon nach Assur oder Babylon wurde ein umfangreiches Straßennetz durch die syrische Wüste angelegt. Es waren bis zu 1.000 km Transportweg zurückzulegen. Während die Assyrer die Holzbestände weder schonten noch schützten, stellten die Perser die Zedernwälder bereits unter den Schutz eines königlichen Forstbeamten. Auch Alexander der Große trug seinen Beitrag zur Vernichtung der Zedernwälder bei.

Bei der Belagerung von Tyros ließ er nicht nur einen ca. 600 m langen Pfahl-damm an die schwer befestigte Seestadt heran bauen, sondern auch 50 m (20 Geschosse) hohe Belagerungstürme bauen. Der Einschlag von Holz für seine Kriegsschiffe ließ die Wälder weiter schrumpfen. Erst die Römer unter Kaiser Hadrian haben die Restbestände des Libanonwaldes wieder unter besonderen Schutz gestellt. Die Veränderungen der Umweltbelastung in der byzantinischen Zeit

fürhten zur fast endgültigen Vernichtung der Waldbestände. Auf Grund günstiger klimatischer Bedingungen und ausreichendem Wasserangebot siedelten immer mehr Menschen auf den Gebirgsterassen und am Fuß des Libanon. Ihre Schafe und Ziegen waren die hauptsächlichen Waldzerstörer (Abfraß des Jungwuchses der Zedern). In der modernen Zeit taten der im osmanischen Reich beginnende Eisenbahnbau und der Holzbedarf der Köhlereien ihr übriges. Nur ein kleiner Restwald überlebte, die ehemals dicht bewaldeten Gebirgsregionen sind waldlos.

Im Spätmittelalter machte sich auch in Europa ein akuter Holznotstand bemerkbar. Ursache waren eine exzessive Rodung und großflächige Waldzerstörung in Folge unregelmäßiger Brennholzgewinnung, der Bauholzversorgung von Salinen, des Bergbaues, des Hüttenwesens, des Schiffbaues und des Städtebaues. Holz arme Länder wie England oder Holland führten Kriege, um an Bauholz für Schiffe zu kommen. Im Einflussbereich Venedigs war es bei Todesstrafe verboten, einen Baum zu fällen, wenn er nicht besichtigt und entweder als Schiffsbauholz eingezogen oder als wertlos frei gegeben wurde. Allein für ein mittleres Kriegsschiff wurden in 16. Jahrhundert mehr als 2.000 Eichen benötigt.

Zitat aus »Holz als Brennstoff im hölzernen Zeitalter« (Deutsches Museum) [20]: »Der Philosoph Immanuel Kant sah in seiner Schrift »Zum ewigen Frieden« (Königsberg 1795) ein Werk der Vorsehung darin, dass Holzstämme durch Flüsse in Gegenden getragen würden, die daran Mangel litten. Mit dieser Zuversicht stand er ziemlich allein. Der Humanist Melanchton prophezeite, es werde »der Welt an drei Dingen mangeln: an guter Münze, an Holz und an guten Freunden.« Colbert, Finanzminister unter Ludwig XIV., meinte pessimistisch: »Frankreich wird aus Mangel an Holz zugrundegehen.« Er erließ 1669 eine Forstschutzverordnung. Auch der Physiker Réaumur warnte 1721 eindringlich vor Holzangel. Der französische Marineinspekteur Duhamel du Monceau verfasste zwischen 1755 und 1767 eine Reihe grundlegender Schriften zum Forstwesen und begründete damit die Forstwissenschaft.

Einen bedeutenden Einschnitt in der von uns betrachteten Epoche bildete die Wandlung des Waldes vom allen zugänglichen Gemeinbesitz zum Privatbesitz, die Wandlung des Holzes vom reichlich vorhandenen Naturprodukt zum knappen Wirtschaftsgut mit festen Preisen. Indem die Bauern den Gemeinwald als Privatbesitz unter sich aufteilten, entzogen sie der unterbäuerlichen Schicht die Existenz (Waldmast der Schweine, Weide für die Ziegen). Auch die Waldgewerbe (Köhler, Pechbrenner, Pottaschesieder) wurden verdrängt. Im Bayerischen Wald galten die Pechbrenner zum Teil als vogelfrei und durften von den Förstern niedergeschossen werden.

»Holzangel! Holzteuerung! Ist die allgemeine Klage in fast allen großen und kleinen Staaten von Deutschland!« schreibt Christian Laurope 1798 in seinen »Freimütigen Gedanken über den Holzangel«. 1780 musste eine durchschnittliche Berliner Familie erstmals mehr Geld für Brennholz als für Brot ausgeben. 1821 wurde in Preußen ein Allgemeines Holzdiebstahlgesetz erlassen. 1850 kamen dort

auf 35.000 gemeine Diebstähle 265.000 Holzdiebstähle! Karl Marx empörte sich als junger Anwalt (1842), »dass dem modernen Staat das Holz wichtiger sei als der Mensch.«

Mangel macht erfinderisch, so auch der Mangel an Brennholz für die Wohnbeheizung. Johann Jakob Schübler konstruierte holzsparende Öfen (Abbildung 5), Benjamin Franklin entwarf 1742 einen holzsparenden Ofen, Friedrich der Große ließ 1763 ein amtliches Preisausschreiben über »einen Stubenofen, so am wenigsten Holz verzehret« veröffentlichen (Preisträger J. P. Baumer mit dem »Berliner Kachelofen«). Aber auch Goethe setzte sich mit diesem Problem auseinander und entwickelte gemeinsam mit dem Schmiedemeister Pflug einen Ballonofen (Abbildung 6).

Man erkannte, dass es bei einer Fortführung der bestehenden Waldbehandlung zu einer Verknappung des Holzes kommen würde. Die Auswirkungen auf die gesamte Volkswirtschaft wären verhängnisvoll.

Man ging zu einer Waldnutzung über, die sich am Naturvermögen und an der Naturproduktivität des Waldes orientierte.

Nützliche Vorstellung und deutlicher Unterricht/
 Von
 Zierlichen, bequemen und Holz ersparenden
Stuben-Öfen,
 Wie selbige
 In den nach der heutigen Civil-Bau-Kunst
 eingerichteten Zimmern/ mit aller Wohlstandigkeit/
 und unter geziemender Symmetrie, proportionirt auf-
 geführt werden können;
 Dieß
 allen und jeden zur Praxi nöthigen messuren,
 auch den
 in gehöriger Ordnung aufeinander folgenden
**Verstückungen,
 Grund-Rissen und Profilen/**
 wodurch man
 So wohl die innerliche Structur, als das äußerliche Ansehen
 um so viel leichter begreifen: als nicht reiniger, aus einem wahren
 Grund, ohne Anstoß, von der Möglichkeit, zur wirklichen That führen
 zu können.
 Allen Liebhabern der vollständigen Architectur/
 Insonderheit aber
 Künstlichen und andern Werk-Leuten zum besten/ auf solche vortheil-
 hafte Art inventirt, geschribet und nach den gegebenen Mustern zu vollstän-
 digen ausgefertiget
 von
Johann Jacob Schübler.
 In Nürnberg,
 In Verlegung, Johann Christoph Neigis, Kunst-Händlers, bei Wittenb.
 Gedruckt bey dessen Verlegung, 1728.

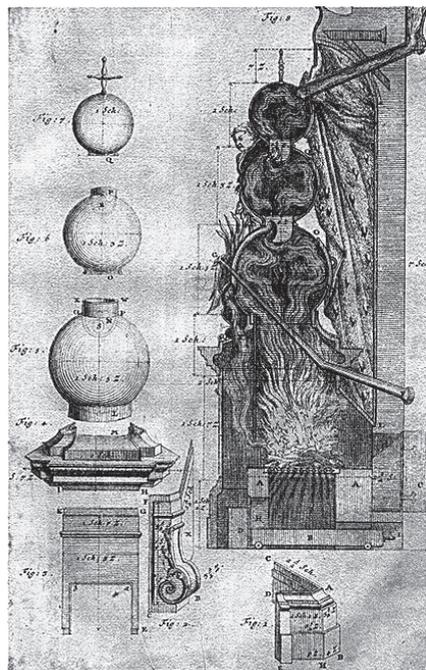


Abbildung 5: Buch und Kugelöfen von J. J. Schübler (1728) [20;21]

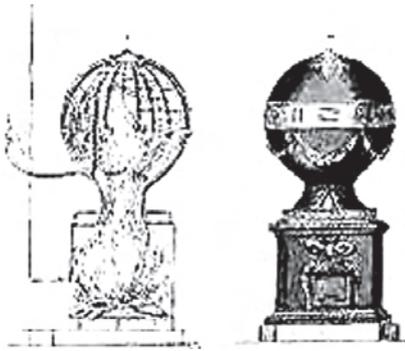


Abbildung 6: Goethes »Mongolfiere-Ofen« (1786) [20;21]



Abbildung 7: Oberberghauptmann Johann Carl von Carlowitz (1645 – 1714) [9]

Der Freiburger Berghauptmann Hannes Carl von Carlowitz (Abbildung 7) schrieb 1713: »Wird derhalben die größte Kunst, Wissenschaft, Fleis und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen, wie eine sothane Conservation und Anbau des Holzes anzustellen, dass eine continuierliche, beständige und nachhaltige Nutzung gebe; weil es eine unentberliche Sache ist, ohne welche das Land in seinem Esse (Wesen, Dasein) nicht bleiben mag.«

Bereits wenige Jahrzehnte später wurde der Begriff der »Nachhaltigkeit« von fast allen Forstwissenschaftlern und Forstpraktikern Mitteleuropas verwendet. Diese Nachhaltigkeit (hier noch Nachhaltigkeit der Holzträger) ist bis heute das Grundgesetz der geregelten Waldwirtschaft in Deutschland, d. h., es darf nicht mehr Holz genutzt werden, als nachwächst.

Seit Rio 1992 wird der Begriff der Nachhaltigkeit auf alle Lebensbereiche ausgedehnt. Im Zusammenhang mit der Waldbewirtschaftung wird jetzt unter Nachhaltigkeit das Streben nach ständiger Bereitstellung und Optimierung **aller** Waldfunktionen zum Nutzen der gegenwärtigen und **zukünftigen Generationen** verstanden.

Gegenwärtig wächst in der BRD mehr Holz nach, als geerntet wird. Auch die Waldflächen nahmen in den letzten Jahren zu (Tabelle 1; Tabelle 2). Eine der Voraussetzungen dafür, dass sich diese Tendenz nicht umkehrt, ist auch der verstärkte Einsatz von Holz als konstruktiven Werkstoff im Bauwesen.

Bauschnittholz wird aus Kernholz- bzw. Reifholzstämmen gewonnen. Ein ausreichender Kernholzanteil bildet sich aber z. B. bei der Fichte nach einer Umtriebszeit von 80 – 110 Jahren, bei Kiefer und Buche nach 120 – 140 Jahren

und bei der Eiche sogar erst nach 120 – 240 Jahren aus. Während dieser Zeit kann sich, eine richtige Waldbewirtschaftung vorausgesetzt, ein intaktes ökologisches System ausbilden, das sowohl der Erholung der Menschen aber auch als Kohlenstoffspeicher dient.

Stehender Holzvorrat – Gesamt [Mio. m ³ m.R.]												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anfangsbestand	2.936	2.991	3.043	3.095	3.147	3.195	3.242	3.291	3.320	3.368	3.414	3.444
Bruttozuwachs	122	122	122	123	123	123	123	124	124	124	114	114
Holzentnahme	-51	-54	-55	-55	-58	-59	-58	-75	-59	-61	-66	-74
Sonstige Änderungen	-16	-16	-16	-16	-17	-17	-17	-20	-17	-17	-18	-19
Wechsel des Nutzungsstatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Endbestand	2.991	3.043	3.095	3.147	3.195	3.242	3.291	3.320	3.368	3.414	3.444	3.464
Stehender Holzvorrat – Verfügbar für Rohholzproduktion [Mio. m ³ m.R.]												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anfangsbestand	2.885	2.938	2.988	3.038	3.087	3.134	3.180	3.226	3.253	3.299	3.344	3.372
Bruttozuwachs	120	120	120	121	121	121	121	122	122	122	112	112
Holzentnahme	-51	-54	-55	-55	-58	-59	-58	-75	-59	-61	-66	-74
Sonstige Änderungen	-15	-15	-16	-16	-16	-16	-16	-19	-16	-17	-18	-19
Wechsel des Nutzungsstatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3
Endbestand	2.938	2.988	3.038	3.087	3.134	3.180	3.226	3.253	3.299	3.344	3.372	3.388
Stehender Holzvorrat – Nicht verfügbar für Rohholzproduktion [Mio. m ³ m.R.]												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anfangsbestand	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	72
Bruttozuwachs	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Holzentnahme												
Sonstige Änderungen	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Wechsel des Nutzungsstatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Endbestand	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	72	76

Tabelle 1: Physische Holzvorratsbilanz (Zeitreihe) [22]

Kein privater Grundbesitzer pflanzt Bäume, wenn er und seine Nachkommen sie nicht nutzen können. Dieses Nutzen beinhaltet auch den gewinnbringenden Verkauf von Bäumen zur Schnittholzgewinnung, zur Herstellung von Holzwerkstoffen, Leimholzprodukten u. ä..

Keine Alternative stellt der massenhafte Einsatz von Holz zu Energiegewinnung dar. Es besteht die Gefahr, dass gewinnorientiert schnellwachsende Baumarten (z. B. Splintholzbäume) bevorzugt angepflanzt und bereits nach 5 – 10 Jahren geerntet werden. Es handelt sich im Regelfall um Monokulturen die zur Arten- und Strukturverarmung von Landschaften führen können. Hinzu kommt,

dass im Holz über Jahrzehnte gespeichertes CO₂ sofort wieder freigesetzt wird, wobei aber die CO₂-Emission im Vergleich zu anderen Energieträgern gering ausfällt. (Abbildung 8). Negative Auswirkungen können sich auch für Holzindustrie ergeben. Der Geschäftsführer des VHI Dr. P. Sauerwein äußerte sich auf dem »Internationalen Tag des Waldes« am 21. März 2010 wie folgt: »Erstmals in der Geschichte der Bundesrepublik haben die Deutschen in den vergangenen Monaten mehr Holz verbrannt als stofflich für Produkte verarbeitet. Mit dieser Vergeudung seines wohl wichtigsten Rohstoffs hat sich Deutschland innerhalb weniger Jahre auf das Niveau von Entwicklungsländern herabgearbeitet, die ihr Holz ebenfalls überwiegend verbrennen.« [29]

Wald und sonstige Flächen mit Bäumen und Sträuchern – Gesamt [Tsd. ha]												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anfangsbestand	10.808	10.837	10.867	10.897	10.923	10.949	10.974	11.000	11.025	11.051	11.076	11.100
Änderungen auf Grund von Bewirtschaftungsmaßnahmen												
Erstaufforstung	10	9	10	7	6	5	6	6	7	4	4	4
Waldumwandlung/Rodung	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2
Natürliche Bestandsveränderung	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Endbestand	10.837	10.867	10.897	10.923	10.949	10.974	11.000	11.025	11.051	11.076	11.100	11.124
Wald und sonstige Flächen mit Bäumen und Sträuchern – Verfügbar für Rohholzproduktion [Tsd. ha]												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anfangsbestand	10.444	10.472	10.501	10.529	10.554	10.579	10.603	10.627	10.651	10.676	10.699	10.723
Änderungen auf Grund von Bewirtschaftungsmaßnahmen												
Erstaufforstung	10	9	10	7	6	5	6	6	7	4	4	4
Waldumwandlung/Rodung	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2
Sonstige Änderungen												
Sukzession	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Wechsel des Nutzungsstatus	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-8
Endbestand	10.472	10.501	10.529	10.554	10.579	10.603	10.627	10.651	10.676	10.699	10.723	10.739

Tabelle 2: Physische Waldflächenbilanz (Zeitreihe) [Auszug aus 22]

Beispiele des Einsatzes von Holzbauteilen im konstruktiven Ingenieurbau zeigen die Abbildung 9 bis 12. Diese Bauwerke sind auch CO₂-Speicher.

Die Zukunftsfähigkeit eines Werkstoffes wird unter anderem auch von seiner Ökobilanz bestimmt werden. Ein dauerhaftes Bestehen der Lebensform Mensch ist nur möglich wenn der Drang zum »technisch Möglichen« ersetzt wird durch »ökologisch Sinnvoll« und endlich der Weg zu einer bedarfsorientierten Wirtschaft eingeschlagen wird.

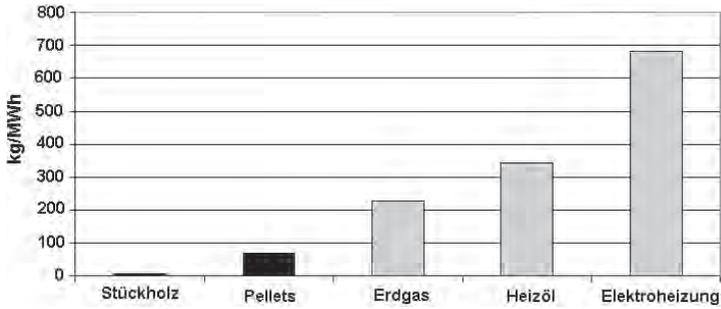


Abbildung 8: CO₂-Emission bei verschiedenen Energieträgern inklusive der Vorketten [27]



Abbildung 9: Straßenbrücke über die Glomma (Norwegen) Foto: Steinbrecher 2008



Abbildung 10: Eissportstadion in Surrey (Kanada) [23, 24]

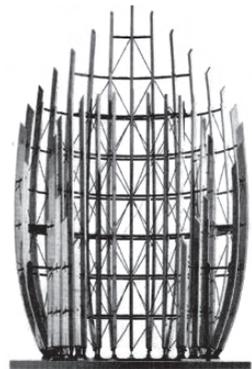


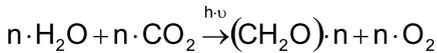
Abbildung 11: Tjibaou Cultural Centre in Noumea, Neu Kaledonien [11]



Abbildung 12: Hamar Olympiahall in Lillehammer (Norwegen) [30]

2 Ökobilanz als Basis für die Zukunft des Werkstoffes Holz

Weltweit wird an der Herstellung effektiver Solarkraftanlagen geforscht, dabei steht die Wirkungsvollste vor unserer »Haustür« und ist seit Jahrtausenden im Betrieb – der Baum. Nur auf der Basis von Sonnenenergie, dem natürlich vorkommenden CO₂, O₂, Wasser und den mineralischen Nährstoffen wird Biomasse produziert. Bei Bäumen entsteht der Hauptteil der Biomasse im Stamm (Tabelle 3), d. h., es bilden sich Holz und Rinde (Borke u. Bast). Während dieses Prozesses wird CO₂ der Luft entnommen und O₂ abgegeben. Diesen Prozess kann man allgemein wie folgt formulieren [12]:



h = »Plank'sches« Wirkungsquantum

ν = Frequenz der Strahlung

h * ν = Lichtquanten

Organismen-Hauptgruppen		Gewicht in Trockensubstanz t/ha
Summe Grüne Pflanzen		275
davon	Blätter der Holzpflanzen	4
	Zweige	30
	Stämme	240
	Kräuter	1
Tiere oberirdisch (ungefähr)		> 0,004 (3 – 5 kg/ha)
davon	Vögel	0,0007
	Großsäuger	0,0006
	Kleinsäuger	0,0025
	Insekten	?
Bodenorganismen (ungefähr)		1,1
davon	Regenwürmer	0,5
	übrige Bodentiere	0,3
	Bodenflora	0,3

Tabelle 3: Biomassen eines mitteleuropäischen Eichen-Hainbuchen-Mischwaldes [12]

Beim späteren natürlichen Abbau der Biomasse (Pilze, Insektenlarven, Bakterien) oder durch Verbrennung entstehen unter Energiefreisetzung wieder CO_2 und H_2O . Als Rückstände bleiben mineralische Stoffe (z. B. in der Asche) übrig. Zu beachten ist, dass der Baum nur soviel CO_2 freisetzt wie er zuvor aufgenommen hat. Gleiches trifft auf die Energiefreisetzung zu, soviel Sonnenenergie wie er aufgenommen hat, kann er auch freisetzen (Abbildung 13). Mit anderen Worten, gewinnt man aus dem Stamm eines Baumes Bauholz und verbaut es, so werden während der gesamten Lebensdauer des Bauwerkes CO_2 und Energie gespeichert. Bei Bedarf kann diese Energie zu einem späteren Zeitpunkt genutzt werden. Sofort nutzbar ist das Energiepotenzial von Alt-, Schwachholz, Holzabfällen, Rinde, Ästen usw. im Herstellungsprozess von Holzprodukten (Tabelle 4).

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass während der Rohholzproduktion vergleichsweise wenig fossile Energie verbraucht wird (Abbildung 14, Abbildung 15).

Der Einsatz fossiler Energie ergibt sich hauptsächlich aus dem Betrieb von Forstmaschinen für die Waldpflege und das Ernten und Rücken des Stammholzes. In Abhängigkeit von der Holzart und den örtlichen Gegebenheiten sind für die Bereitstellung des Rundholzes an der Waldstraße lediglich 1,1 % bis 4,2 % der im Holz gespeicherten Energie erforderlich.

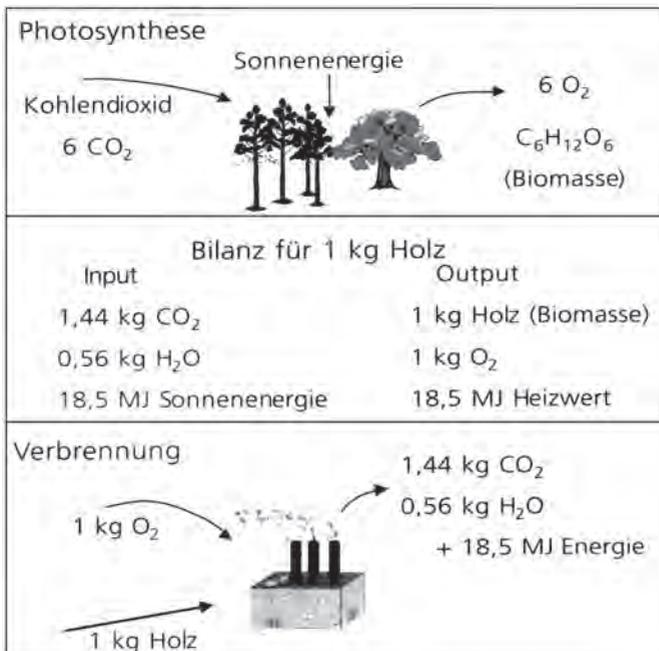


Abbildung 13: Vereinfachte Darstellung der Photosynthese und Verbrennung von Holz/Biomasse [13]

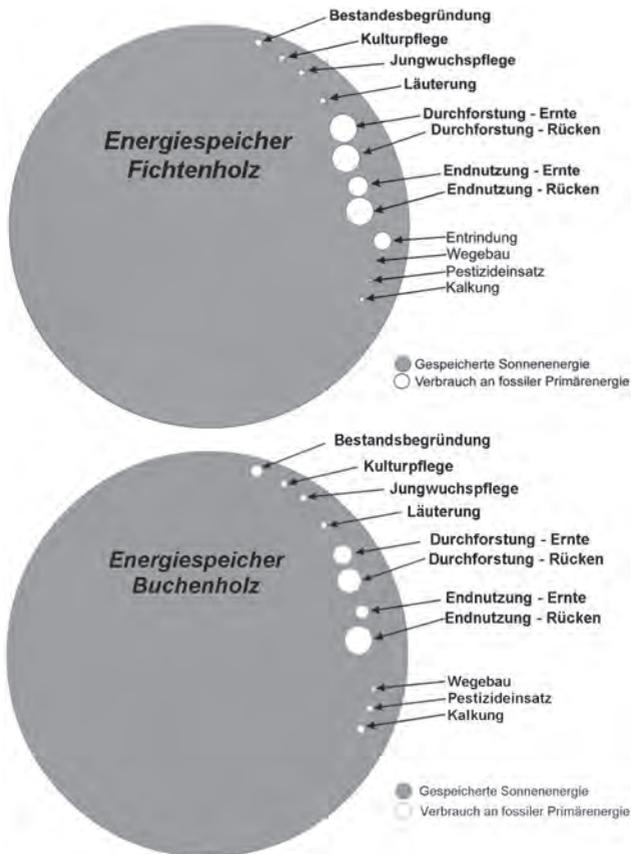


Abbildung 14: Energie-Input der Rohholzproduktion [14]

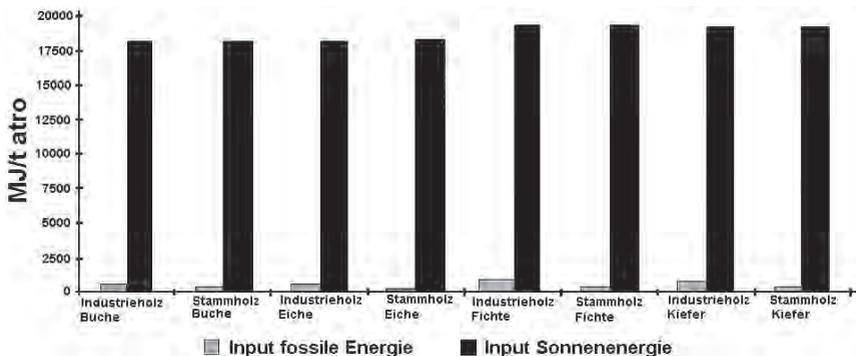


Abbildung 15: Verbrauch von Primärenergie für Produktionsschritte einer intensiven Forstwirtschaft zur Bereitstellung von Stammholz im Verhältnis zur im Holz gespeicherten nutzbaren Energie [15]

Dem entsprechend niedrig ist der Erstellungsenergiebedarf für den Baustoff Holz (Abbildung 16, Tabelle 5). Der auf Masse oder Volumen bezogene Erstellungsenergiebedarf ist aber für sich genommen nicht aussagefähig, da für die Herstellung eines Produktes jeweils unterschiedliche Massen oder Volumen eines Materials erforderlich sind. Bei der Herstellung von Holzwerkstoffen steigt der Erstellungsenergiebedarf in Abhängigkeit vom angestrebten »Veredlungsgrad«. Ein Vorteil der Holzwirtschaft besteht in der Eigenversorgung an Energie aus Reststoffen, die im Produktionsprozess anfallen (Tabelle 4).

Vergleichbar wird der erforderliche Erstellungsenergiebedarf bezogen auf Reverenzprodukte mit gleicher Funktion, etwa gleicher Lebensdauer und mit an nähernd gleicher Nachbehandlung (Tabelle 6, Abbildung 17).

Die in Abbildung 17 dargestellten Primärenergieaufwendungen beziehen sich auf den Standort Deutschland und beinhalten Aufwendungen für erforderliche Ferntransporte.

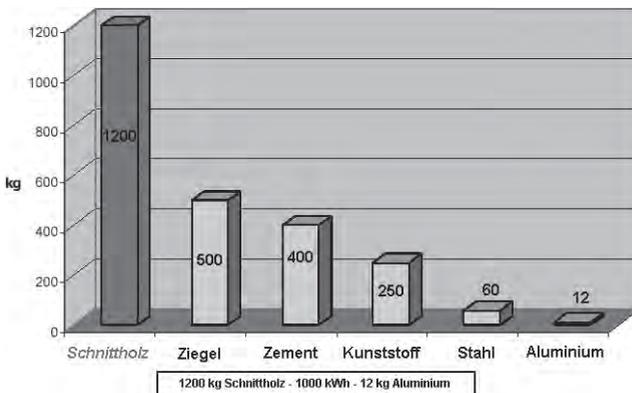


Abbildung 16: Herstellbare Baustoffmengen bei einem Einsatz von 1.000 kWh [25]

Herstellung von	Energieart	Selbstversorgung aus Holzreststoffen	Versorgung über andere Energieträger		
			Öl	Gas	Elektrizität
		%	%	%	%
Schnittholz	Wärme	75	25	-	-
	Strom	20	1	-	79
Furnier	Wärme	81	16	-	-
	Strom	18	-	-	82
Sperrholz	Wärme	86	14	-	-
	Strom	10	-	-	90
Spanplatten	Wärme	75	12	13	-
	Strom	5	-	-	98

Tabelle 4: Energieversorgung in verschiedenen Sektoren der deutschen Holzindustrie [13]

Halbfabrikat	erf. elektr. Energie	erf. therm. Energie	ges. Energie ¹⁾	
	kWh/m ³	MJ/m ³	kWh/m ³	MJ/m ³
Schnittholz (ungetrocknet)	34	-	103	370
Schnittholz-Trocknung	25	1.280	430	1.550
Hobelware	30	-	90	325
Brettschichtholz ²⁾	165	4.020	1.620	5.670
Furniere	320	9.900	3.720	13.350
Spanplatten V 20	150	2.700	1.200	4.400
Spanplatten V 100	160	2.700	1.240	4.550
Sperrholz ³⁾	380	8.280	3.450	12.380

Tabelle 5: Energieeinsatz bei der Herstellung verschiedener Halbfabrikate aus Holz [13]

1) elektrische Energie umgerechnet mit einem Wirkungsgrad von ~ 33 %

2) incl. Trocknung

3) incl. Schäl furnierherstellung

Baustoff	Materialbedarf	Energieverbrauch
	kg	kWh
Holz	60	60
Stahlprofil	78	561
Stahlbeton	300	221
Kalksandstein	420	108

Tabelle 6: Primärenergieverbrauch zur Herstellung einer 3 m hohen Stütze [16]

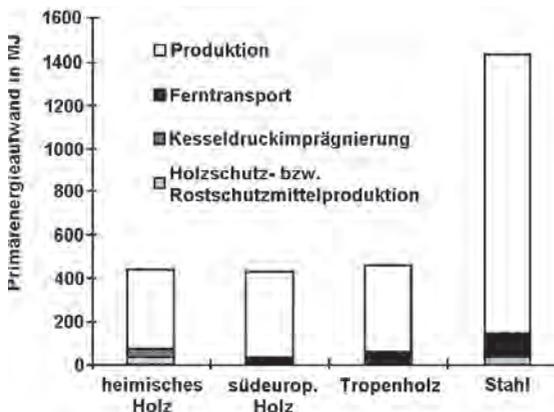


Abbildung 17: Primärenergieaufwand für die Herstellung von Stützen aus unterschiedlichen Werkstoffen

Die Transportwege für Nadelholz (Lkw-Transport vom Wald zum Sägewerk) betragen in Deutschland ca. 25 bis 160 km. Für Europa werden im Mittel 100 km angegeben.

Die Angabe »südeurop. Holz« kann auch übertragen werden auf nordeuropäische Hölzer. Bei der Brettschichtholzherstellung wird ein hoher Anteil importierten Schnittholzes, z. B. aus Schweden, Norwegen oder Finnland, eingesetzt. Somit kann der Transportweg vom Sägewerk bis zum Brettschichtholzhersteller bis 1.000 km (Ferntransport) betragen. Wesentlich länger werden die Transportwege für Tropenholz (Rio de Janeiro – Hamburg ca. 3.000 km oder Douala (Cameroon) – Hamburg ca. 2.600 km). Ähnlich lang sind aber auch die Transportwege für die bei der Stahlherstellung erforderlichen Rohstoffe.

Ein vergleichender Primärenergieverbrauch für z. B. Sichtschutzwände unterschiedlicher Bauart erfolgt in [18]. Hier schneiden Holzkonstruktionen deutlich günstiger ab als Mauerwerkskonstruktionen.

In Tabelle 7 wird der Energieaufwand für den Bau und die Nutzung einer Wohnung (100 m²) in einem Einfamilienhaus, in Tabelle 8 entsprechend für eine Lagerhalle ausgewiesen. Bei der Lagerhalle findet zusätzlich ein eventueller Abbruch Berücksichtigung. Auch diese Beispiele zeigen, dass mit Holzkonstruktionen energiesparend gearbeitet werden kann. Zusätzlich gilt es zu beachten, dass Holz in diesen Vergleichen das einzige Plusenergieprodukt darstellt.

Plusenergieprodukt: Herstellung, Nutzung, Instandhaltung und Rückbau erfordern weniger Energie als aus dem Produkt und den Reststoffen der Herstellung erzeugt werden kann.

Wird eine Lagerhalle in Holzbauweise demontiert, kann man z. B. die meisten Bauteile zur Energiegewinnung bei der Herstellung neuer Holzbauteile einsetzen (Tabelle 4). Abbildung 18 und Tabelle 9 zeigen Beispiele zum Energieüberschuss in Holzbauteilen.

Aber bei dem Rohstoff Holz handelt es sich nicht nur um ein Plusenergieprodukt, sondern Holz ist der einzige Rohstoff mit einem negativen Global Warming Potenzial (GWP) (Abbildung 19). Unter Global Warming ist hierbei der Treibhauseffekt zu verstehen. Über die Photosynthese werden große Mengen des treibhausrelevanten CO₂ gebunden, aber durch den Maschineninsatz in der Waldpflege und Holzernte nur geringe Mengen an Treibhausgasen, wie z. B. CO₂, NO_x (Stickoxide), CH₄ (Methan) oder N₂O (Lachgas) freigesetzt. So liegt die mittlere CO₂-Emission aus der Kraftstoffverbrennung bei ca. 17 kg/t atro, der CO₂-Input aus der Photosynthese liegt dagegen bei ca. 1.800 kg/t atro (atro = absolut trocken). In Tabelle 11 ist beispielhaft das Global Warming Potenzial für Buche und Fichte zusammengestellt. Da die einzelnen Gase sich deutlich unterschiedlich auf die Atmosphäre auswirken, muss jedes Gas mit einem entsprechenden Faktor berücksichtigt werden. In Tabelle 11 wird CO₂ als Basisgröße mit 1 definiert. Die Treibhauswirkung der Stickoxide ist im Vergleich zu CO₂ um das 40 fache höher. Bei der Wirkungsabschätzung ist deshalb die Menge der gebildeten Stickoxide mit dem Faktor 40 zu multiplizieren. Beim Aufbau des Holzes wird der Atmosphäre CO₂ entzogen und im Holz gespeichert. Durch den Einsatz langlebiger Holzprodukte (Tabelle 12, Tabelle 13) kann aktiv zur Verringerung des Treibhauseffektes beigetragen werden.

			Holztafelbau	Mauerwerksbau	
				Gasbeton	Ziegel
Energieaufwand zum Bau	Rohbau	kWh	98.336	123.219	151.757
	Ausbau	kWh	28.670	32.263	40.388
	Summe	kWh	127.006	155.482	192.145
		%	100	122	152
Energieverbrauch in 80 Jahren		kWh	2.192.800	2.207.200	2.514.545
Gesamtaufwand		kWh	2.319.806	2.362.682	2.514.545
		%	100	102	108

Tabelle 7: Energieaufwand zum Bau eine Wohnung in einem Einfamilienhaus (100 m² Wohnfläche, Nutzungsdauer 80 Jahre) [nach 31]

		Energieaufwand [kWh]		
		Holzbau	Stahlbau	Stahlbetonbau
Baustoffproduktion		330.000	630.000	826.000
Transporte		60.000	60.000	121.000
20 Jahre Nutzung		1.000.000	1.075.000	1.139.000
Abbruch		90.000	62.000	137.000
Summe	kWh	1.480.000	1.827.000	2.223.000
	%	100	123,5	150,2

Tabelle 8: Energieaufwand zum Bau, Betrieb und Abbau einer Lagerhalle [nach 31] (Grundfläche 1000 m², umbauter Raum 6000 m³, ungedämmt, unbeheizt)

			Spanplatten		MDF	OSB	Furnierschichtholz
			V 100	V 20			
Stoffbilanz [kg/m ³ Platte]	ges. Holzeinsatz Klebstoff (trocken)		665	660	830	680	1.000
			65	120	120	50	38
Energiebilanz – Aufwendungen	Therm. Energie inkl. Klebstoff	MJ/m ³	2.700	2.700	5.100	3.500	3.250
	Elektr. Energie entspr.	kWh	160	150	415	160	175
		MJ/m ³	1.850	1.700	4.850	1.850	2.000
	ges. Transport	MJ/m ³	600	600	600	600	800
ges. PEI inkl. Klebstoff	MJ/m ³	5.150	5.000	10.550	5.950	5.900	
Energiepotenzial im eingesetzten Holz		MJ/m ³	11.300	11.200	14.100	11.500	17.000
Energiepotenzial : Energieeinsatz			2,2 : 1	2,2 : 1	1,3 : 1	1,9 : 1	2,8 : 1
Energieüberschuss		MJ/m ³	6.150	6.200	3.550	5.550	11.100

Tabelle 9: Vereinfachte Stoff- und Energiebilanz für Holzwerkstoffe [13] (Forst bis Werktor, inkl. Transport, Energieinhalt des Klebstoffes nicht berücksichtigt)

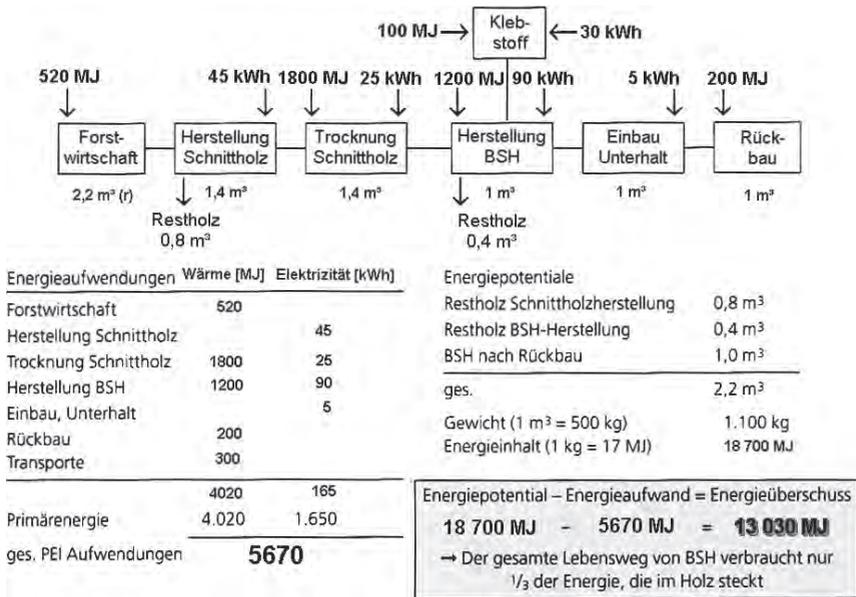


Abbildung 18: Energiegewinn von 1 m³ Brettschichtholz [13] (Energieinhalt des Klebstoffes nicht berücksichtigt)

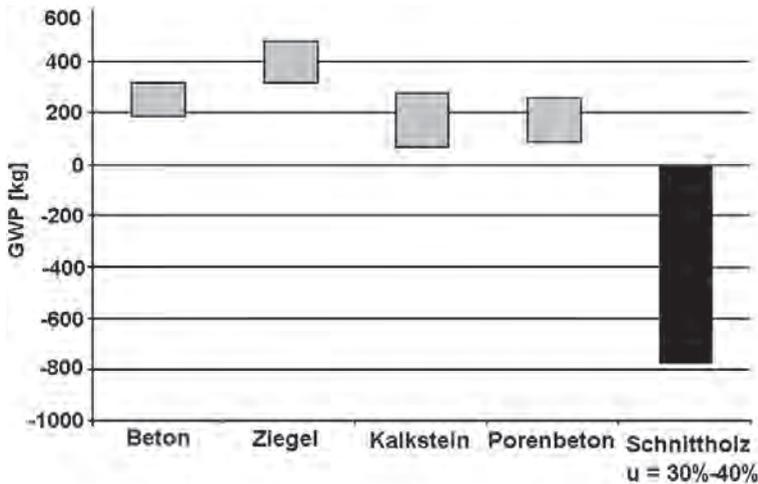


Abbildung 19: Treibhauspotential (GWP 100) in kg CO₂-Äquivalenten für die Bereitstellung 1 m³ Baustoff [19]

Bauweise	Dicke	PEI n.e / KOF	GWP / KOF	AP / KOF
	m	MJ/m ²	kg CO ₂ eq./m ²	Kg SO ₂ eq./m ²
Stahlbetonwand	0,5	1.535,58	171,44	0,622
	0,45	1.382,02	154,29	0,56
	0,4	1.228,46	137,15	0,498
Holzwand Fichte	0,5	582,08	-418,59	0,198
	0,45	523,87	-376,73	0,178
	0,4	465,66	-334,88	0,158

Tabelle 10: Ökokennzahlen für Stahlbeton- und Holzwände (Auszug aus [26])
PEI n.e: Primärenergiegehalt nicht erneuerbar; AP: Versauerungspotential;
/ KOF: pro Konstruktionsfläche

Emission		GWP-Faktor	Buche		Fichte	
			Industrie- holz	Stamm- holz	Industrie- holz	Stamm- holz
			kg/t ¹⁾	kg/t ¹⁾	kg/t ¹⁾	kg/t ¹⁾
Kohlendioxid	CO ₂	1	16,41	8,77	31,19	12,29
Methan	CH ₄	21	0,21	0,11	0,4	0,16
Lachgas	N ₂ O	270	0,002	0,001	0,004	0,001
Kohlenmonoxid	CO	3	1,1	0,63	3,17	0,8
Stickoxid	NO _x	40	7,62	4,01	12,99	5,73
flüchtige Kohlenwasserstoffe	NM VOC	11	2,07	1,18	5,6	1,52
Summe (Emission * GWP-Faktor)			27,41	14,71	53,36	20,51
abzüglich des CO ₂ -Inputs			1.851	1.851	1.851	1.851
Bilanz (Global Warming Potenzial)			-1.823,59	-1.836,29	-1.797,64	-1.830,49

Tabelle 11: Global Warming Potential (GWP) der Rohholzproduktion von Buche und Fichte [14]
1) bezogen auf 1 Tonne atro Rohholz

Produkt	Jahre
Tageszeitung	0,2
Illustrierte	0,5
Bücher	25
Holzverpackung, Paletten	2
Möbel	10 - 30
Holz im Garten- und Landschaftsbau	15
Holz im Innenbau	30
Holz im konstruktiven Bau (Dächer, Wände, Decken)	75
Brücken, Sakralbauten, u.ä.	> 100

Tabelle 12: Durchschnittliche Lebensdauer von Produkten aus Holz [13 mit Ergänzung]

	Holzmasse	gebundener Kohlenstoff	CO2-Äquivalent
35 Mio. Haushalte mit je 2.000 kg Möbel und hölzerne Haushaltsgegenstände	70	35	126
17 Mio. Ein- und Zweifamilienhäuser mit je 25 m ³ (~ 15 t) verbautem Holz	255	128	460
2,75 Mio. Wohngebäude mit mehr als 2 Wohnungen mit je 40 m ³ (~ 30 t) verbautem Holz	85	43	155
Holz in Außenanlagen, Schwellen, Masten	80	40	144
Holz als Baustoff und Einrichtungsmaterial in öffentlichen und Industriegebäuden	100	50	180
Summe	590	296	1.065
Entwicklung der Co2-Emission in Deutschland	1987		1.064
	1990		997
	2005 ¹⁾		798
	2005/2008 ²⁾	Reduzierung der Treibhausgase um 8 %	

Tabelle 13: Holzinsatz und CO2-Speicherung in Wohn- und Industriebauten [Mio. t] ³⁾ [13]

1) Ziel der Bundesregierung Stand 1994

2) Kyoto-Protokoll von 1997, Basisjahr ist 1990

3) Für den Brückenbau liegen keine Daten vor

3 Wohin entwickelt sich die »zivilisierte« Industrie(bau)gesellschaft ?

Drei abschließende Fragen seien gestattet:

- Wird im Bauwesen weiterhin bevorzugt mit nicht oder nur mit hohem energetischen und technologischem Aufwand recycelbaren Baustoffen gearbeitet?
- Wird im Bauwesen weiterhin bevorzugt mit Baustoffen gearbeitet, die eine negative Energiebilanz aufweisen? (Die erforderliche Herstellungsenergie für ein Bauteil ist größer als die im Bauteil gespeicherte Energie)
- Wird im Bauwesen weiterhin bevorzugt mit Baustoffen gearbeitet, die ein positives »Global Warming Potential« (GWP) besitzen? (Bei der Herstellung werden mehr »Treibhausgase« freigesetzt als im Bauteil gespeichert.)

4 Literatur

- [1] Brosse, J.: Mythologie der Bäume. Patmas Verlag 2003
- [2] Caldecatt, M.: Mythen vom heiligen Baum. Saarbrücken: NEUE ERDE Verlag GmbH 2001
- [3] Laudert, D.: Mythos Baum. München, Wien, Zürich: BLV Verlagsgesellschaft mbH 2003

- [4] Waters, F.: Das Buch der Hopi. München: Droemersch Verlaganstalt Th. Knaur Nachf. 2000
- [5] Quirke, St.: Altägyptische Religion. Stuttgart: Philipp Reclam jun. 1996
- [6] Hausen, W.: Asgard. KOMET
- [7] Weltgeschichte bis zur Herausbildung des Feudalismus. Berlin: Akademie-Verlag 1977
- [8] zu Mondfeld, W.; Holz, P.; Soyener, J.: Die Schiff des Christoforo Colombo 1492. Herford: Koehlers Verlagsgesellschaft mbH 1993
- [9] Ludwig, G.: Jahresringe, Die Geschichte des Rohstoffes Holz. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1990
- [10] Wohldurchdachtes Konstruktionskonzept führte zur Realisierung in Holzbauweise. In: bauen mit holz 11/90 (1990), S. 795-798.
- [11] <http://deu.archinform.net>
- [12] Strasburger, E. u.a.: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm: Gustav Fischer 1998
- [13] Informationsdienst Holz. Holz Rohstoff der Zukunft. Deutsche Gesellschaft für Holzforschung 2001
- [14] Schweinle, J.: ForschungsReport 2/97 – Ökobilanz für Forst und Holz. www.verbraucherministerium.de/forschungsreport/rep2-97/o...
- [15] Informationsdienst Holz. Ökobilanzen Holz. Deutsche Gesellschaft für Holzforschung 1999
- [16] Ökologischer Rohstoff Holz. www.infoholz.de
- [17] Kürsten, Dr. E.. Der Export von Tropenholz als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung. www.espen.de/seiten/vorgoett.html
- [18] Ökobilanz von Konstruktionen im Garten- und Landschaftsbau. Deutscher Holzschutzverband E.V.: www.holzschutz.com
- [19] Marutzky, R.: Brettschichtholz, hochwertiger und ökologisch unbedenklicher Baustoff mit günstigen Entsorgungseigenschaften. In: bauen mit holz 2/2002 (2002), S. 17-20.
- [20] Holz als Brennstoff im hölzernen Zeitalter, www.deutsches-museum.de/bibliothek/unsere-schaetze/technikgeschichte/schuebler/Holz-als-brennstoff
- [21] Maßnahmen zum Holzsparen, www.deutsches-museum.de/bibliothek/unsere-schaetze/technikgeschichte/schuebler/Holzsparmassnahmen/
- [23] Merz: Versätze und ein (hier noch) kaum bekannter Werkstoff. In: bauen mit holz 12/92
- [24] Moderne, tragende Werkstoffe aus Holz. In: bauen mit holz 5/95
- [25] Ressourcen orientiertes Bau, 11. Vorlesung vom 19.12.06, Univ. Prof. Arch. DI. Dr. Martin Trebersberg, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Bautechnik und Naturgefahren www.baunat.boku.ac.at/fileadmin/_/H87/H875/files/lehre/Ressourcenorientiertes_Bauen/12VO_NAWAROS_19122006.pdf

- [26] Ökoindex 3, Ökokennzahlen der Wohnbauförderung Voralberg, Grundlagen, Institut für Baubiologie und Bauökologie Wien, DI. Dr. B. Lipp und Mag. H. Mötsl, www.energieinstitut.at/hp/Upload/Dateien/OI3_Information_2006-10_hg.pdf
- [27] Pellettheizungen – Technik und bauliche Anforderungen, Informationsdienst Holz, holzbau handbuch, Reihe 6, Teil 10, Folge 2
- [28] Energieholzproduktion in der Landwirtschaft, Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes, NABU-Bundesverband, November 2008
- [29] »Deutscher Wald wird verheizt« in Holz-Zentralblatt vom 26.03.2010
- [30] Lips-Ambs, F.-J.: Holzbau heute, DRW-Verlag 1999
- [31] Informationsdienst Holz. Holz – ein Rohstoff der Zukunft. Deutsche Gesellschaft für Holzforschung 1994

Möglichkeiten und Grenzen der Thermographie zur Beurteilung energetischer Zustände

Fabian Wulf

Kurzfassung

Die Thermographie, ein Verfahren zur bildlichen Darstellung von Temperaturverläufen auf Oberflächen, gewinnt durch Sensibilisierung der Hausbesitzer in Bezug auf die Notwendigkeit energetischer Gebäudesanierung immer mehr an Bedeutung. Bei der Beurteilung des energetischen Zustands von Altbauten wird die Thermografie als ein Instrument der bauphysikalischen Messtechnik geschätzt, um Mängel in der äußeren Gebäudehülle aufzuspüren.

Den Anwendungsmöglichkeiten sind jedoch durch physikalische Gesetzmäßigkeiten Grenzen gesetzt. Bei der Erstellung der Aufnahmen und bei deren Bearbeitung für die Erstellung des Reports können fehlende Kenntnisse der physikalischen Zusammenhänge und der Bautechnik zu Fehler behafteten Analysen führen.

Im Holzbau kann die Thermografie verstärkt vor der Fertigstellung des Bauwerkes zur Qualitätskontrolle eingesetzt werden, um Mängel aufzudecken und zu beseitigen, bevor der Bau fertig gestellt ist. Ob Fenster und Türen richtig angeschlossen sind, ob Sockel ausreichend gedämmt sind, kann mit Hilfe der Thermografie herausgefunden werden. Sie kann helfen, gesetzliche Vorgaben einzuhalten und somit Gewissheit für Unternehmer und Bauherr schaffen.

Abstract

Thermography, a method for imaging of temperature gradients on surfaces becomes, by raising awareness of homeowners in regard to the need of energetic refurbishment, increasingly important. In assessing the energy status of old buildings thermography is appreciated as one tool in the building physics measurement portfolio.

The application possibilities are, however, limited by physical laws. In taking the images and their processing for the preparation of the reports may the lack of knowledge of the physical context and structural engineering lead to an incorrect analysis.

In timber construction issues, thermal imaging is increasingly used before the completion of the construction to control quality and to detect and remove defects before construction is completed. Therefore thermography can help to comply with legal requirements, thus creating certainty for contractors and clients.

1 Einführung

Die Thermografie als bildgebendes und zerstörungsfreies Verfahren bietet eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten. Ein Verständnis für die physikalischen Grundlagen ist für die Durchführung der Thermographie und die spätere Auswertung und Analyse notwendig. Diese Grundlagen zeigen auch die Grenzen in der Anwendung der Thermographie auf. In den folgenden Kapiteln sollen die Möglichkeiten und Grenzen des thermographischen Verfahrens aufgezeigt werden. Dazu werden Beispiele für den Einsatz im Bauwesen und insbesondere im Holzbau genannt. Auch die Problematik der Deutung bei der Erstellung von Reporten und Analysen wird erläutert.

2 Anwendungsbereiche

Die Thermographie eröffnet vielfältige Anwendungsbereiche: beim Militär ursprünglich entwickelt, um gegnerische Personen und Fahrzeuge aufzuspüren, hat sie sich ihren Platz in den zivilen Anwendungen erobert. Bei der Feuerwehr wird sie eingesetzt, um bei Dunkelheit oder schlechter Sicht Personen zu finden, und um Glutnester bei Bränden aufzuspüren. In der Human- und Tiermedizin wird sie zum Sichtbarmachen von Entzündungsherden oder Durchblutungsstörungen genutzt. Elektronik-Bauteile können auf Temperaturentwicklung geprüft werden und in der Forschung und Entwicklung dient sie der Instandhaltung von Industrieanlagen, dem Erkennen von Schwachstellen und der Überwachung von Erwärmungs- oder Abkühlungsprozessen.

Mittlerweile hat die Thermographie in der Gebäuediagnostik ihren Schwerpunkt gefunden. Sie wird hier zur Prüfung der Funktionsfähigkeit von Wärmedämmungen an Häusern, im Heizungs- und Sanitärbereich, und allgemein zur Lokalisierung von Defekten, die ihre Symptome in einem veränderten Wärmebild zeigen, genutzt.

3 Grundlagen

Die Thermographie wird als bildgebendes Messverfahren definiert. Wärmestrahlung im Infrarotbereich wird als Wärmebild sichtbar gemacht, Temperaturen werden flächig erfasst und dargestellt. Die Erfassung geschieht berührungslos, hierin ist ein Hauptgrund für die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten zu sehen.

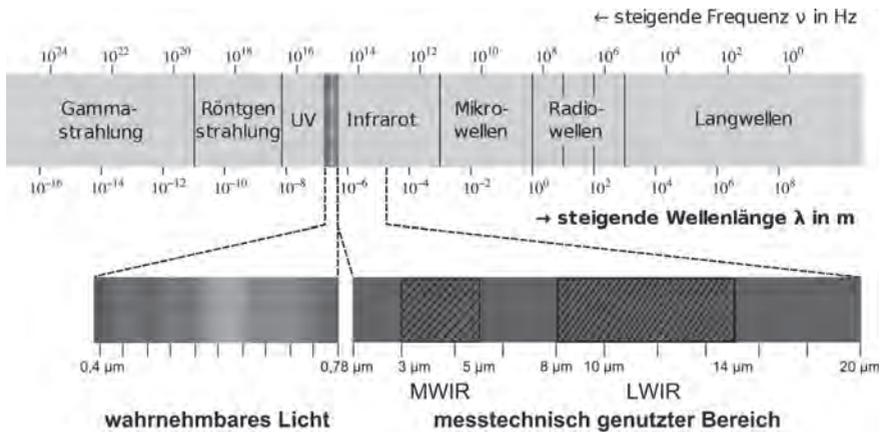


Abbildung 1: Elektromagnetisches Spektrum

3.1 Physikalisches Prinzip:

Jeder Körper mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes sendet elektromagnetische Strahlung aus. Für die menschliche Wahrnehmung ist nur ein kleiner Teilbereich des Spektrums sichtbar. Die vom Objekt ausgestrahlte infrarote Strahlung wird von der Wärmebildkamera im mittel- und langwelligen Infrarotbereich erfasst und in elektrische Signale umgewandelt.

Für alle zu messenden Objekte gilt zudem: $\varepsilon\lambda + \tau\lambda + \rho\lambda = 1$

In Abhängigkeit von der Wellenlänge λ ist die Summe aus Emissionsgrad ε , Transmissionsgrad τ und Reflexionsgrad ρ gleich 1. Hierbei beschreibt der Emissionsgrad das Verhältnis der Strahlungsintensität des Objektes im Vergleich zu einem sogenannten schwarzen Strahler. Der Transmissionsgrad beschreibt, wie viel von der auftreffenden Strahlung durch den Gegenstand hindurchgeht. Der Reflexionsgrad schließlich beschreibt das Verhältnis von auftreffender zu reflektierter Strahlung. Bei einem idealen schwarzen Körper, dem sogenannten schwarzen Strahler, wird die gesamte aufgenommene Strahlung absorbiert. Er ist zugleich eine ideale Strahlungsquelle und er hat einen Emissionsgrad von 1. Das bedeutet, dass er weder Strahlung hindurch lässt noch reflektiert. Das ideale Fenster hingegen ist ein transparenter Körper, der jegliche Strahlung durch lässt, und ein idealer Spiegel ist ein nicht transparenter und nicht emittierender Körper, der sämtliche Strahlung reflektiert.

Bedenkt man, dass die aufzunehmenden Flächen unterschiedliche Emissions-, Transmissions- und Reflexionsgrade aufweisen, wird klar, dass eine aussagekräftige Thermografie nur durch die Korrektur der Emissionsgrade erfolgen kann.

4 Grenzen der Thermographie

Die physikalischen Gesetzmäßigkeiten diktieren die Grenzen der Einsatzfähigkeit von Thermografie. So schlägt sich die Emissions- und Reflexionsfähigkeit in der Oberflächenbeschaffenheit des Objekts nieder: Fenster und Metalle, aber auch sonstige glatte Oberflächen weisen einen hohen Reflexionsgrad auf, und bedürfen daher besonderer Beachtung bei der Erstellung des Thermogramms und bei dessen Auswertung.

Zudem haben unterschiedliche Farbtöne nebeneinander liegender Flächen auch einen unterschiedlichen Emissionsgrad. Auch der Standort, die Umgebung und die äußeren Bedingung zum Zeitpunkt der Thermographie können die Qualität der Aufnahme beeinflussen: So ist dafür Sorge zu tragen, dass für die Untersuchung ein möglichst großes Temperaturgefälle benötigt wird, um eine zureichende Darstellung zu erhalten. Für die Bauthermografie bedeutet das, dass zum Zeitpunkt der Aufnahme genügend Zeit zum Aufheizen der Räume zur Herstellung eines stationären Temperaturverhältnisses verstrichen sein muss. Außenaufnahmen müssen daher vorrangig im Winter und frei von Einflüssen durch Sonnenstrahlung, das heißt vor Sonnenaufgang gemacht werden. Aus den physikalischen Gegebenheiten leitet sich ebenfalls ab, dass in der Umgebung etwaige Einflüsse durch Niederschlag-Ereignisse oder hohe Windgeschwindigkeiten zu einer Störung in der Messstrecke führen und damit eine Thermographie unmöglich machen. Vor Ort führt schließlich nur die Einhaltung der Regeln – möglichst geringer Messabstand und Beachtung des Emissionsgrades bei der Messung von Umgebungsstrahlung – zu einer auswertbaren Aufnahme.

5 Einsatz im Bauwesen

Die Thermographie im Bauwesen hat eine bedeutende Rolle eingenommen: Sie dient der Dokumentation des augenblicklichen bauphysikalischen Zustands eines Gebäudes. Das Ziel ist die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Gebäudehülle. Dazu wird die Thermographie eingesetzt, um Wärmebrücken und Leckagen in der luftdichten Ebene aufzuspüren. Daraus folgend dient sie dazu, eine Beratung zur Verbesserung des Wärmeschutzes durchführen zu können. Damit wird die Thermographie zum Bestandteil von Gutachten und vermittelt dadurch Rechtssicherheit.

5.1 Beispiele

Wärmebrücken. Während in der Fotografie nichts von Bedeutung zu sehen ist, lassen sich die Auswirkungen der Wanddurchbrüche in Form von Wärmebrücken in der Thermographie deutlich feststellen.

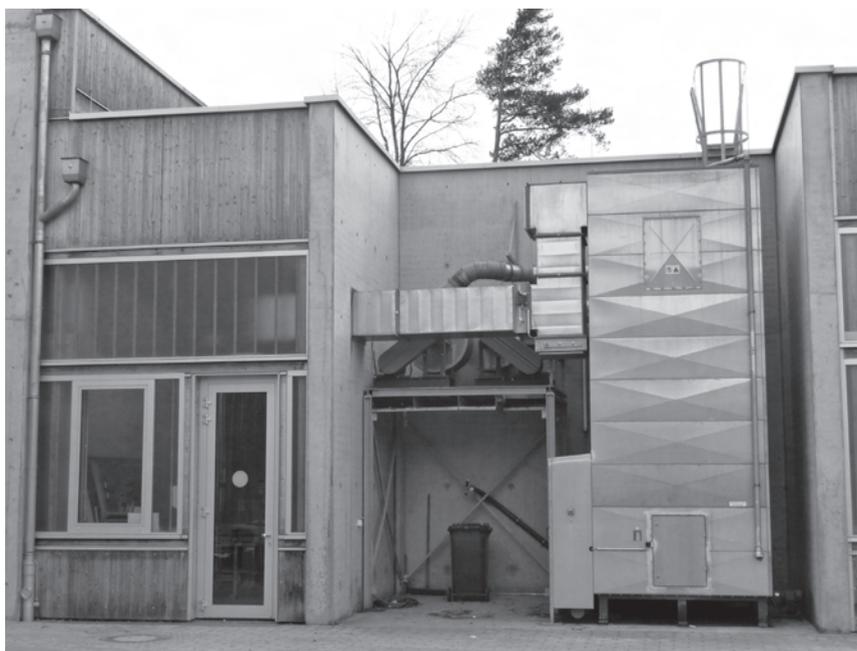


Abbildung 2: Fotografie

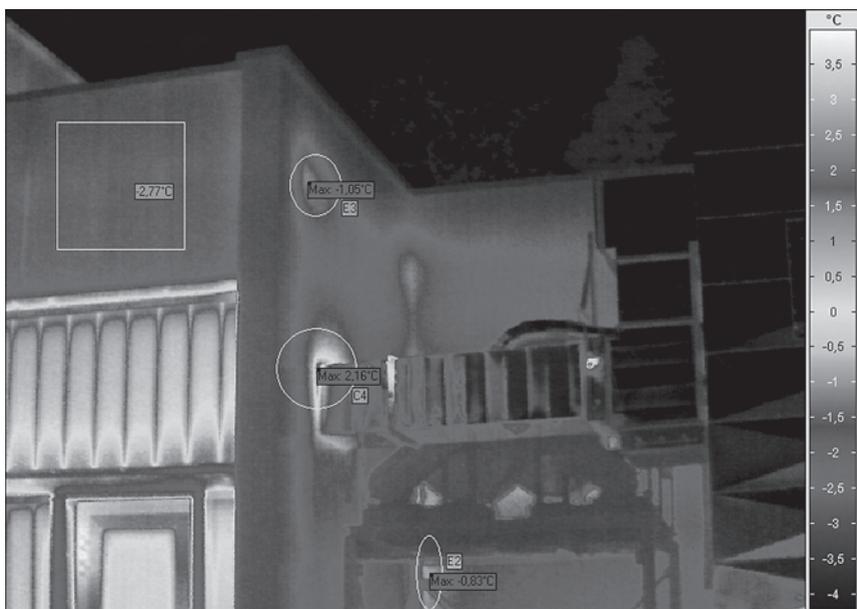


Abbildung 3: Thermographie



Abbildung 4: Heizkörper

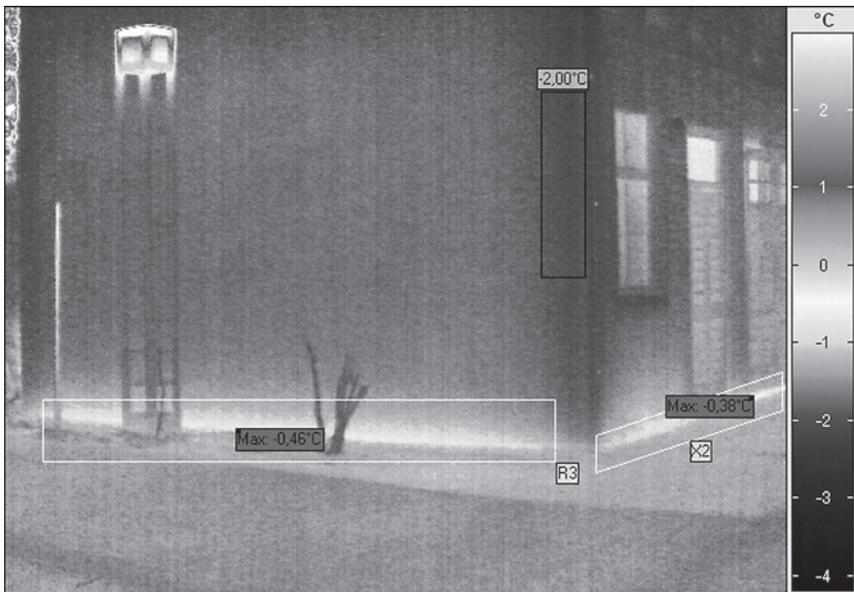


Abbildung 5: Aufsteigende Feuchtigkeit im Sockelbereich

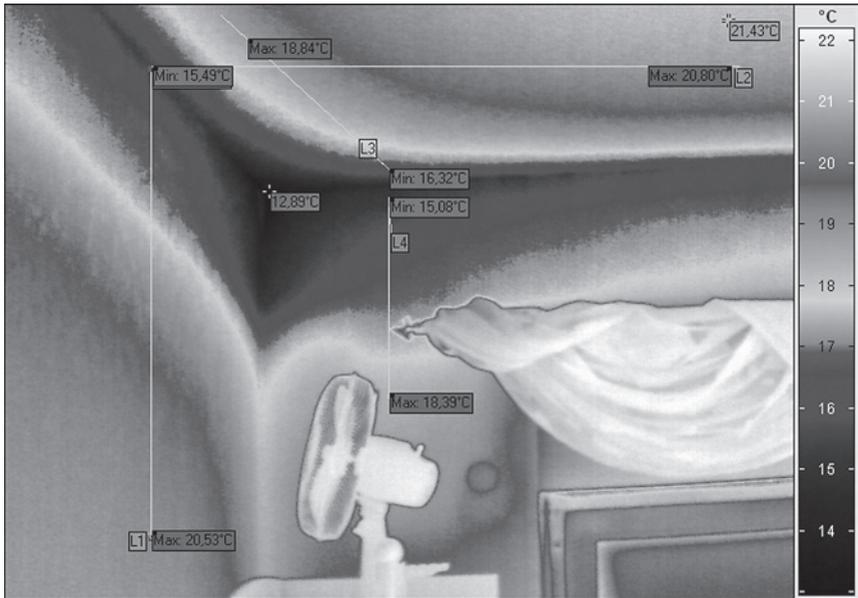


Abbildung 6: Feuchte Innenwandecke

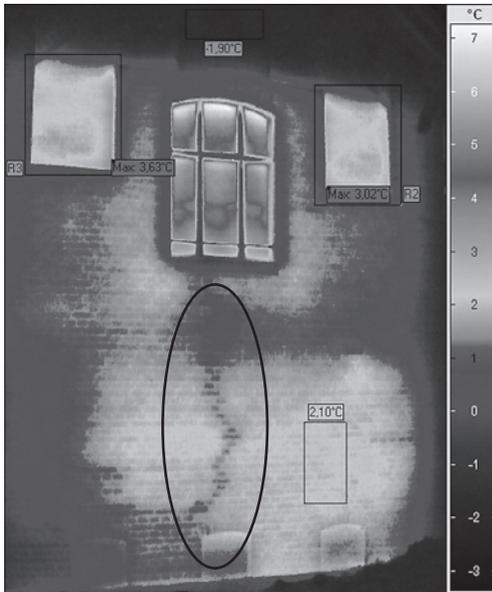


Abbildung 7: Setzungsrisse im Mauerwerk

Dämmung. Die Thermographie deckt die ungedämmten Bereiche in der Fassade auf. In Abbildung 4 ist die Wärmeabstrahlung der Heizkörper unterhalb der Fensterflächen zu erkennen.

Feuchtigkeit. In den Abbildungen 5 und 6 ist die aufsteigende Feuchtigkeit im Sockelbereich und die durch Kondensation an kalten, unzureichend gedämmten Innenwänden entstehende Feuchtigkeit zu entdecken.

Auch unter dem Putz verdeckte Baustoffe und Schäden im Bauwerk können detektiert werden. In Abbildung 7 sind Setzungsrisse im Mauerwerk zu sehen.

6 Anwendung im Holzbau

Zusätzlich zu den bereits genannten Einsatzzwecken kann die Thermographie im Holzbau schon vor der endgültigen Fertigstellung des Bauwerks eine besondere Rolle spielen:

Hier ist es das Ziel, dass der Unternehmer die gesetzlichen und vereinbarten Vorgaben zum Wärmeschutz einhalten kann. Baumängel können so noch vor der Übergabe an den Bauherrn beseitigt werden. Dies dient zur Kontrolle der korrekten Bauausführung und schafft für beide Parteien Gewissheit. Im Verbund mit der BlowerDoor – einem Gerät zur Untersuchung der Luftdichtigkeit von Gebäudehüllen – ist es sinnvoll, die Thermographie als Mittel zur Leckagesuche bei Luftdichtigkeitsprüfungen einzusetzen. Gleichzeitig schafft die BlowerDoor durch den erzeugten Druckunterschied die Möglichkeit, Thermographie auch bei geringeren als den sonst üblichen Temperaturunterschieden zu verwenden.

6.1 Beispiele

Brüche in der Luftdichtigkeitsebene lassen sich bei Aufbau von Druckunterschieden durch den Einsatz von Nebelgeräten wie in Abbildung 8 sichtbar machen. Bei erzeugtem Unterdruck zeigt die Thermographie die Stellen, an denen die Lüftungsverluste stattfinden, deutlich auf (Abbildungen 9 und 10).



Abbildung 8: BlowerDoor – Überdruck und Nebelgerät



Abbildung 9: Thermographie von innen bei Unterdruck

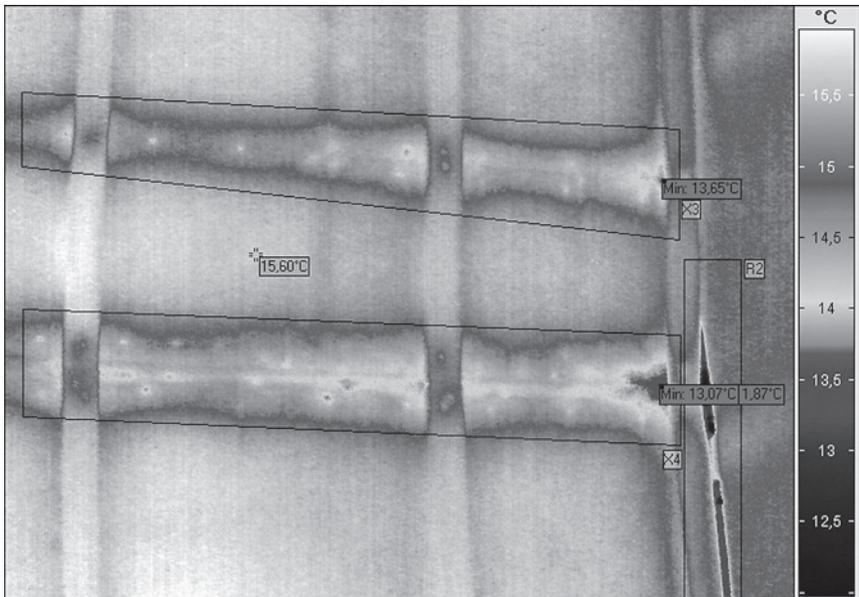


Abbildung 10: Wärmeverluste an Plattenstößen

Wärmeverluste sind oftmals auch bei Durchdringungen der luftdichten Ebene zu finden, wenn dort nachträglich Elektroinstallationen durchgeführt wurden (Abbildung 11). Auch ob bei der Dämmung des Hauses gewissenhaft gearbeitet wurde, ist durch die Thermographie gut zu überwachen (Abbildung 12).

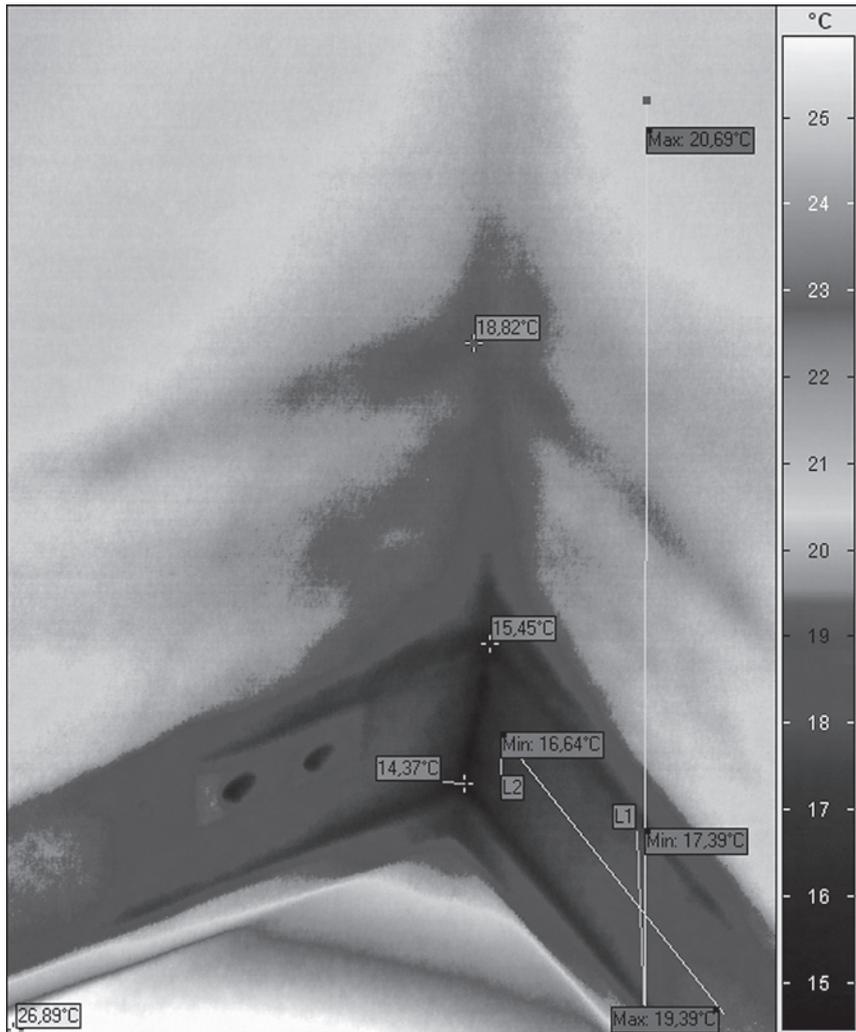


Abbildung 11: Wärmeverluste an Wandecke und Steckdosen

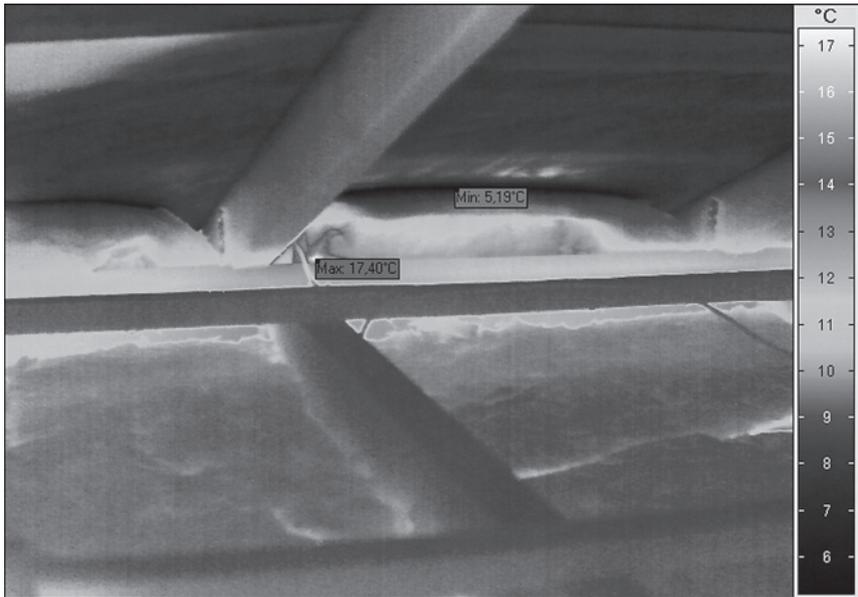


Abbildung 12: Mangelhaft ausgeführte Dämmung beim Anschluss Dach – Hauswand

7 Anfertigung und Auswertung von Thermographien

Thermographiereport und bauphysikalische Analyse stehen am Ende der Datenverarbeitungskette. Sie sind das Ergebnis der Kenntnis und Beachtung begrenzender physikalischer Parameter bei der Bildaufnahme, verbunden mit der sachkundigen Bedienung des Equipments und der Fähigkeit, Auffälligkeiten in richtige Zusammenhänge zu bringen. Mittels geeigneter Software können die Fehler beschrieben werden. Die Interpretation wiederum liefert Hinweise zur Fehlerbehebung.

Neben dem Thermographiereport ist die Verarbeitung der Thermographie zum Zweck der bauphysikalischen Analyse mittels spezieller Software möglich. Hier werden aus den eingelesenen Thermographien Simulationen der Gefährdung durch Oberflächenkondensation und damit durch Schimmelpilzbildung gewonnen. Auch die Berechnung des Wärmestroms sowie die theoretische Berechnung von U-Werten ist möglich, soweit die Daten der verwendeten Baustoffe bekannt sind. Aus der bauphysikalischen Analyse ist ebenfalls ein Teil der Energieberatung abzuleiten.

8 Zusammenfassung

Aufgrund des Messprinzips gibt es eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten für die Thermographie im Holzbau. Üblicherweise wird sie zur Lokalisation baulicher Mängel für die Beurteilung und Überprüfung der korrekten Ausführung von Wärmedämmmaßnahmen verwendet. Im Holzbau kann sie darüber hinaus präventiv, das heißt den Bau begleitend, für das Aufspüren von Defekten noch vor der endgültigen Fertigstellung des Baus eingesetzt werden. Korrekturen sind somit noch möglich.

Die Grenzen der Thermographie im Holzbau sind durch die physikalischen Gesetzmäßigkeiten bedingt. Für Messungen am Gebäude werden große Temperaturdifferenzen benötigt. Damit werden Aufnahmen vorrangig im Winter durchgeführt. Während des Messvorgangs ist die Berücksichtigung von Hindernissen auf der Messstrecke unumgänglich. Ebenfalls sind unterschiedliche Material-Emissionsgrade, Oberflächenstrukturen und reflektierende Oberflächen zu beachten. Mit der Thermographie können keine quantitativen Aussagen über den Wärmeverlust getroffen werden.

Quellen

Bücher und Normen:

Fouad, N.; Richter, T.: Leitfaden Thermographie im Bauwesen. 2. Aufl., Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2007.

DIN EN 13187, Ausgabe: 1999-05: Wärmetechnische Verhalten von Gebäuden – Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen – Infrarotverfahren

DIN EN 13829, Ausgabe: 2001-02: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren

Bundesverband für Angewandte Thermografie: <http://www.vath.de>

Diagnostik von Hausfäulepilzen mittels DNA-Chiptechnologie

Natalya Rangno, Kordula Jacobs, Wolfram Scheiding, Björn Weiß, Caroline Hiller, Daniel Müller, Dana Tusche, Werner Brabetz

Kurzfassung

Hausfäulepilze (Basidiomyceten) verursachen gravierende Schäden an Holzkonstruktionen und -bauteilen in Gebäuden. Die Erkennung und Beseitigung von Pilzschäden an verbautem Holz erfordern eine präzise Identifizierung der Pilze (DIN 68800 Teil 4). Allerdings ist in der Praxis eine korrekte Pilzbestimmung anhand der konventionellen oder molekularbiologischen Diagnostikmethoden nicht immer erfolgreich. Für eine schnelle und eindeutige Identifizierung der wichtigsten 27 Hausfäulepilze wurde auf der Basis der DNA-Chip Technologie das »Mycotype® Basidio^{QS}« Diagnostik-Kit entwickelt. Dieses Kit basiert auf der PCR-Amplifikation der ITS-Zielregion mit basidiomyceten-spezifischen Primern und einer ALR mit pilzspezifischen DNA-Sonden auf einem DNA-Chip. Durch die Spezifität der DNA-Sonden und der ALR werden komplexe Mischsequenzen von PCR-Produkten getrennt und simultan analysiert. Robustheit und Qualität der Leistungsfähigkeit des DNA-Diagnostik-Kits wurden durch eine umfangreiche analytische und diagnostische Validierung bestätigt.

Abstract

Building rot fungi (Basidiomycetes) cause extensive damage on load-bearing constructions of buildings. The detection and elimination of fungal damage on wooden constructions in buildings require a precise identification of fungi (DIN 68800). However, a correct identification of fungi in practice using the conventional or molecular diagnostic methods is not always successful.

For a reliable and convenient detection of 27 relevant building rot fungi the »Mycotype® Basidio^{QS}« diagnostic Kit was developed based on DNA microarray technology. The Kit is based on the PCR amplification of the ITS region with basidiomycete specific primers and the ALR with fungus-specific DNA probes. Specific DNA probes and ALR allow a higher specificity of the DNA microarray. Robustness and quality of the DNA diagnostic kit were confirmed by an extensive analytical and diagnostic validation.

1 Einführung

1.1 Hausfäulepilze

Holzschäden in Gebäuden werden häufig durch Basidiomyceten verursacht. Bisher wurden 90 Arten nachgewiesen; die 25 häufigsten werden als sogenannte »typische Hausfäulepilze« bezeichnet. Der gefährlichste Hausfäulepilz (ca. 40% aller Schadensfälle) ist der Echte Hausschwamm (*Serpula lacrymans*), welcher allein in Deutschland jährlich wirtschaftliche Schäden in Höhe von 200 Mio. € verursacht (Hilck, 2005). Er muss nach DIN 68800-4 zweifelsfrei bestimmt werden und erfordert spezielle Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen. Neben dem Echten Hausschwamm treten in der Praxis überwiegend Keller- und Porenschwammarten auf (Huckfeldt und Schmidt, 2006). Die häufigsten sind der Braune Kellerschwamm (*Coniophora puteana*), der Wilde Hausschwamm (*Serpula himantioides*), der Breitsporige Weiße Porenschwamm (*Antrodia vaillantii*), der Saftporling (*Oligoporus placenta*), der Ausgebreitete Hausporling (*Donkioporia expansa*) sowie verschiedene Blättlings-Arten (*Gloeophyllum* spp.).

Für eine gezielte Sanierung von Pilzschäden ist es wichtig, die vorhandenen Pilzarten präzise zu identifizieren. Dies ermöglicht die Abschätzung der besonderen Gefährdung für Mensch und Umwelt und die Ableitung entsprechender Gegenmaßnahmen. Die Kenntnis der Pilzarten gibt zudem Hinweise auf die Ursachen des Befalls und dessen zukünftige Vermeidung.

1.2 Pilzdiagnostik

Neben den konventionellen Methoden der Pilzbestimmung, wie der Identifizierung anhand morphologischer und physiologischer Merkmale, gewinnen zunehmend molekularbiologische Diagnoseverfahren an Bedeutung. Ihr Vorteil liegt in einer hohen Aussagesicherheit, einer weitgehenden Objektivität und ihrer Anwendbarkeit bei geringen Probenmengen. Bei der Bestimmung von Pilzen in Gebäuden werden bisher in geringem Umfang molekularbiologische Standardverfahren wie PCR (polymerase chain reaction) mit artspezifischen Primern oder Sequenzierung von ribosomalen DNA-Fragmenten (rDNA) eingesetzt (Schmidt, 2006). Diese Methoden sind jedoch für die Analyse von Proben aus der Praxis mit mehreren Pilzarten (Mischproben) ungeeignet und erfordern einen relativ hohen Zeitaufwand. Dies steht einer breiten Anwendung im Rahmen wohnraumhygienischer, baubiologischer und holzschutzkundlicher Untersuchungen entgegen (Jacobs und Rangno, 2008).

Für die schnelle und eindeutige Identifizierung von 27 Hausfäulepilzen, die häufig in und an Gebäuden auftreten, wurde von der Biotype Diagnostic GmbH in Kooperation mit dem Mykolabor Dresden im Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) ein DNA-Chip entwickelt.

2 DNA-Chip

2.1 Technologie

Die DNA-Chip-Technologie revolutionierte in den 90er Jahren hauptsächlich die Genomforschung durch erste Ansätze der parallelen Genexpressionsanalyse. Sie bietet die Möglichkeit, eine sehr große Anzahl von spezifischen Sequenzen (Sonden) gleichzeitig zu immobilisieren. Durch die Spezifität der Sonden können komplizierte Mischsequenzen von PCR-Produkten gleichzeitig aufgetrennt und analysiert sowie mehrere Organismen simultan in einer Probe nachgewiesen werden (Multiplex-Analyse).

2.2 Prinzip

Der für die Hausfäulepilze entwickelte DNA-Chip basiert auf der PCR-Amplifikation und einer Hybridisierungsreaktion, der sogenannten ALR (arrayed ligation reaction). Das Prinzip der ARL ist in Abbildung 1 dargestellt. Hierbei binden einzelsträngige DNA-Zielsequenzen an sequenzspezifische Sonden, die zuvor auf dem Chip immobilisiert wurden. Nach der Anlagerung von Ligationsoligonukleotiden an die DNA-Zielsequenzen werden diese durch eine thermophile Ligase mit den immobilisierten Sonden verknüpft. Die Ligation findet jedoch nur dann statt, wenn die DNA-Zielsequenz zu der Sonde und zum Ligationsoligonukleotid komplementär ist. Dadurch wird eine spezifische Identifizierung der Pilze gewährleistet. Die Detektion erfolgt über die Fluoreszenzfarbstoff-Markierung am 3'-Ende der Ligationsoligonukleotide mit Hilfe eines Scanners (Müller et al., 2009).

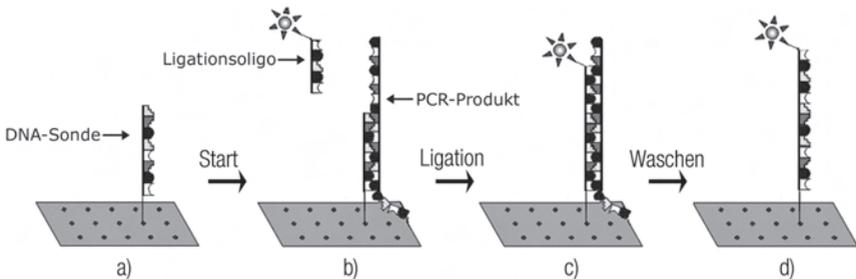


Abbildung 1: Prinzip der ALR

Die einzelsträngigen DNA-Zielsequenzen werden zusammen mit einer Ligase und fluoreszenzmarkierten Ligationsprimern auf den Chip gegeben. Die DNA-Zielsequenzen hybridisieren an die immobilisierten Sonden (a), anschließend erfolgt eine sequenzspezifische Anlagerung der Ligationsprimer an das überhängende Ende der hybridisierten Zielsequenzen (b). Durch die Ligase erfolgt die Ausbildung einer Phosphodiester-Bindung zwischen dem 5' Phosphat-Ende der Ligationsprimer und dem 3' Hydroxylende der DNA-Sonden (b). Durch hohe

Temperaturen bei dem anschließenden Waschschrift werden die Zielsequenzen von den Sonden sowie ungebundene Ligationsprimer entfernt. Die über die Phosphodiester-Bindung gebundenen Ligationsprimer bleiben gebunden und werden über die Messung der Fluoreszenz detektiert (d).

3 Die Entwicklung des DNA-Chips

3.1 Charakterisierung von Referenzorganismen

Für 121 Basidiomyceten (Laborstämme, Isolate, Praxisproben) aus 28 Gattungen wurde deren taxonomische Zuordnung mittels makroskopischer und mikroskopischer Untersuchungen der morphologischen Merkmale verifiziert. Anschließend wurden die Pilzarten einzeln in Reinkultur angezogen und die genomische DNA mittels CTAB-Extraktion (Doyle and Doyle, 1987) isoliert. Die variablen Bereiche ITS (internal transcribed spacer) wurden unter Verwendung der Primer ITS1-F (White et al., 1990) sowie ITS4-B (Gardes and Bruns, 1993) mit Hilfe der PCR amplifiziert. Die Amplifikate wurden aufgereinigt und sequenziert. Die Sequenzen wurden anschließend durch eine BLAST-Recherche (BLAST – basic local alignment tool) analysiert und der jeweiligen Pilzart zugeordnet.

3.2 Entwicklung und Validierung von art- und gattungsspezifischen Sonden

Auf Basis validierter ITS-Sequenzen wurden jeweils zwei spezifische Sonden pro Pilzart abgeleitet. Die ausgewählten Sonden wurden anschließend durch eine BLAST-Recherche auf ihre Spezifität für die jeweilige Pilzart geprüft. Für die 24 der 27 der ausgewählten Pilzarten konnten auf diesem Wege spezifische SONDENSEQUENZEN ermittelt werden. Pilze der Gattungen *Laetiporus*, *Pleurotus* und *Stereum* differenzieren in ihren ITS-Sequenzen nur geringfügig; deshalb konnten für diese Pilze nur gattungsspezifische Sonden definiert werden.

Folgende Pilze werden detektiert:

<i>Antrodia sinuosa</i>	<i>Antrodia vaillantii</i>	<i>Antrodia xantha</i>
<i>Bjerkandera adusta</i>	<i>Coniophora arida</i>	<i>Coniophora marmorata</i>
<i>Coniophora olivacea</i>	<i>Coniophora puteana</i>	<i>Daedalea quercina</i>
<i>Donkioporia expansa</i>	<i>Fomitopsis pinicola</i>	<i>Gloeophyllum abietinum</i>
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	<i>Gloeophyllum trabeum</i>	<i>Laetiporus spp.</i>
<i>Leucogyrophana mollusca</i>	<i>Leucogyrophana pinastri</i>	<i>Neo/Lentinus lepideus</i>
<i>Oligoporus placenta</i>	<i>Phellinus ferruginosa</i>	<i>Pleurotus spp.</i>
<i>Schizophyllum comune</i>	<i>Serpula lacrymans</i>	<i>Serpula himantioides</i>
<i>Stereum spp.</i>	<i>Tapinella panuoides</i>	<i>Trametes versicolor</i>

Vor dem Chip-Einsatz wurde die Funktionalität und Spezifität aller Sonden experimentell durch PCR-Amplifikationen nachgewiesen. Die getesteten Sonden erwiesen sich dabei als spezifisch d. h., dass nur ein PCR-Produkt für die entsprechende Pilzart mit der zugehörigen Template-DNA amplifiziert wurde.

Die spezifischen Sonden und Kontrollsonden wurden als Duplikat auf dem Chip immobilisiert. Im weiteren Verlauf wurden verschiedene Parameter, wie DNA-Template-Volumen in der PCR, PCR-Gesamtvolumen, Annealingtemperaturen in der PCR, Menge der eingesetzten Enzyme, Pufferzusammenstellungen, Hybridisierungtemperaturen in der ALR und PCR-Gerätetypen variiert, optimiert und damit ein routinefähiges Protokoll entwickelt. Durch den Einsatz der spezifischen Sonden und der ALR-Technologie ist eine höhere Spezifität des DNA-Chips gewährleistet. Dies ermöglicht eine parallele und eindeutige Differenzierung von bis zu 24 Pilzarten und 3 Gattungen in einer Probe bereits 2 Stunden nach der PCR.

Nach der erfolgreichen Überprüfung der »Mycotype® Basidio^{QS}« Kit-Chargen wurden in der Basisvalidierung die analytische Spezifität, die analytische Sensitivität, die diagnostische Spezifität, die Robustheit des Kits, die methodische Funktionalität und die Praxistauglichkeit untersucht.

3.3 Praxistest des DNA-Chips

Um die Praxistauglichkeit der ALR nachzuweisen, wurden 36 ausgewählte Proben (Fruchtkörper, Stränge, Oberflächenmyzelien und geschädigte Holz) aus praktischen Schadensfällen mit der entwickelten DNA-Chip Technologie analysiert.

Die DNA wurde mit der CTAB-Methode isoliert und die PCR-Amplifikation der ITS-Zielregion erfolgte mit basidiomyceten-spezifischen Primern. Die PCR-Produkte wurden über eine Silica-Säule gereinigt und anschließend fragmentiert. Die DNA-Fragmente wurden in die ALR eingesetzt (siehe Abbildung 1). Die Detektion erfolgte über eine Fluoreszenzfarbstoff-Markierung der Ligationsoligonukleotide mit Hilfe eines Fluoreszenz-Scanners. Das erhaltene Tif-Bild wurde mit der benutzerfreundlichen Software »Mycoproof Basidio« ausgewertet.

Mit dem Chip konnten 33 von 36 Proben in einem Analysedurchgang diagnostiziert werden. Drei Proben konnten aufgrund von degradierter oder fehlender DNA nicht analysiert werden. Zum Vergleich wurden die Praxisproben zudem mit den konventionellen Methoden der makroskopischen und mikroskopischen Analysen sowie mit Hilfe der PCR und anschließender direkter DNA-Sequenzierung untersucht. Es traten keine widersprüchlichen Befunde mit der konventionellen Diagnostik auf.

Mit der Chip-Diagnostik konnten 8 % der untersuchten Proben nicht eindeutig identifiziert werden. Bei den Vergleichsmethoden lag dieser Wert mit 22 % (ITS-Sequenzierung) bzw. 33 % (konventionelle Diagnostik) höher. Der Praxistest bestätigte die Funktionalität und Leistungsfähigkeit des entwickelten DNA-Chips.

Durch die Spezifität der ALR-Reaktion und insbesondere der DNA-Sonden können auch mehrere gleichzeitig auftretend Pilzarten eindeutig und schnell differenziert werden. Die Abbildung 2 zeigt beispielhaft ein Pilzgutachten-Protokoll zur Mischprobe-Analyse.

Die Entwicklung des DNA-Chips für die Diagnostik der häufigsten 27 Hausfäulepilze wurde bereits Anfang 2009 abgeschlossen. Eine analytische und

diagnostische Bewertung des DNA-Chips unter Einbeziehung von acht Labors aus Deutschland wurde im Oktober 2009 erfolgreich beendet.

Schadensfall:

weißes, brüchiges Pilzmyzel auf Holz, Würfelbruch, Innenfäule, keine Fruchtkörper

Makroskopische und mikroskopische Untersuchung:

Merkmale des Oberflächenmyzels deuteten auf verschiedene Porenschwämme, die Sporen deuteten auf den Echten Hausschwamm, jedoch keine eindeutige Differenzierung möglich. Innenfäuleerreger nicht identifizierbar

Sequenzierung:

Zusätzliche DNA-Analytik: rDNA-ITS-Sequenzierung. Mischsequenz deutet auf mehrere Pilzarten

DNA-Chip-Analyse:

positiver Befund für den Gelber Porenschwamm (*Antrodia xantha*), den Rotrandiger Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*), den Wilder Hausschwamm (*Serpula himantoides*) und den Schmetterlingsporling (*Trametes/Coriolus versicolor*)

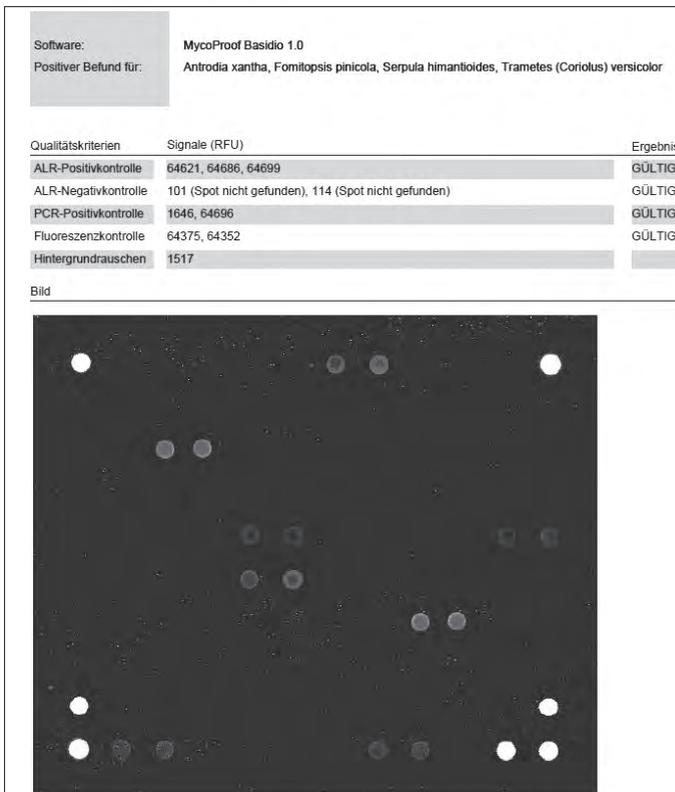


Abbildung 2: DNA-Chip-Analyse einer Mischprobe

4 Fazit

Für die Analyse von holzerstörenden Pilzen in Gebäuden wurde ein neues Verfahren auf Basis der DNA-Chip-Technologie entwickelt. Dieses bietet die Möglichkeit, eine taxonomisch korrekte Identifizierung der häufigsten Hausfäulepilze (24 Pilzarten und 3 Gattungen) durchzuführen. Durch die Spezifität der ALR-Reaktion und insbesondere der DNA-Sonden können mehrere Pilzarten parallel in einer gemischten Praxisprobe nachgewiesen werden (Multiplex-Analyse). Hierin besteht der große Vorteil gegenüber den klassischen molekularbiologischen Methoden, aber auch moderneren, wie z. B. der RT-PCR (real-time PCR), deren Multiplex-Fähigkeit beschränkt ist. Besonders herauszustellen ist, dass nach der DNA-Isolierung eine Identifizierung und taxonomische Gruppierung von Pilzen innerhalb von nur 2 Stunden möglich ist.

Seit Januar 2010 bietet die Firma Biotype Diagnostic GmbH ein entsprechendes kommerzielles Produkt, das Diagnostik-Kit »Mycotype® Basidio^{QS}«, an, und das Mykologische Prüflabor setzt dieses nach DIN EN ISO 9001:2005 akkreditierte Verfahren bereits in der Routinediagnostik ein. Ein anderer DNA-Chip für den Nachweis der wichtigsten Schimmelpilze wird derzeit entwickelt.

5 Danksagung

Die diesem Artikel zugrundeliegenden Forschungsarbeiten wurden im Rahmen des Förderprojekts P 12109/1958 durchgeführt und mit Mitteln des Freistaates Sachsen und der Europäischen Union (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Quellen

- Doyle J J and Doyle J L (1987): A rapid DNS isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue,« *Phytochemistry Bulletin* 19: 11-15.
- Gardes M and Bruns T D (1993): ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Mol. Ecol.* 2: 113-118.
- Hilck M (2005): Molekularbiologie enttarnt Holz zerstörende Pilze. *Holz-Zentralblatt* 43: 559-560.
- Huckfeldt T und Schmidt O (2006): Hausfäule- und Bauholzpilze – Diagnose und Sanierung. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln.
- Jacobs K und Rangno N (2008): Nachweis des Echten Hausschwamms (*Serpula lacrymans*) auf Basis der DNA-Analytik. *Holztechnologie* 49 (6): 26-30.

Müller D, Rangno N, Hiller C, Jacobs K, Tusche D, Begemann S, Scheiding W, Brabetz W (2010): Nachweis von 27 Hausfäulepilzen mittels DNA-Chiptechnologie. *Holztechnologie* 51 (2): 22-30.

Schmidt O (2006): *Wood and tree fungi*. Springer-Verlag, Berlin, S. 33-55.

White T J, Bruns T, Lee S, Taylor J (1990): Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: *PCR protocols: a guide to methods and applications*. Ed. Innis M A, Gelfand D H, Sninsky J J, White T J, pp 315-322, Academic Press, Inc., New York, N.Y.

Herausforderungen und Erfolgchancen in der Forst- und Holzwirtschaft durch Nutzung von Unternehmenskooperationen im Bereich Holzlogistik

Mike Lange, Anne-Katrin Osdoba, Christine Behnke

Kurzfassung

Die Unternehmen der Wertschöpfungskette Holz stehen vor dem Hintergrund inhomogener Rahmenbedingungen vor ständig neuen Herausforderungen bei der Gestaltung ihrer Prozesse. Holz ist ein begehrter, wertvoller und zukünftig knapper Rohstoff für die stoffliche als auch energetische Nutzung. Dadurch steigt auch der Aufwand insbesondere für die Organisation und Steuerung der Logistikprozesse. Daher ist der Anteil der Beschaffungs- und Logistikprozesskosten zu optimieren. Zusätzlich sind vor allem in der innerbetrieblichen Logistik und der Distributionslogistik viele zwar entdeckte, jedoch noch nicht ausgeschöpfte Optimierungspotentiale vorhanden. Hier können Unternehmenskooperationen und die zielgerichtete Entwicklung, Umsetzung und Weitervermarktung von Prozess- und Produktinnovationen die Grundlage bilden um Kosten zu senken und die Steuerung der Prozesse in der Logistik der Forst- und Holzwirtschaft effizienter zu gestalten. In diesem Beitrag werden Anforderungen und Beispiele für Motivation und Umsetzung von Netzwerken im Cluster Forst und Holz aufgezeigt. Schwerpunkt ist der Bereich Holzlogistik und die Darstellung von Erfolgsbeispielen und deren Motivation.

1 Strategische und operative Anforderungen an die Logistikprozesse im Cluster ForstHolz

1.1 Beschaffungslogistik der Rohstoffe

Die Logistik der Forst- und Holzwirtschaft zeichnet sich durch ein sehr heterogenes und komplexes Prozess- und Akteursgefüge aus, in dem viele Akteure aus unterschiedlichen Prozessbereichen in der Wertschöpfungskette zusammenwirken. Holz ist ein begehrter, wertvoller und zukünftig knapper Rohstoff sowohl für die stoffliche als auch die energetische Nutzung. Das regionale Rohstoffangebot reicht bereits jetzt häufig nicht mehr für die Versorgung der Produktionskapazitäten immer größer werdender Werke aus.

Die steigende Konkurrenz um Rohstoffe wird zukünftig einerseits zum Kampf um die regionalen Rohstoffe und die Konzentration der Holzbündelung führen und zusätzlich die Rohstoffversorgung noch stärker zu einer überregionalen Aufgabe für die Akteure der Holzwirtschaft machen. Dadurch steigt der Aufwand für die Organisation und Steuerung für den Transport, den Umschlag und die Lagerung (TUL) von holzartigen Rohstoffen. Der Logistikkostenanteil

an den Beschaffungskosten schwankt abhängig von eingesetzter Rohstoffqualität, -menge und Einzugsgebiet bereits heute von ca. 20 % bei Laubwertholz bis ca. 40 % bei Energieholz (Lange, et al., 2008). Da sich unter anderem der Anteil der Geschäftsprozesse im internationalen Umfeld erhöht, wird zusätzlich der Kommunikationsaufwand steigen und damit auch die Anforderungen an einen unterbrechungsfreien und gut organisierten Datentransfer für Holzeinkäufer und Holzhändler. Insbesondere für die klassischen Logistikprozesse TUL sowie der Veredlung von Halbfertigprodukten werden auf die Unternehmen erhöhte Kosten und ein höherer Personalkostenaufwand für die Planung und Steuerung der Materialflüsse zukommen. Sowohl im grenzüberschreitenden Verkehr als auch im nationalen Bereich wird eine Harmonisierung der heterogenen rechtlichen Rahmenbedingungen erforderlich sein.

Um den zukünftigen Anforderungen an die Logistikprozesse für die Holzbeschaffung zu begegnen, müssen die Akteure demnach ihre Prozesse zusammen mit ihren Dienstleistern für Ernte, Transport, Umschlag und Lagerung effizienter gestalten und Prozess- und Produktinnovationen entwickeln, um in einem starken und zukunftsfähigen Markt agieren zu können.



Abbildung 1: Lagerung von Sägeprodukten für den Export am Hafen Wismar (Foto: Lange)

1.2 Intra- und Distributionslogistik

Neben der Beschaffungslogistik haben die Intra- und die Distributionslogistik einen hohen Stellenwert. Hier ist in der Holzwirtschaft insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) noch viel Optimierungspotential vorhanden. Die Holzindustrie ist eine sehr exportorientierte Branche. Laut Statistik des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz wurden allein 2006 ca. 30 Mio. Kubikmeter Restholz, Rohholz und Holzhalbwaren exportiert (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2008). Das sind hochgerechnet bis zu 19 Mio. Tonnen Holz, entsprechend mehr als 760.000 Mio. Lkw-Transporte (bei 25 t Nutzlast) oder mehr als 7.600 Ganzzüge (bei voller Laderaumauslastung), die für den Export organisiert werden müssen. Zusätzlich kommen Schiffsloadungen für den Export dazu, da ein hoher Teil des Exports nach Nordamerika oder Asien versendet wird (Lange, 2011). Dadurch ist der Logistikaufwand insbesondere in der Holzwerkstoffindustrie sehr hoch. Viele Unternehmen verkaufen weit mehr als 50 % ihrer produzierten Waren im Ausland. Die Fertigung von Halbfertigprodukten und deren Hin- und Rücktransport zwischen Schwesterwerken im In- und Ausland ermöglicht Einsparungen im Produktionsbereich, erhöht jedoch auch die Logistikkosten. Die zunehmende Globalisierung führte allein zwischen 2003 und 2008 zu einer Steigerung der Transportkosten in Europa um 35 % (Mayer, 2009). Vor dem Hintergrund eines erwarteten weiteren Anstiegs der Logistikkosten müssen exportorientierte Unternehmen neue Möglichkeiten der Transportorganisation in der Wertschöpfungskette (Supply Chain) finden. Häufig sind die organisatorischen Strukturen in den Unternehmen nicht an die Anforderungen für modernes Logistikmanagement angepasst. Dazu zählen die Benennung entsprechender Verantwortlichkeiten, die Nutzung von Logistikkennzahlensystemen sowie die Nutzung von IT-Hilfsmitteln, wie z. B. Transportauftragsplattformen zur Vernetzung von Verladern und Logistikdienstleistern, die die Transportabwicklung erleichtern. Weiteres Optimierungspotential besteht in vielen Werken der Säge- und Holzwerkstoffindustrie im Bereich Lager- und Bestandsmanagement. Häufig werden keine spezifischen oder nur veraltete Softwaresysteme für die Lagerverwaltung eingesetzt, wodurch alle Wareneingangs- und -ausgangsprozesse Schwachstellen in der Erfassung und Dokumentation aufweisen und der Lagerbestand schwer erfassbar ist. Die auf dem Markt verfügbaren Lagerverwaltungssysteme sind nur selten für den Einsatz in Sägewerken geeignet und berücksichtigen nicht die insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) vorhandenen spezifischen Anforderungen. Dies ist vor allem auf das Lagergut und die Art der Lagerung auf den Lagerplätzen zurückzuführen. Speziell die Kennzeichnung des Holzes und die des Lagerortes erweisen sich als problematisch. Die in anderen Industriebereichen bereits übliche Nutzung von Barcodes und RFID-Technik ist in der Sägewerksbranche noch Neuland und wird aufgrund vielfältiger Faktoren nur begrenzt eingesetzt.

Vor dem Hintergrund der Erhöhung der Flexibilität in den Lieferbeziehungen zwischen Holz-/Sägeindustrie und Handel sind für IT-Dienstleister und Forschungsinstitutionen Betätigungsfelder mit hohem Bedarf an Produktentwicklungen für KMU zu erkennen, die eine individuelle und intuitive Funktionalität mit Branchenspezifika enthalten und den Investitionsmöglichkeiten von KMU entsprechend eine preisliche Akzeptanz finden. In Zusammenhang damit sind die Sensibilisierung und der Wissenstransfer die mögliche Brücke für Effizienzsteigerungen in den Logistikprozessen. Die Nutzung dieser Potentiale ist zusammen mit der Entwicklung neuer Produktinnovationen und der Erschließung neuer Märkte ein Schlüssel zur Zukunftssicherung der Betriebe im Cluster Forst und Holz.

2 Kooperationsnetzwerke und Netzwerkgedanke

2.1 Motivation für Netzwerke

Ein Weg, diesen Zukunftsanforderungen zu begegnen und Optimierungspotentiale zu nutzen, ist der Zusammenschluss von Unternehmen in Unternehmenskooperationen bzw. (Interessen-)Netzwerken. Mögliche Ziele des Zusammenschlusses sind unter definierten vertraglichen Regelungen kooperativ zu agieren, Material oder Informationen auszutauschen, zu bündeln oder neu zu schaffen, gemeinsam Ressourcen zu nutzen und Prozesse und Produkte in definierter Weise gemeinsam zu planen und/oder zu realisieren. Eine Form von Kooperation sind Unternehmensnetzwerke, in denen sich zusammengeschlossene Unternehmen bei Bedarf Informationen und/oder Material austauschen können. Dieser Zusammenschluss ist für eine langfristige Zusammenarbeit ausgelegt, deshalb stabil, und wird auch als Kooperationsplattform bezeichnet (Hess, 1998). Demnach gibt es stabile Unternehmensnetzwerke, die mittel- und langfristige Kooperation zwischen mehreren Unternehmen kennzeichnen und dynamische Netzwerke, die sich kurzfristig zusammenschließen, um temporäre Marktchancen oder Bedarfe wahrzunehmen. Bei einem stabilen hierarchischen Netzwerk kann eine Dachorganisation existieren, während sich in dynamischen Netzwerken häufig vertraglich begrenzte Kooperationen bilden. Bei diesen eher kurzfristig angelegten Kooperationen existiert keine Dachorganisation wie bei den stabilen Netzwerken, vielmehr tritt hier jeder Partner nach außen als Auftragnehmer auf. Eine Mischung aus dynamischen und stabilen Unternehmensnetzwerken hält seit einigen Jahren in der Forst- und Holzwirtschaft Einzug. Insbesondere in der mittelständischen Struktur der Forst- und Holzwirtschaft können Unternehmensnetzwerke nicht nur organisatorisch sondern auch wirtschaftlich zum Erfolg einer Vielzahl von Wertschöpfungsketten beitragen.

Nach Lupp (2010) zeichnen sich effektive Kooperationen durch dynamische und flexible Strukturen aus. Häufig ist ihnen eine hohe Anzahl an Unternehmen angeschlossen. Kennzeichnend sind dabei die Konzentration von KMU und die Begrenzung eines Unternehmensfeldes. Als ein Ziel von Unternehmen nennt der

Autor die Relativierung der Machtverhältnisse eines Mittelstandverbundes gegenüber Konzernen. Ziele von Netzwerken sind meist ein gemeinsames Marketing sowie Produkt- und/oder Prozessinnovation (Abbildung 2). So können z. B. ein gemeinschaftlicher Einkaufsprozess mit dem Ziel einer Reduzierung des Einkaufspreises realisiert, gemeinsame Ausbildungen durchgeführt oder eine gemeinsame Nutzung von Ressourcen im Fuhrparkbereich angestrebt werden. Netzwerke mit dem Schwerpunkt Prozessoptimierung sind meist branchenübergreifend aktiv. Nicht selten ist die Logistik als Thema ausschlaggebend für den Aufbau solch eines branchenübergreifenden Netzwerks.

Ein Beispiel für die Nutzung gemeinsamer Strukturen bei Zulieferprozessen ist der Automotive-Bereich, mit den Zielen Logistikprozesse effektiver und zeitgenauer zu planen und Lagerressourcen gemeinsam zu nutzen. Bei Netzwerkkoooperationen spricht man häufig von Organisations- und Management-Netzwerken, die sich aus Knoten- und Kantenbeziehungen zusammensetzen (Prockl, et al., 2010)¹. Diese Beziehungen definieren in unterschiedlicher Prägung Netzwerkfunktionalitäten wie in Abbildung 2 dargestellt.

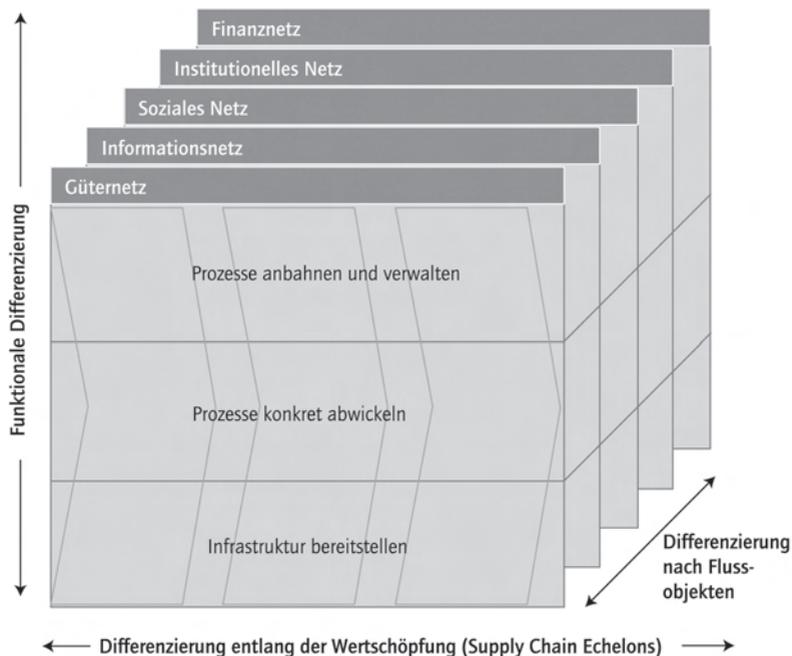


Abbildung 2: Ansätze zur Differenzierung von Netzwerken (Prockl, et al., 2010)

1 Knoten- und Kantenbeziehungen: In der Graphentheorie werden die Elemente eines Netzwerks als »Knoten«, die Verbindungen zwischen ihnen als »Kanten« bezeichnet. In der sozialen Netzwerkanalyse ist die gängige Bezeichnung für Knoten »Akteur« und für Kanten »Beziehung«. In physischen Logistiknetzen sind Knoten häufig Lagerhäuser oder Produktionsstätten und Kanten Transportbeziehungen.

2.2 Netzwerke in der Forst- und Holzwirtschaft

Viele Netzwerke in der Forst- und Holzwirtschaft konzentrieren sich ausschließlich auf das Thema Marketing. Dies sind insbesondere lokale Netzwerke, z. B. zur Vermarktung von einer Region in Zusammenhang mit regionaltypischen Produkten oder einer branchenbezogenen Exzellenz, die aus der Region ausstrahlt. Im Cluster Forst und Holz zeigen sich diese Netzwerke in jüngerer Zeit insbesondere in den branchenstarken Regionen im Süden Deutschlands. Ein Beispiel hierfür ist das Cluster Forst und Holz Bayern (Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH, 2010).

Netzwerkkooperation für die Verlagerung von Güterströmen auf die Schiene

Ein Beispiel für ein loses Organisationsnetzwerkvorhaben ohne direkte vertragliche Netzwerkstrukturen ist das für die Forst- und Holzwirtschaft entwickelte Konzept einer gemeinsamen Transportmöglichkeit auf der Schiene für Fertig- und Halbfertigprodukte der Holzindustrie. Im Rahmen des EU-Projektes SoNorA² entwickelte die Forschungsgruppe Verkehrslogistik an der Technischen Hochschule Wildau [FH] mit interessierten Partnern der Branche ein Konzept für eine neue regelmäßige Zugverbindung speziell für Holzprodukte im Transportkorridor Mitteleuropa – Adria. Die sieben involvierten Unternehmen, teilweise mit mehreren Standorten verfolgen die Bündelung der Mengen, um gemeinsam eine Zugverbindung zu realisieren. Die konzeptionellen Arbeiten der TH Wildau werden zur Umsetzung einem Logistikdienstleister als Koordinator (Broker) übertragen. Der Schlüssel zum Erfolg der Partnerschaft ist die bereit zu stellende periodisch festgelegte Transportmenge in definierte Regionen, die letztlich die Grundlage für eine regelmäßige Zugverbindung (entsprechend Abbildung 3) bedingt. Hinzu kommt die Nutzung eines gemeinsamen Brokers und die Möglichkeit an gemeinsamen Logistiknotenpunkten (Salzburg – Saalfeld – Wustermark) flexibel Logistikleistungen zu nutzen.

Ziele des Konzepts sind die Stärkung der regionalen und Export-Güterströme der Holzverarbeitenden Industrie sowie die Bündelung der Transportaufkommen aufkommensstarker Zentren der Holzwirtschaft. Gerade bei der dauerhaften Vermarktung von größeren Mengen in Auslandsmärkten kann die Nutzung der Bahn eine wirtschaftliche Alternative sein. Zudem bietet die Nutzung der Schiene volkswirtschaftliche und ökologische Vorteile, die sich auch auf das Image von Unternehmen in der Öffentlichkeit positiv auswirken. Dazu gehört die Reduzierung des Lkw-Verkehrs, der Erhalt und die Nutzung von Infrastrukturen insbesondere im ländlichen Raum, aber auch ein Beitrag zum Klimaschutz. Die Routenführung

2 SoNorA steht für SOuth – NORTH Axis (Süd – Nord-Achse) und hat das Ziel, die Verkehrsinfrastruktur und das Verkehrsangebot in Mitteleuropa zu verbessern. Das transnationale Kooperationsprojekt wird im Rahmen des CENTRAL EUROPE Programms von der Europäischen Union gefördert und soll für die Regionen in ganz Mitteleuropa eine verbesserte Erreichbarkeit und Zugänglichkeit in Nord – Süd-Richtung von der Ostsee zur Adria schaffen.



Abbildung 3: Route Wustermark – Saalfeld – Salzburg, Transitzeiten entlang der Strecke (Lange, Behnke)

der Zugverbindung soll von Brandenburg über die Regionen Thüringen, Sachsen und Bayern nach Salzburg/Rosenheim gehen und ermöglicht Perspektiven des Ausbaus weiter über Österreich bis an die Adria (Slowenien/Nordost-Italien) – und zurück (siehe Abbildung 3). Damit besteht auch die Möglichkeit, Güter aus den südlichen Regionen in Richtung Norden zu transportieren. Zwischenstops sind

entsprechend den Anforderungen der Holzverarbeitenden Industrie eingeplant. Die Anbindung an die deutschen Seehäfen und die Einbindung weiterer Holzzentren ist ebenso denkbar und orientiert sich an den Bedürfnissen der Holzindustrie. Für die Zugverbindung sind zwei Abfahrten pro Woche vorgesehen.

Netzwerkkooperationen für die Vermarktung und Clusterbildung

In Österreich und der Schweiz gibt es Netzwerke in der Forst- und Holzwirtschaft bereits seit längerem (Bsp. Holzcluster Steiermark, 2010). Entsprechend groß sind dort die Interessengruppen, nicht selten schließen sich über 100 Partner zu einem Netzwerk zusammen. Dies ist ein Kennzeichen dafür, dass sich sowohl dynamische als auch stabile Netzwerke branchenübergreifend etabliert haben. Das Wachstum hinsichtlich der eingebundenen Netzwerkpartner und die Erhöhung der gebündelten Unternehmensgröße durch Stärke der kooperativen Zusammenarbeit im Verbund zu gemeinsam definierten Themen in Kombination mit der Generierung gegenwärtiger Fragestellungen sind die Grundlagen, dass Netzwerke sich auf Veränderungen in der Branche und der Gesellschaft einstellen können.

Neben Marketingaktivitäten und der Entwicklung von Produkt- und/oder Prozessinnovationen werden auch politische, gesellschaftliche oder demographische Interessen in Netzwerken vertreten. Das Leitbild des Holzcluster Steiermark hat sich z. B. als Ziel gesetzt, eine: »Effiziente Schnittstelle zwischen Wirtschaft – Wissenschaft und Politik« zu sein. »Oberstes Anliegen ist die Forcierung einer international wettbewerbsfähigen Wirtschaftsstruktur in der Branche mit dem Ziel, die Betriebe entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu stärken und wichtige Arbeitsplätze vor allem in ländlichen Regionen zu sichern« (Holzcluster Steiermark, 2010).

Letztlich zeigen die Ausführungen und Beispiele, dass Netzwerkkooperationen in ihrer Entstehung und in ihrer Funktionalität sehr unterschiedlich sein können und nicht nur innerhalb einer Branche sondern auch branchenübergreifend existieren. Häufig sind auch die bereits genannten Ziele und Netzfunktionen sowie die geographische Ausprägung schwer exakt zu beschreiben, da sie vernetzt in einander greifen.

Netzwerke können eine sehr breite Zielstellung aufweisen, wobei die Gefahr besteht, dass zu viele Netzwerkfunktionen letztlich nicht wirkungsvoll und ergebnisorientiert umgesetzt werden können.

Fördermittelträger auf Länderebene, national und international haben frühzeitig erkannt, dass Netzwerke wirtschaftliche und gesellschaftliche Erfolge erzielen können. Daher werden in diversen Programmen Netzwerke und insbesondere ihr Aufbau gefördert. Am Beispiel des Zentralen Innovationsprogrammes des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) sind Voraussetzungen für die Förderung u. a. die Aspekte KMU-Orientierung (min. sechs KMU im Netzwerk sind Voraussetzung), innovationsausgerichtet und auf Forschung und Entwicklung orientiert. (BMWi, vom 26.11.2010). Die Vielzahl der Netzwerke

in Deutschland sind nachweislich jedoch nicht durch Förderungen entstanden (Glückler, et al., 2009). Viel eher spielen dabei lange und intensive Geschäftsbeziehungen eine Rolle. Die Grundlagen für den Erfolg sind sehr wohl aber gleich.

Cluster Forst und Holz bezogenes Kooperationsnetzwerk mit Prozessschwerpunkt Logistik

Um die Funktionalität und ein Leitbild eines Netzwerkes zu definieren, ist neben motivierten Netzwerkpartnern, die Festlegung konkreter und abgestimmter Themen wichtig. Ein stabiles Netzwerk, das zieltypisch prozessorientiert und produktorientiert und durch eine dynamische Entwicklung gekennzeichnet ist, benötigt einen längeren Aufbau der strategischen Ansätze für die Stabilität. Dies zeigt sich am Beispiel des im Folgenden dargestellten Innovationsnetzwerkes Holzlogistik (INNOHOLZ³).

INNOHOLZ setzt sich aus einem sehr heterogenen Partnergefüge zusammen. Das Innovationsnetzwerk verbindet KMU der Forst- und Holzwirtschaft, unternehmensnahe Dienstleister, universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie Institutionen und Fachbehörden der Branche zu einem Innovationsnetzwerk rund um die Themen einer innovativen Holzlogistik. Im Kern steht der Austausch und die Bündelung unterschiedlichen Know-hows sowie der technologischen Potenziale der Partner, um mittels gemeinsam zu entwickelnder logistischer Innovationen die Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Unternehmen zu stabilisieren, auszubauen, neue Märkte zu erschließen und zu erweitern.

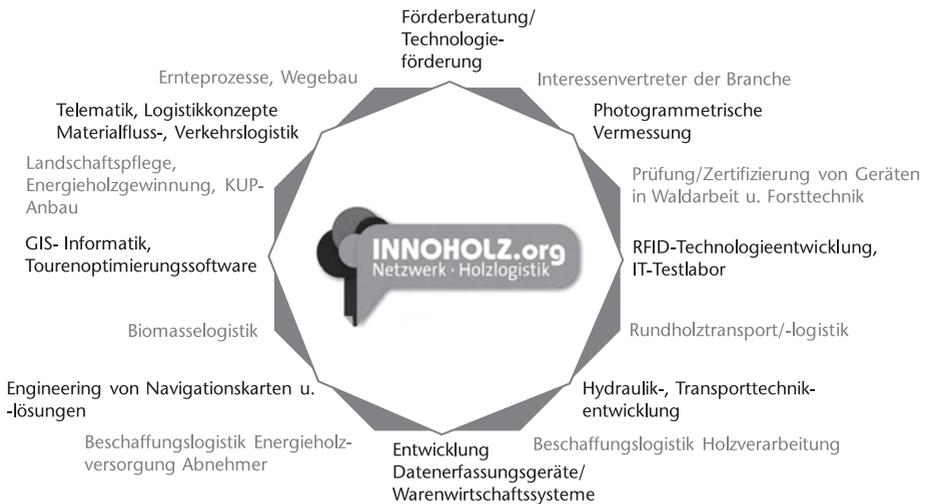


Abbildung 4: Know-how-Bündelung in einem Netzwerk am Beispiel INNOHOLZ (Osdoba)

3 Gefördert durch das BMWi aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM), Bereich Netzwerke

Die Besonderheit des Netzwerkes ist die Partnerkonstellation. Dadurch wird, wie in Abbildung 4 dargestellt, gemeinschaftliches Know-how geschaffen und gebündelt. Es vereinen sich die Kompetenzen der Netzwerkpartner in der Wertschöpfungskette Holz in den Bereichen Beschaffungslogistik für Rund- und Energieholz einschließlich der Transportlogistik, sowie in dem Bereich Biomasse-logistik. Die nicht direkt in der Wertschöpfungskette integrierten Querschnittspartner bringen z. B. zusätzliche Kompetenzen für die Erstellung von Logistikkonzepten oder der Entwicklung von Softwarelösungen in den Feldern Telematik, Navigation, Tourenplanung und -optimierung ein.

Damit ist INNOHOLZ eine Mischung aus einem prozessorientierten Netzwerk (entlang der Wertschöpfungskette) und einem produktorientierten Innovationsnetzwerk. Die im Netzwerk mit Hilfe eines neutralen Netzwerkmanagements, in diesem Fall die Forschungsgruppe Verkehrslogistik der Technischen Hochschule Wildau [FH], analysierten Themen aus der Wertschöpfungskette liefern das Potential für Forschung und Entwicklung und die Definition für die Produktorientierung.

Gemeinsam stellen die Partner die Rahmenbedingungen für Neuentwicklungen und gemeinsamen Entwicklungen von Projekten.

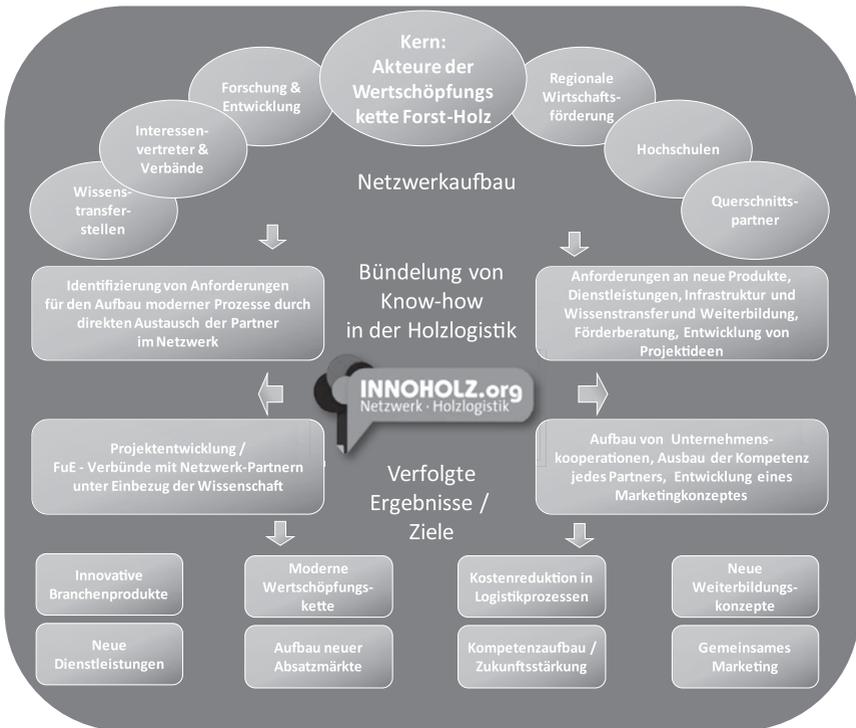


Abbildung 5: Netzwerkarchitektur des Innovationsnetzwerkes Holzlogistik (Lange)

Auch eventuelle Subnetzwerke zu bestimmten Themen können dadurch etabliert werden. Die in Abbildung 5 dargestellte Netzwerkarchitektur zeigt die funktionelle Struktur des Netzwerks, also die Anordnung der Partner und deren Verbindungen und Abhängigkeiten untereinander und den Entstehungsprozess von gemeinsamen Projekten. Diese entwickelte Herangehensweise ist auch auf andere Branchen und Themen in der Forst- und Holzwirtschaft übertragbar.

Um die Prozesse der Holzlogistik effizienter zu gestalten, ist zur intelligenten Steuerung von Organisation und Prozessen nicht nur der Netzwerkgedanke gefragt. Es müssen die richtigen Werkzeuge vorhanden sein und gezielt eingesetzt werden. Dazu gehören moderne branchenspezifische Lösungen zur Prozesssteuerung, Dokumentation und Bewertung der Informations- und Kommunikationsprozesse, der Einsatz geeigneter Techniken für Ernte, Transport, Umschlag und Lagerung aber auch die Bereitstellung und Nutzung geeigneter Infrastrukturen für Bündelungs- und Veredelungsprozesse der Holzrohstoffe und der zu distribuierenden Holzprodukte.

Im Netzwerk wurde daher ein Kooperationsvertrag geschlossen, der eine Zusammenarbeit in folgenden Leitthemen formuliert, welche entsprechend der Dynamik auch gemeinsam ergänzt oder verändert werden können:

- Informationslogistik in der Holzlogistikette – Aufbau moderner Informationsflüsse in der Holzlogistik und Holzindustrie
- Energieholzlogistik – Hilfsmittel und Strategien zur Realisierung von Logistikprozessen
- Moderne Transporttechnik – Entwicklung moderner LKW-Aufbauten und Fahrzeugtechnologien
- Infrastruktur Holzlogistik – Maßnahmen zum Erhalt, Aufbau und Weiterentwicklung der Infrastrukturen in der Holzverarbeitenden Industrie und deren Dienstleistungssektor

Durch konkrete Anwendungsprojekte werden im Netzwerk logistische Innovationen entwickelt und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen gestärkt. Die dynamische branchen- und wirtschaftsabhängige Entwicklung und Optimierung der Effizienz ist als hierbei das Interesse des Netzwerkes. Eine Vernetzung von Unternehmen ist dafür unerlässlich, um Optimierungspotentiale in der Holzlogistik nutzen zu können und die Entwicklung auf die Holzbranche zugeschnittener IT-Lösungen ist nur dann möglich, wenn sowohl IT-Unternehmen als auch Vertreter der Wertschöpfungskette Holz in direktem Austausch zueinander stehen. Die beteiligten Netzwerk-Partner verfolgen durch die Entwicklung und den Einsatz branchenspezifischer Lösungen für die Holzlogistik klare unternehmerische Ziele, die durch den Austausch von Wissenschaft und Praxis und anwendungsbezogenen Vorhaben im Verbund erreicht werden sollen. Das Netzwerkmanagement übernimmt dabei die Funktionen der Projektentwicklung und Fortschrittsüberwachung und ist behilflich bei der Vermarktung. Nicht zuletzt fungiert das Netzwerk auch als Meinungsgeber.

Als Beispiele der vielfältigen Entwicklungen im INNOHOLZ-Netzwerk können z. B. die Entwicklung eines Pellet-Lkws (Abbildung 6 und 7) oder auch ein gemeinsames Schulungs- und Innovationsangebot genannt werden. Bei der Entwicklung des Pellet-Lkw setzt das Unternehmen im Netzwerk auf die Hilfe bei der gemeinsamen Vermarktung und Reife des Fahrzeugaufbaus.



Abbildung 6: Innovatives Pelletsfahrzeug

(Foto: Lange)

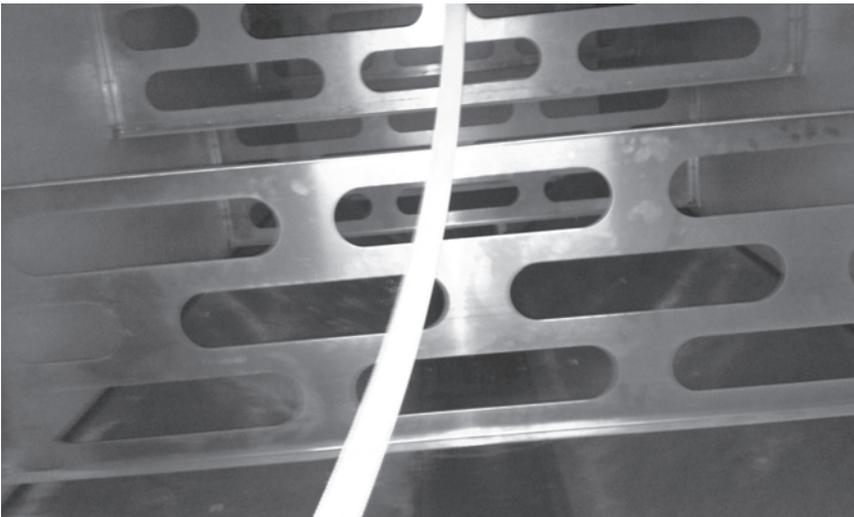


Abbildung 7: Fördersystem des Pelletsfahrzeugs

(Foto: Lange)

Das Fahrzeug wurde als leichter Kofferaufbau konzipiert, um den Anforderungen in innerstädtischen Bereichen gerecht zu werden. Die hohe Wendigkeit des Fahrzeuges ermöglicht auf Hinterhöfen und engen Grundstücken eine professionelle Lieferung. Das Trägerfahrzeug enthält als Innovation einen leichten Aufbau, der durch die Nutzung neuer Stoffzusammensetzungen entwickelt werden konnte. Dadurch kann der Aufbau auch auf kleineren Lkw aufgebaut werden und erreicht darüberhinaus noch eine hohe Nutzlast für den Transport von Pellets. Von Netzwerkseite wird für das Fahrzeug der Pelletsmarkt beobachtet und recherchiert, in welchen Regionen Europas unter welchen Voraussetzungen das Fahrzeug Marktchancen hat. Bei der Realisierung des Vermarktungskonzeptes unterstützt das Netzwerk durch gemeinsame Publikationen und Messeauftritte.

Bei der Entwicklung des gemeinsamen Schulungs- und Innovationsangebotes »INNOHOLZ-IT-Roadshow« bietet das Netzwerk im Verbund regionale Praxisseminare für Akteure der Forst- und Holzwirtschaft an, um zum Einen das Bewusstsein zum Einsatz moderner IT in den Holzlogistikprozesse zu erhöhen, den Techniktransfer zu fördern und letztlich auch neue Kunden zu gewinnen. Dabei werden insbesondere die IT-Partner ihre Produkte gebündelt anbieten und entsprechend den Kundenwünschen entwickeln. Gleichzeitig besteht durch die Nähe zur Praxis und die jeweilige regionale Begrenzung der Veranstaltung die Möglichkeit, aktiv Anforderungen für Neuentwicklungen aufzunehmen und regionale Spezifika kennenzulernen. Als Netzwerk lassen sich dann, insbesondere in der Öffentlichkeit, die Unternehmen im Team als Experten für das Thema IT in der Holzlogistik etablieren und ermöglichen somit eine bessere Marktdurchdringung.

Literatur und Nachweise

- BMW (2010). Bekanntmachung der Neufassung der Richtlinie zum Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) [Report]. – Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, vom 26.11.2010.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (2008). Ausfuhr von Restholz, Rohholz und Holzhalbwaren 2000-2006, FHT-0120130-2006 [Report]. – Berlin: www.bmelv-statistik.de
- Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH (2010). Cluster Forst und Holz in Bayern [Online]. – Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH, 10.10.2010. – <http://www.cluster-forstholzbayern.de/>.
- Fach- und Informationsmedien GmbH (2010). Transportgewerbe-Info [Online] // Lkw-Aufbauten. – Fach- und Informationsmedien GmbH, 13.12. 2010. – <http://www.deutsches-transportgewerbe.de/lkw-aufbauten.html>.
- Glückler Johannes [et al.] (2009). Unternehmensnetzwerke in Deutschland: Ergebnisse einer Unternehmensumfrage. [Online] // www.kreanets.com. – Geographisches Institut, Heidelberg, 10.10. 2010. – http://www.kreanets.com/fileadmin/documents/Publikationen/Bericht_Online-Screening_.pdf.

- Hess Thomas (1998). Arbeitspapiere der Abt. Wirtschaftsinformatik II. – [s.l.]: Universität Göttingen, Book Section] // Vols. Nr. 4/1998, S.11.
- Holzcluster Steiermark (2010) Leitbild [Online]. http://www.holzcluster-steiermark.at/desktopdefault.aspx/tabid-57//2936_read-10622/.30.11.2010
- Lange Mike (2009): GrobeHochrechnung der Transportmengen für Holz entsprechend der Ausfuhrzahlen Deutschland 2006. – Wildau: unveröffentlicht
- Lange, Mike und Schultze, Mareike (2008). Herausforderungen, Anforderungen und Lösungsansätze zur Steigerung des Innovationsgrades in der Holzlogistik in Berlin-Brandenburg [Buchabschnitt] // Logistikkinnovationen – Erfolg in einem vernetzten Europa. – Potsdam, Wildau: IHK Ostbrandenburg,
- Lupp David (2010). Lokale Potentiale mittelständischer Unternehmensnetzwerke [Book Section] // Schriften zur angewandten Mittelstandsforschung / book auth. Schauf Malcolm and Schmittmann Jens M.. – [s.l.]: Rhein-Ruhr-Institut für angewandte Mittelstandsforschung (RIFAM), 2010. – Vol. 10/2010.
- Mayer S. et.al (2009). Excellence in Logistics, Excellence in Logistics. 6. Europäische A.T. Kearney- / ELA-Logistik-Studie 2008/2009 Supply-Chain-Excellence in der globalen Wirtschaftskrise [Report]. – Wien. http://www.atkearney.de/content/veroeffentlichungen/whitepaper_detail.php/id/50658/practice/manusupply
- Prockl Günther and Hofmann Erik (2010). Ein Netz ist nicht genug... [Article] // ZFO Führung + Organisation. – Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag. – 4/2010 (78 Jg.), Seite 265-272.

Zukünftige Anforderungen an die Fachkräftesicherung und Ausbildung in der Holzbranche

Matthias Wessel

Kurzfassung

Laufende Veränderungen von Aufgaben, Produkten und Märkten erfordern die Anpassungen von Organisationen und Prozessen. Am Beispiel der Deutschen Werkstätten Hellerau soll dargestellt werden, welche immer größer und komplexer werdenden Anforderungen dadurch an die Fachkräfte gestellt werden und welche Qualifikationen sie benötigen, um diesen gerecht zu werden. Neben dem Fachwissen geht es vor allem darum, Methoden- und Lernkompetenzen zu erlangen, mit denen auch neuartige, bisher unbekannte Aufgaben bearbeitet werden können, die anstelle von standardisierten vielmehr hoch spezialisierte Lösungen erfordern. Die Auflösung bekannter Strukturen in den Unternehmen und die zunehmende Übertragung von Verantwortung auf die Ebene der Fachkräfte setzen daneben auch ausgeprägte Selbst- und Sozialkompetenzen voraus.

Abstract

Continuing changes in tasks, products and markets demand the adaptation of organizations and processes. What is required from specialized skilled workers today is increasing and becoming more complex. Through the example of Deutsche Werkstätten Hellerau, we will be looking at which qualifications and skills are needed in order to fulfill this growing demand. In addition to expert knowledge it is necessary to gain methodology competence and learning skills. These will be needed to deal with tasks previously unencountered. Instead of standardized solutions, highly specialized ones are required. The wellknown structures in companies are disbanding. In addition, qualified employees are being given more responsibility which means that they need more social and personal skills as well.

1 Einleitung

Gut ausgebildete und motivierte Fachkräfte zu finden, sie zu entwickeln und zu halten sind entscheidende Herausforderungen, denen die Unternehmen der Holzbranche gegenüberstehen und die in Zukunft an Bedeutung noch zunehmen werden. Die Deutschen Werkstätten stehen als Anbieter für hochwertigen Innenausbau am Ende des Wertschöpfungsprozesses bei der Verarbeitung des Werkstoffes Holz. Am Beispiel der Aufgaben und der Entwicklung dieses mittelständigen Unternehmens soll dargestellt werden, welche Qualifikationen die Fachkräfte besitzen müssen, um den heutigen und zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden.

2 Die Deutschen Werkstätten Hellerau

In den mehr als 100 Jahren ihres Bestehens waren und sind die Deutschen Werkstätten – verglichen mit ähnlichen Unternehmen in der Branche – immer auf der Höhe der Zeit und teilweise der Zeit voraus, sowohl auf technischem Gebiet als auch im Bereich der Unternehmensorganisation und der Unternehmenskultur. Aus diesem Grund spiegelt das im Folgenden Dargestellte nur teilweise das wider, was heute in vergleichbaren Unternehmen Alltag ist, wohl aber das, was in Zukunft auf viele von ihnen zukommen könnte.

2.1 Entwicklung von Aufgaben und Märkten

Bis in die 1990er Jahre wurden von den Deutschen Werkstätten schwerpunktmäßig Serienmöbel hergestellt. Nach der Reprivatisierung 1992 gewann die bis dahin relativ kleine Abteilung für den individuellen Innenausbau immer mehr an Bedeutung und die Serienproduktion wurde wenige Jahre später komplett eingestellt. Diese Innenausbauprojekte waren zunächst in erster Linie der Ausbau repräsentativer Bereiche in öffentlichen Gebäuden oder in Gebäuden institutioneller Auftraggeber in Deutschland: Parlaments- und Regierungsgebäude, Banken, Unternehmenszentralen und Hotels.

Mitte der 1990er Jahre wurde mit dem Ausbau des Luxuszuges der Deutschen Bahn, dem »Metropolitan«, ein bis dahin für die Deutschen Werkstätten völlig unbekanntes Terrain betreten. Die Rahmenbedingungen für den Innenausbau unterschieden sich hier erheblich von denen, die man vom Ausbau feststehender Gebäude kannte. Neben den eigenen Vorschriften und Sicherheitsauflagen der Bahn, die beispielsweise aus Gründen des Brandschutzes nur bestimmte Trägerwerkstoffe und Lacke zuließen, mussten auch die Einwirkungen durch Bewegungen und Beschleunigungen berücksichtigt werden. Dies machte die Entwicklung geeigneter Konstruktionen und den Einsatz geeigneter Materialien und Werkstoffe notwendig, die für die Deutschen Werkstätten bis dahin keine Rolle gespielt hatten.

Mit der Kompetenz, welche das Unternehmen bei dem Ausbau des Zuges bewiesen hatte, konnte es sich für ein weiteres Aufgabenfeld bewerben: dem Ausbau von Luxus-Yachten. Auch hier müssen neben Bewegungen des Schiffes und Beschleunigungskräften eigene Vorschriften Berücksichtigung finden, was wiederum Einfluss auf die zugelassenen Werkstoffe und Materialien hat. Da die Werften, auf denen die Yachten gebaut werden, neben Deutschland auch in verschiedenen anderen europäischen Ländern liegen, sind die Deutschen Werkstätten seitdem – wie bereits in früheren Jahren – wieder im Ausland tätig. Somit stellt die interkulturelle Zusammenarbeit eine weitere Dimension ihrer Arbeit dar.

Parallel zum Ausbau des Yachtgeschäftes wurde zum einen der Kreis der Privatkunden im Verhältnis zu öffentlichen und institutionellen Auftraggebern immer größer. Zum anderen begann das Unternehmen, auf dem russischen Markt

tätig zu werden. Weitere Märkte auch außerhalb Europas sind anvisiert. Auch hier müssen landesspezifische Vorschriften ebenso berücksichtigt werden wie der kulturelle Aspekt der Zusammenarbeit.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass die Deutschen Werkstätten neben dem klassischen Innenausbau seit wenigen Jahren Komplettanbieter für den hochwertigen Ausbau von Gebäuden sind, von der Entwurfsplanung bis zum Management aller Ausbaugewerke inklusive Haustechnik.

Eng gekoppelt an die beschriebene Entwicklung war die Spezialisierung auf den High-End Innenausbau, was sich an folgenden Punkten festmachen lässt:

- Die Entwicklung zu einem sehr hohen Qualitätsniveau. Ein Beispiel hierfür ist das Können, perfekte Hochglanzoberflächen herzustellen.
- Die Arbeit mit regelmäßig neuen und »fremden« Materialien und Materialkombinationen. So kommt es vor, dass aus Gründen des Brandschutzes und der Gewichtsersparnis Aluminium-Wabenkernplatten mit Furnier beschichtet werden.
- Die Kombination von klassischen handwerklichen Tischlerarbeiten mit anspruchsvollen technischen Komponenten, wie beispielsweise Antriebe und Steuerungen, die in Möbel integriert werden.

Die Arbeit der Deutschen Werkstätten ist heute eine Mischung aus anspruchsvollem Handwerk und High-Tech. Für das Unternehmen sind ca. 200 Mitarbeiter tätig. Unter ihnen sind Fachkräfte aller Ausbildungsgänge mit dem Schwerpunkt Möbel- und Innenausbau vertreten: vom Gesellen oder Facharbeiter über den Meister, den Techniker bis hin zum Ingenieur.

3 Merkmale der Aufgaben und Märkte

Die zuvor beschriebenen Aufgaben und Märkte besitzen folgende Merkmale:

- Es handelt sich um Projekte, also um zeitlich begrenzte Vorhaben, um einmalige Produkte zu entwickeln und herzustellen. Nur sehr selten gibt es innerhalb eines Projektes einen Seriencharakter. Meistens handelt es sich um Unikate mit geringen Wiederholungseffekten.
- Es müssen häufig hoch spezialisierte Lösungen entwickelt werden, da Standardlösungen den Aufgabenstellungen nicht gerecht werden.
- Sowohl in technischer Hinsicht als auch in der organisatorischen Abwicklung sind die Projekte immer wieder von einer hohen Komplexität gekennzeichnet.
- Ein hoher Kosten- und Termindruck erfordert es, dass Lösungen und Prozesse ständig überdacht und optimiert werden.
- Ebenso spielt der technische Fortschritt auf allen Gebieten eine große Rolle, ob bei Fertigungstechnologien oder IT-Systemen.
- Bei jedem Projekt gibt es veränderte Rahmenbedingungen, die analysiert und berücksichtigt werden müssen.

Weil diese Rahmenbedingungen einen entscheidenden Aspekt für die Arbeit darstellen, sollen sie näher erläutert werden. Da es sich, wie beschrieben, um Projekte handelt, ist zunächst einmal jede Aufgabenstellung an sich anders: das vom Kunden gewünschte Produkt, seine Form und seine Funktion. Dazu kommen die projektspezifischen Parameter, wie die zur Verfügung stehende Zeit, das Budget sowie die gewünschte Qualität des Produktes und der Dienstleistung.

In jeder Branche und in jedem Land gibt es andere Gesetze, Vorschriften und Normen, die berücksichtigt werden müssen. So sind Brandschutzvorschriften im Hochbau in Deutschland ganz anders gestaltet als in anderen Ländern, als im Schiffsbau oder im Waggonbau und somit Bestandteil völlig unterschiedlicher Rahmenbedingungen, die ganz unterschiedliches Handeln verlangen.

Je nachdem, ob ein feststehendes Gebäude oder ein sich bewegendes Fahrzeug ausgebaut wird, muss zum einen an sehr unterschiedliche Rohbauten angebunden werden. Zum anderen müssen beim mobilen Innenausbau Kräfte und Bewegungen berücksichtigt werden, die in Gebäuden nicht auftreten. Das wiederum erfordert spezielle Konstruktionen.

Neben den produktbezogenen spielen bei jedem Projekt auch organisatorische, prozessbezogene und kulturelle Aspekte eine Rolle. So gibt es sowohl intern als auch extern immer wieder neue Projektteams und Projektbeteiligte, mit denen man zusammen arbeitet. In manchen Fällen hat man es mit Einzelpersonen zu tun, häufig mit Organisationen. Bei einem internationalen Projekt kommen neben den kulturellen Unterschieden noch die sprachlichen Hürden hinzu.

4 Anforderungen an die Arbeit und notwendige Qualifikation der Fachkräfte

Auf all diese genannten Merkmale und Rahmenbedingungen müssen die Unternehmen mit ihren Strukturen und Prozessen, sowie die Fachkräfte mit ihrer Arbeit reagieren und dafür die notwendigen Kompetenzen und Qualifikationen auf den folgenden Gebieten mitbringen:

4.1 Fachkompetenz

Die Fachkräfte sollten nicht nur gelernt haben und wissen, wie etwas gemacht wird, sondern vor allem auch warum. Da in vielen Fällen Standardlösungen nicht zielführend sind, ist es erforderlich, dass spezialisierte Lösungen entwickelt werden. Dabei kann ein Ergebnis sein, dass der Werkstoff Holz für die bestimmte Aufgabe alleine nicht geeignet ist und er mit anderen Materialien, wie Verbundwerkstoffen, Kunststoff oder Metall, kombiniert oder sogar in Teilbereichen durch sie ersetzt werden muss. Das wiederum hat Einfluss auf die Verarbeitung, insbesondere auf das Fügen, für das geeignete Verbindungsmittel oder Klebstoffe gefunden

werden müssen und für die das entsprechende Hintergrundwissen erforderlich ist. Deshalb müssen sich die Fachkräfte auch mit »fremden« Materialien befassen, ebenso wie mit fachspezifischen Themen anderer Gewerke, weil deren Leistungen in die eigene integriert werden.

Aus den genannten Gründen ist es daher sehr wichtig, dass die angehenden Fachkräfte nicht nur reines Faktenwissen auswendig lernen, sondern dass sie vor allem auch das Hintergrundwissen kennen, mit dem sie selbständig für den jeweiligen Zweck angemessene Lösungen erarbeiten können.

4.2 Methodenkompetenz

Bevor angemessene Methoden zur Bearbeitung der Aufgabenstellung und angemessene technische Lösungen entwickelt werden können, müssen zunächst einmal die Aufgabe selbst und die zuvor genannten Rahmenbedingungen strukturiert analysiert werden. Da hierfür die Fähigkeit unerlässlich ist, das Ganze auf eine abstrakte Ebene zu übertragen und gegebenenfalls zu verallgemeinern, benötigen die Fachkräfte entsprechende Werkzeuge in Form von allgemein gehaltenen Modellen und Systematiken.

Beispielsweise lassen sich die zurzeit von vielen Architekten und Designern entworfenen sehr organischen und fließenden Formen weder in klassische Typologien wie »Gestellmöbel«, »Korpusmöbel«, »Wandverkleidung« oder »Deckenverkleidung« einordnen, noch kann man auf Standarddetails zurückgreifen. Hier müssen die vorgegebenen Formen viel abstrakter betrachtet werden und beispielsweise in »flächenförmige«, »stabförmige« und »körperhafte« Grundelemente aufgelöst werden, um dann ebenso abstrakt über Verbindungen und Stabilisierungen nachzudenken. Erst dann lassen sich detailliertere Überlegungen zu Auswahl, Bearbeiten und Fügen von Werkstoffen und Materialien anstellen.

4.3 Lernkompetenz

Die gestellten Aufgaben erfordern häufig die Entwicklung von Methoden und Lösungen mit bisher wenig oder gar nicht bekannten Komponenten. Dies setzt bei den Fachkräften auf der einen Seite die Fähigkeit und Bereitschaft voraus, sich selbstgesteuert neues Wissen zu erarbeiten und dieses anzuwenden. Auf der anderen Seite kann nur dann Neues entstehen, wenn das Risiko eingegangen wird, dass aufgrund fehlender Erfahrungswerte Fehler in jenem Sinne gemacht werden, dass Prozesse und technische Lösungen nicht immer optimal gestaltet werden. Aber nur wenn diese Art von Fehlern zugelassen und offensiv mit ihnen umgegangen wird, kann Neues entstehen. Die Fachkräfte müssen bereits in der Ausbildung darauf vorbereitet werden, Neues auszuprobieren, sich Lösungen selbständig zu erarbeiten sowie diese zu reflektieren und zu bewerten, um für die nächsten Aufgaben daraus zu lernen.

4.4 Sozialkompetenz

Die Tatsache, dass sich Aufgaben und Rahmenbedingung ständig verändern, führt unter anderem dazu, dass sich klassische Strukturen, wie sie vor allem im handwerklichen Bereich noch verbreitet sind, auflösen und durch neue ersetzt werden. So arbeiten die Deutschen Werkstätten mit flexiblen Teams, die je nach Aufgabenstellung und zur Verfügung stehenden Kapazitäten für jedes Projekt neu zusammengestellt werden. Dabei werden auch Aufgabenbereiche und Verantwortungsbereiche in Teilen immer wieder anders zugeordnet. Diese und andere schnelle Veränderungen machen es unmöglich, dass eine Führungskraft in allen Gebieten auf dem neuesten Stand ist und ihren Mitarbeitern strikt vorgibt, wie etwas gemacht werden soll. Stattdessen muss sie ein Team von eigenverantwortlich arbeitenden Fachkräften so steuern, dass das Potential jedes Einzelnen optimal genutzt wird. Hier müssen sich auch die Fachkräfte in allen Bereichen ihrer zunehmenden Bedeutung bei der Mitarbeit im Team bewusst werden.

In fast allen Ausbildungsgängen ist es an der Tagesordnung, dass Aufgaben im Team bearbeitet werden. Bei der Teamarbeit ist neben der Fachkompetenz der Mitglieder vor allem auch die Zusammenarbeit auf der persönlichen Ebene erfolgsentscheidend. Hier würde es sich anbieten, die praktische Durchführung der Teamarbeit dafür zu nutzen, diese persönliche Ebene näher zu betrachten. Dies setzt voraus, die Hintergründe zu den »weichen Faktoren« stärker zu vermitteln: Was macht eine gelungene Teamarbeit aus und woran kann sie scheitern, mit welchen »Werkzeugen« kann sich ein Team selbst steuern, welche Verhaltensmuster gibt es, welche Rollen werden ausgefüllt? Schließlich könnte dann nicht nur das fachliche Ergebnis der Arbeit beurteilt werden, sondern auch, wie erfolgreich die Teamarbeit war.

Gerade bei der steigenden Bedeutung der Teamarbeit und bei der zunehmenden Übertragung von Verantwortung auf die Ebene der Fachkräfte spielt die Kommunikationsfähigkeit eine entscheidende Rolle. Die interne Kommunikation im Team, im Unternehmen als auch die Kommunikation nach außen muss sowohl in ihrem Umfang als auch in ihrem Stil angemessen sein. Letzteres ist ganz besonders bei der interkulturellen Zusammenarbeit nicht zu unterschätzen.

5 Fazit

Am Beispiel der Deutschen Werkstätten wurde gezeigt, dass die Aufgaben einzelner Unternehmen in der Holzbranche sehr speziell sind und sich rapide verändern. Aus diesem Grund wird es immer wichtiger, dass die Fachkräfte aller Ebenen neben den Fachkenntnissen auf ihrem Gebiet zusätzlich die Werkzeuge in Form der dargestellten Kompetenzen bereits aus ihrer Ausbildung mitbringen, um sich diesen speziellen und häufig neuartigen Aufgaben erfolgreich zu nähern.

Weitere Informationen über die Deutschen Werkstätten: www.dwh.de

Autoren



Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Christine Behnke

studierte Logistik mit dem Schwerpunkt Verkehrslogistik an der Technischen Hochschule Wildau [FH], Abschluss des Studiums 2007. Seit ihrem Abschluss ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschungsgruppe Verkehrslogistik an der Technischen Hochschule Wildau [FH]. 2007 bis 2009 hat sie das Projekt »MINERVA – Minimierung der Staufolgen im Lieferverkehr in Ballungsräumen durch Effiziente Routingunterstützung im Fahrzeug und Verkehrsbildabhängiges Ankunftsavis« bearbeitet. Seit 2009 arbeitet sie am EU-Projekt »SoNorA – south-north axis« mit. Dort beschäftigt sie sich hauptsächlich mit intermodalem Gütertransport auf der Schiene.

Kontakt: Technische Hochschule Wildau [FH], Wildau,
christine.behnke@th-wildau.de



Dipl.-Ing. (FH) Lothar Clauder

übte nach Abschluss seiner Berufsausbildung für mehrere Jahre den Beruf des Tischlers aus. Von 1999 bis 2004 absolvierte er sein Studium an der Fachhochschule Eberswalde im Studiengang der Holztechnik. Nach dem Studium begann er seine Tätigkeiten als Wissenschaftlicher Mitarbeiter in Forschungsprojekten an verschiedenen Instituten. Die Verfahrens- und Produktentwicklung bilden die inhaltlichen Schwerpunkte seiner Arbeit und zielen darauf ab die ökologischen und ökonomischen Potentiale des Werkstoffs Holz optimal auszunutzen.

Kontakt: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), Eberswalde,
lothar.clauder@hnee.de



M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Marco Hahs

studierte Forstwirtschaft an der Hochschule für Angewandte Wissenschaft und Kunst (HAWK) in Göttingen, Fakultät Ressourcenmanagement, Abschluss 2006. Anschließendes Aufbaustudium der Sustainable Energy Competence an der Hochschule für Forstwirtschaft in Rottenburg am Neckar, Abschluss 2009, Seit 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), gehört dort zum Team der Arbeitsgruppe Bioenergie und arbeitet gegenwärtig im Forschungsprojekt »belo-net Energieholzlogistik in Nord-Ost-Brandenburg« mit.

Kontakt: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), Eberswalde,
mhahs@hnee.de



Dipl. Biotechnikerin (BA) Caroline Hiller

ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Projektmanagerin der Forschungs- und Entwicklungsabteilung der Biotype Diagnostic GmbH in Dresden.

Ihr Beitrag in diesem Buch entstand unter Mitarbeit von Dr. rer. nat. Daniel Müller (Dipl. Biologe, ehemaliger Projektmanager der F&E-Abteilung), Dana Tusche (Biologisch technische Assistentin, Laborantin der F&E-Abteilung) und Dr. rer. nat. Werner Brabetz (Dipl. Biologe, Laborleiter der F&E-Abteilung).

Kontakt: Biotype Diagnostic GmbH, Dresden, c.hiller@biotype.de



Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Mike Lange

studierte Diplom-Wirtschaftsingenieurwesen, Studiengang Logistik, an der Technischen Hochschule Wildau [FH], Abschluss 2004. Seit 2009 ist er Netzwerkkordinator des Innovationsnetzwerkes Holzlogistik (INNOHOLZ) und seit 2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Verkehrslogistik, c/o TH Wildau. Er koordinierte die 1. Brandenburger Branchenkonferenz Holz 2010. Zudem arbeitet er seit 2005 als Berater im Institut für Transport und Logistik im TWZ e.V. Schwerpunkte seiner Arbeit sind die Optimierung von Logistikprozessen insb. in der Forst- und Holzwirtschaft sowie Netzwerkbildungen, die Baulogistik, RFID, Einsatz alternative Antriebstechnologien.

Kontakt: Technische Hochschule Wildau [FH], Wildau, mike.lange@th-wildau.de



Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Anne-Katrin Osdoba

studierte Logistik mit dem Schwerpunkt Verkehrslogistik an der Technischen Hochschule Wildau [FH], Abschluss 2009. Seit ihrem Abschluss ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschungsgruppe Verkehrslogistik an der TH Wildau. In 2009 und 2010 war sie als Netzwerkmanagerin im Innovationsnetzwerk Holzlogistik (INNOHOLZ) tätig, seit 2010 ist sie Projektmanagerin in dem Projekt »Public Energy Alternatives – Sustainable energy strategies as a chance for regional development«. Die Schwerpunkte ihrer Arbeit liegen in der Analyse und Optimierung von Logistikprozessen u. a. in der Forst- und Holzwirtschaft und im Schüttguttransport sowie in den Bereichen Netzwerkmanagement und erneuerbare Energien.

Kontakt: Technische Hochschule Wildau [FH], Wildau, anne-katrin.osdoba@th-wildau.de



Dipl.-Ing. Natalya Rangno

ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Mykolabor Dresden im Institut für Holztechnologie Dresden (IHD). Sie ist Dipl.-Ing. für Agronomie (Landwirtschaftsinstitut in Almaty, Kasachstan, Abschluss 1995), Bachelor of Molecular Biology Sc. (TU Dresden, Abschluss 2005) und seit 2007 eine Promotionsstudentin an der TU Dresden.

Sie hat maßgeblich am Aufbau eines Molekularbiologischen Labors mitgewirkt und eine neue Forschungsrichtung »DNA-Chip Technologie« im IHD initiiert. Die Identifizierung von Schadorganismen mittels molekularbiologischer Methoden gehört zu den Schwerpunkten ihrer Forschungstätigkeit.

Ihr Beitrag in diesem Buch entstand unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. Kordula Jacobs (Dipl.-Ing. für Bioverfahrenstechnik, Wissenschaftliche Mitarbeiterin), Dipl.-Ing. (FH) Björn Weiß (Dipl.-Ing. für Holzschutz, Wissenschaftlicher Mitarbeiter) und Dr. rer. silv. Wolfram Scheiding (Ressortleiter).

Kontakt: Mykolabor Dresden im Institut für Holztechnologie Dresden
gemeinnützige GmbH (IHD), Dresden, rangno@ihd-dresden.de



Prof. Dr.-Ing. Ulrich Schwarz

Jahrgang 1962, studierte nach der Ausbildung zum Zimmermann an der Fachhochschule Rosenheim Holztechnik. Im Anschluß daran sammelte er Erfahrungen im Bereich Möbelbau und Holzhandel. Noch in der politischen Wende nahm er ein Studium an der TU Dresden auf und schloss dieses im Bereich Verarbeitungs- und Verfahrenstechnik als Holztechnologe ab. Für sechs Jahre war er dann wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Holz- und Papiertechnik der TU Dresden, bevor er als verantwortlicher Projektleiter für Forschung und Entwicklung zu den Deutschen Werkstätten Hellerau wechselte. Nach drei Jahren Tätigkeit im hochwertigen Innenausbau gründete er ein Ingenieurbüro, das sich mit der strukturierten Produktentwicklung befasst. Im Jahr 2003 promovierte Ulrich Schwarz an der TU Dresden zur Dekontaminierung von teerölimprägnierten Altschwellen. 2007 wurde er an die Fachhochschule Eberswalde zum Professor für die Lehrgebiete Gestaltung, Konstruktion und Herstellung von Produkten aus Holz berufen. Er ist Prodekan des Fachbereichs Holztechnik.

Kontakt: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), Eberswalde,
ulrich.schwarz@hnee.de



Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Thomas Stautmeister

studierte von 1979 bis 1985 an der Staatlichen Elektrotechnischen Universität in St. Petersburg (UdSSR), Studiengang Automatisierung von Industrieanlagen, Abschluss als Diplom-Ingenieur.

Nach Tätigkeiten als Entwicklungsingenieur in der Automatisierungsgeräteentwicklung seit 1990 Gründung und Geschäftsführung von Entwicklungsbüros für Automatisierungslösungen in der Holzbe- und -verarbeitung mit Niederlassungen in Deutschland, Russland und der Schweiz.

1997 bis 2001 berufsbegleitende Promotion und Habilitation auf dem Gebiet der wissensbasierten Modellierung und Simulation von Fertigungsprozessen an der Moskauer Staatlichen Technischen Baumann-Universität. 2001 Berufung zum Professor an der Akademie der Wissenschaften und Künste in Moskau. 2003 Verleihung des Titels »Dr. h. c.« an der Staatlichen Forstakademie St. Petersburg. 2005 Wahl zum Professor für Verfahrens- und Fertigungstechnik im Departement Architektur, Holz und Bau an der Berner Fachhochschule (Schweiz). Tätigkeit als Dozent in der Lehre und Arbeit in der angewandten Forschung und Entwicklung mit den Schwerpunkten »Gestaltung flexibler automatisierter Fertigungszellen« und »RFID-Einsatz in der Fertigungssteuerung«.

Kontakt: Berner Fachhochschule, Departement Architektur, Holz und Bau, Biel/Bienne, Schweiz, thomas.stautmeister@bfh.ch



Doz. Dr.-Ing. Diethard Steinbrecher

schloss 1975 sein Studium an der Ingenieurhochschule in Cottbus als Hochschulingenieur ab und arbeitet bis 1979 im MLK Werk Niesky als Projektierungsingenieur. 1976 folgte die Vorlage und Verteidigung der Diplomarbeit. 1979 nahm er seine Tätigkeit an der Ingenieurhochschule in Cottbus auf und arbeitet bis 1993 als wissenschaftlicher Oberassistent am Lehrstuhl für Holz- und Leichtbau. Die Promotion zum Dr.-Ing. wurde 1989 erfolgreich abgeschlossen. Nach der Neugründung der BTU Cottbus erfolgte die Weiterbeschäftigung am Lehrstuhl für Konstruktive Bauwerkserhaltung und Holzbau. Die Berufung zum Hochschuldozenten erfolgte 2004, gleichzeitig übernahm er die Leitung des neu geschaffenen Fachgebietes Holzbau.

Schwerpunkte der studentischen Ausbildung am Fachgebiet sind Bemessung und konstruktive Durchbildung von Holzkonstruktionen im Ingenieurholzbau, einschließlich Warmbemessung und Holzschutz.

Kontakt: BTU Cottbus, Fakultät 2, Fachgebiet Holzbau, Cottbus diethard.steinbrecher@tu-cottbus.de



Dipl.-Ing. (FH) Matthias Wessel

Tischlermeister und Innenarchitekt (FH Lippe, Detmold). Seit 2002 als Konstrukteur für den Innenausbau bei den Deutschen Werkstätten tätig, seit 2004 in leitender Funktion. In diesem Bereich u. a. verantwortlich für die Fachkräftegewinnung und -sicherung.

Mitarbeit in diversen, teils internationalen Innenausbauprojekten: von der Luxusyacht über die Privatvilla bis zu öffentlichen Einrichtungen. Daneben Engagement auf dem Gebiet der Organisationsentwicklung.

Kontakt: Deutsche Werkstätten Hellerau GmbH, Dresden, m.wessel@dwh.de



Dipl.-Ing. (FH) Fabian Wulf

studierte Holztechnik an der Fachhochschule Eberswalde, Abschluss 2001. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule für Nachhaltige Entwicklung, Eberswalde, arbeitet er im Fachbereich Holztechnik in Projekten zum Thema »modulare Fassadendämmsysteme«. Schwerpunkte seiner Arbeit sind unter anderem die Implementierung von Messtechnik, Messsysteme und hier speziell bauphysikalische Messtechnik. Bereits 2004 hat er sich am Handwerkskammer Bildungszentrum in Münster mit Thermografie und Luftdichtigkeitsprüfung auseinandergesetzt.

Kontakt: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), Eberswalde, fabian.wulf@hnee.de

Mit Beiträgen von:

**Lothar Clauder, Marco Hahs, Mike Lange, Natalya Rangno, Ulrich Schwarz,
Thomas Stautmeister, Diethard Steinbrecher, Matthias Wessel, Fabian Wulf**