

Methoden zur Beeinflussung ausgewählter Eigenschaften von dreilagigen Massivholzplatten aus Nadelholz

KURZFASSUNG

zur Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
an der Universität Hamburg,
Fachbereich Biologie

vorgelegt von
Steffen Tobisch

Dresden, den 25. April 2006

Genehmigt vom Department Biologie
der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
an der Universität Hamburg
auf Antrag von Herrn Professor Dr. J. RESSEL
Weiterer Gutachter der Dissertation:
Herr Professor Dr. A. WAGENFÜHR
Tag der Disputation: 07. Juli 2006

Hamburg, den 20. Juni 2006



A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters that appear to read "R. Lieberei".

Professor Dr. Reinhard Lieberei
Leiter des Departments Biologie

Kurzfassung

Am Beginn der vorliegenden Arbeit standen umfangreiche Untersuchungen zur Erstellung eines Eigenschaftsprofils industriell hergestellter dreilagiger Massivholzplatten aus Nadelholz, um einerseits einen grundsätzlichen Überblick über das derzeit recht weit gefasste Spektrum der europäischen Massivholzplattenproduktion zu erhalten und andererseits schon an dieser Stelle ansatzweise klären zu können, welche Parameter die relevanten Eigenschaften dreilagiger Platten beeinflussen.

Bei der Prüfung von aus 12 europäischen Werken stammenden Platten im Nenndickenbereich ≤ 20 mm und $> 20 - 30$ mm konnte festgestellt werden, dass das Lamellenverhältnis R_L , definiert als Quotient der Summe der Decklagendicken zur Plattenennendicke, einen deutlichen Einfluss auf die Eigenschaften bei Biegung rechtwinklig zur Plattenebene hat. Alle weiteren Eigenschaften (wie z.B. Biegung in Plattenebene, Eigenschaften bei Druck, Zug und Scherung in Plattenebene) zeigten sich von der Plattenstruktur weitgehend unbeeinflusst.

Im Ergebnis der durchgeführten Prüfungen wurde eine umfassende Darstellung aller für den Bau relevanten Eigenschaften ¹ möglich, die wiederum Grundlage für die Festlegung von Anforderungswerten dreilagiger tragender Massivholzplatten bei der Erarbeitung der DIN EN 13 353:2003 waren. Die ebenfalls notwendige Bereitstellung von charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitskennwerten für die Normengruppe DIN EN 12 369 (charakteristische Werte von unterschiedlichen Holzwerkstoffen für die Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken) konnte aus verschiedenen Gründen ² zum damaligen Zeitpunkt (1999) noch nicht erfolgen.

Die an den Industriepplatten zusätzlich durchgeführten Untersuchungen zur Bestimmung des hygrischen Verhaltens (hier: Dimensionsänderungen bei Änderung der relativen Luftfeuchte bzw. Formänderung im Differenzklima) führten zu einigen interessanten Erkenntnissen.

Grundsätzlich wurden bei Feuchtaufnahme (Adsorption) die größeren Längenänderungen bestimmt als bei Feuchteabgabe (Desorption). Platten geringerer Dicke zeigten keinen Einfluss des Lamellenverhältnisses auf diese Eigenschaften und wiesen ein nahezu isotropes Verhalten (vergleichbare Gesamtlängenänderungen ΔL in Haupt- bzw. Nebenachse) auf.

Auch Platten im Nenndickenbereich $> 20 - 30$ mm zeigten keinen signifikant nachweisbaren Einfluss des Lamellenverhältnisses auf die Längenänderung bei Änderung der relativen Luftfeuchte, hier kam es jedoch zu einer ausgeprägten Anisotropie der Dimensionsänderungen (größere Werte in der Nebenachse). Die ermittelten Längenänderungen der dickeren Platten lagen deutlich über den Werten der dünneren Platten.

Bei der Bestimmung der Formänderungen (Verwölbungen senkrecht zur Plattenebene) während der Lagerung im Differenzklima wurde eine deutliche Abhängigkeit der durch klimatische Einflüsse hervorgerufenen Formänderungen vom Lamellenverhältnis fest-

¹ Eigenschaften bei Biegung und Schub rechtwinklig zur Plattenebene, Eigenschaften bei Biegung, Zug, Druck und Schub in Plattenebene, jeweils angegeben für die Haupt- bzw. für die Nebenachse.

² Wichtiger Hinderungsgrund für die Erstellung der DIN EN 12 369-3 war seinerzeit die verzögerte Erarbeitung der DIN EN 13 353:2003. Nach Meinung der Experten in CEN/TC 112 WG 4 „Prüfverfahren“ hat vor der Bereitstellung charakteristischer Werte für ein Material in DIN EN 12 369 zuerst die entsprechende Produktnorm zu existieren.

gestellt: Platten mit dickeren Decklamellen (höheres Lamellenverhältnis) verwölbten sich in der Nebenachse eindeutig stärker als Platten mit geringeren Decklagendicken. Dünnere Platten (hier im Nenndickenbereich ≤ 20 mm) zeigten gegenüber Platten einer Nenndicke $> 20 - 30$ mm grundsätzlich höhere Formänderungswerte.

Im Anschluss an die Untersuchung industriell hergestellter dreilagiger Massivholzplatten wurde im Rahmen dieser Arbeit die Problematik der rechnerischen Abschätzung von Eigenschaften drei- und mehrlagiger Platten behandelt. Ziel war es, durch derartige Berechnungsansätze Platteneigenschaften aufgrund unterschiedlicher Strukturen vorauszurechnen und so Massivholzplatten mit vorherbestimmten Merkmalen ohne vorherige Produktionsversuche gezielt herzustellen zu können.

Dazu wurden verschiedene Rechnungsansätze betrachtet und hinsichtlich der Übereinstimmung der Rechenergebnisse mit sowohl an labortechnisch als auch an industriell hergestellten Platten ermittelten Werten beurteilt. Von den in Betracht kommenden Berechnungsansätzen nach Beiblatt 1 DIN 68 705-5:1980, DIN V ENV 14 272:2002, nach der Verbundtheorie mit modifizierten Aufbaufaktoren nach /Blaß, Fellmoser 2003/ sowie nach /Donzé, Niemz 2005/ schnitten die Berechnungsansätze nach der Verbundtheorie (Berücksichtigung der mitwirkenden Steifigkeiten der um 90° zur Belastungsrichtung liegenden Lagen) am Besten ab.

Danach ist es bei sorgfältiger Wahl der in die Berechnungen einzusetzenden Basiswerte möglich, die Eigenschaften bei Biegung, Zug und Druck mit einer recht hohen Genauigkeit von 90 bis zu 95 % vorauszurechnen. Neben der Verwendung von Basiswerten, die aus den verschiedensten Quellen für „normale“ Platten aus Nadelholz hergeleitet wurden³, erwies sich bei Platten aus Lamellen höherer Qualität (z.B. nordische bzw. alpenländische Ware) der Einsatz von Basiswerten nach Festigkeitsklasse C40 gemäß DIN 1052:2004 als sinnvoll. Im Gegensatz zu verschiedentlich existierenden Denkansätzen, einheitliche Basiswerte für alle bauaufsichtlich zugelassenen mehrlagigen Massivholzplatten aus den vorliegenden Prüfwerten zu generieren, hält es der Verfasser für durchaus sinnvoll, die Standorteinflüsse der eingesetzten Hölzer zu berücksichtigen und regionalspezifische Basiswerte zu verwenden. Es konnte erwartungsgemäß festgestellt werden, dass, obwohl grundsätzlich S10/S7-sortiertes Holz für die Herstellung der untersuchten bauaufsichtlich zugelassenen mehrlagigen Massivholzplatten verwendet wurde, Platten unter Verwendung alpenländischen Holzes höhere Festigkeiten zeigten als Platten mitteleuropäischer Holzqualität.

Im Hauptteil der Arbeit wurden im Anschluss daran umfangreiche Laboruntersuchungen zur Klärung des Einflusses verschiedener struktureller und technologischer Parameter auf die mechanisch-physikalischen und hygrischen Eigenschaften dreilagiger Massivholz- und Verbundplatten durchgeführt. Dabei wurden grundsätzlich Lamellen eines einzigen Herstellers eingesetzt, um Schwankungen aufgrund unterschiedlicher Holzstandorte und unterschiedlicher Sortierkriterien auszuschließen.

An einlagigen Massivholzplatten wurde zunächst der Einfluss unterschiedlicher Sortierklassen A bis C nach ÖNORM 3022:1991, unterschiedlicher Arten der Längsverbindun-

³ $f_{m,BW} = 28,5 \text{ N/mm}^2$, $E_{m,BW} = 11000 \text{ N/mm}^2$, $f_{t,BW} = 19,8 \text{ N/mm}^2$ und $f_{c,BW} = 26,5 \text{ N/mm}^2$; $E_0/E_{90} = 30$

gen⁴, verschiedener Breiten und unterschiedlicher Fugengüte der Lamellen sowie verschiedener Schmalflächenformen⁵ auf wichtige Eigenschaften bestimmt.

Danach zeigten sägerau verklebte Lamellen gegenüber Lamellen mit geschliffenen oder gehobelten Schmalflächen die besten Verklebungseigenschaften (nachgewiesen im Druckscherversuch). Erwartungsgemäß wurden die höchsten Festigkeiten von den einlagigen Massivholzplatten mit durchgehenden Lamellen, gefolgt von keilgezinkten bzw. stumpf gestoßenen Lamellen, erreicht.

Die Sortierqualitäten wurden vom Hersteller der Lamellen mit A, B bzw. C angegeben. In Parallelversuchen konnte nachgewiesen werden, dass diese rein visuell ermittelten Qualitäten den Sortierklassen S13, S10 bzw. S7 nach DIN 4074-1:2003 entsprachen. Überraschenderweise wurden jedoch an Platten, die aus reinen C-Qualitäten bestanden, im Vergleich zu Platten aus B- bzw. A-Qualitäten die signifikant höheren Festigkeiten ermittelt. Dieser Umstand wurde so auch bei dreilagigen Platten gefunden und stellt die Qualitätsvorgaben für Nadelholzlamellen, wie sie derzeit bauaufsichtlich bestehen, in Frage.

Es konnte weiterhin festgestellt werden, dass mit herkömmlichen Lamellenschmalflächen im Vergleich zu gefälzten bzw. 45°-gefasten Schmalflächen aufgrund der besseren Druckeinleitung bei der Verpressung (Normalkräfte vollständig in den Klebfugen) die besten Verklebungsergebnisse erzielt werden konnten.

Die in zerstörenden Biegeversuchen ermittelten Eigenschaften zeigten sich unerwarteter Weise unbeeinflusst von den Breiten der verklebten Lamellen. Bei einer Variation der verwendeten Bindemittelsysteme (MUF bzw. PVAc) wiesen – vergleichbare Rohdichten der Prüfkörper vorausgesetzt – MUF-gebundene Platten aufgrund der spröderen Leimfuge leicht höhere Festigkeiten und Steifigkeiten auf.

Auf die Ausprägung der Formstabilität im Differenzklima hatte die Lamellenbreite jedoch einen signifikanten Einfluss: Entgegen der theoretischen Annahme, dass Platten mit schmalen Lamellen („Stäbchenlamellen“) geringere Formänderungswerte in der Nebenachse aufweisen, wurde mit abnehmender Lamellenbreite eine stärkere Krümmung der Platten festgestellt, was auf den höheren Anteil liegender Jahrringe zurückgeführt wurde.

Nach den Untersuchungen einlagiger Platten schlossen sich verschiedene Experimente mit dreilagigen Labor-Massivholzplatten an, in denen der Einfluss sog. „lokaler“ Lamelleneigenschaften, der Einfluss des Lamellenverhältnisses R_L sowie der Ausgangsfeuchte auf die Eigenschaften der labortechnisch hergestellten dreilagigen Platten zu klären war.

Für die Untersuchungen des Einflusses der „lokalen“ Lamelleneigenschaften auf die „globalen“ Eigenschaften der gesamten Platte wurden 250 Lamellen (Länge 2,5 m) im Biegeversuch quasi zerstörungsfrei sortiert und nach ihren elastischen Eigenschaften in drei verschiedene Biege-E-Modulbereiche aufgeteilt. Über eine parallele Korrelation der zerstörungsfrei bestimmten Biege-E-Moduln mit zerstörend ermittelten Biegefestigkeiten (Bestimmtheitsmaße bis zu 0,89) konnte jeder Lamelle der Stichprobe eine rechneri-

⁴ gestoßen oder keilgezinkt

⁵ unterschiedliche Schmalflächenformen (stumpf, trapezförmig oder gefälzt) bzw. Fugengüten (sägerau, gehobelt, geschliffen)

sche Biegefestigkeit zugeordnet werden. Neben der Variation der Lamellenelastizitäten (Herstellung von Platten in drei Elastizitätsbereichen) wurde innerhalb der Biege-E-Modulbereiche gleichzeitig gezielt das Lamellenverhältnis variiert ($R_L = 0,41 \dots 0,77$).

Höhere Steifigkeiten der Lamellen führten daher erwartungsgemäß zur höheren Biegeeigenschaften, wobei sich dieser Umstand mit zunehmendem Lamellenverhältnis (dickere Decklagen) abschwächte. Erstaunlicherweise, und im Widerspruch zu den Vorhersagen der Verbundtheorie, wurden im Vergleich zu den Einzelelastizitäten der Lamellen leicht höhere elastische Platteneigenschaften bestimmt, was auf die Verbundwirkung des Werkstoffs (Vergütungswirkung) und das veränderte Flächenträgheitsmoment zurückgeführt wurde.

Sowohl die Längenquellung (IL 85) als auch die Längenschwindung (DL 35) ließen keinen eindeutigen Einfluss der unterschiedlichen Biege-E-Modulbereiche auf ihre Ausprägung erkennen und wurden vom eindeutigen Einfluss des Lamellenverhältnisses überdeckt: Die Erhöhung der Decklagendicke führte bei Befeuchtung zu deutlich höheren Längenänderungen in der Nebenachse bzw. zu geringeren Werten in der Hauptachse. Platten mit geringem Lamellenverhältnis (0,41) wiesen in den beiden Achsen vergleichbare Längenänderungen auf – die Massivholzplatten mit $R_L = 0,77$ zeigten sich dahingegen offensichtlich anisotroper (höhere Längenänderungswerte in der Nebenachse).

Mit Bezug auf die Formänderung der Platten im Differenzklima konnte durchaus ein Einfluss der Elastizität der Lamellen ausgemacht werden: Mit der Erhöhung der elastischen Eigenschaften der Lamellen ging eine Senkung der Formänderungswerte einher. Es gilt weiterhin, dass zunehmende Lamellenverhältnisse drastisch höhere Formänderungen in der Nebenachse und der Diagonalen nach sich zogen, in der Hauptachse sanken in diesem Fall die Werte.

Der bereits in den vorangegangenen Versuchen erkennbare und erwartete Einfluss des Lamellenverhältnisses auf die Eigenschaften dreilagiger Massivholzplatten wurde in weiterführenden Experimenten vertiefend untersucht: Mit zunehmendem Lamellenverhältnis stiegen die Eigenschaften bei Biegung in der Hauptachse deutlich an und näherten sich den Werten für Vollholz; in der Nebenachse wurde der umgekehrte Trend beobachtet. Bei graphischer Darstellung der Biegeeigenschaften über dem Lamellenverhältnis konnte ein „Umschlagpunkt“ von $R_L \sim 0,41$ festgestellt werden, bei dem die Platten in Haupt- bzw. Nebenachse gleiche Eigenschaften aufwiesen.

Mit größerer Decklagendicke ($R_L = 0,41 \dots 0,77$) nahm die prozentuale Veränderung der Länge sowohl bei Adsorption (IL 85) als auch bei Desorption (DL 35) in der Hauptachse ab. In der Nebenachse war diese Abhängigkeit nicht derart deutlich ausgeprägt, obwohl bei $R_L = 0,77$ durch den erhöhten Anteil des in radialer bzw. tangentialer Richtung quellenden Materials ein zweifach höherer Wert gemessen wurde als bei Platten mit einem Lamellenverhältnis von 0,41.

Die Platten mit niedrigem Lamellenverhältnis wiesen eine geringere Anisotropie hinsichtlich ihres Quell-/Schwindverhaltens in der Haupt- und Nebenachse auf – die Gesamtlängenänderungen $\Delta L \perp$ bzw. $\Delta L \parallel$ lagen auf einem gleichen Niveau von 0,31 %.

Mit zunehmendem Lamellenverhältnis wurden jedoch deutlich höhere Gesamtlängenänderungswerte $\Delta L \perp$ in der Nebenachse im Vergleich zur Hauptachse ($\Delta L \parallel$) gemessen.

sen – die diesbezügliche Anisotropie zwischen den Achsen stieg klar an, so dass es bei einem Lamellenverhältnis von $R_L = 0,77$ zu einem Verhältnis $\Delta L \perp : \Delta L \parallel$ von 0,60 % : 0,07 % kam.

Es zeigte sich weiterhin, dass mit einer Erhöhung des Decklagenanteils die im Differenzklima zu bestimmenden Formänderungswerte, ebenso wie deren Anisotropie, teilweise nachdrücklich anstiegen. Im Bereich bis $R_L = 0,67$ war nur eine geringe Veränderung der Formstabilität zu verzeichnen, darüber hinaus nahm die Entwicklung der Formänderungswerte einen nahezu exponentiellen Verlauf.

Die abschließend an dreilagigen Platten durchgeführten Untersuchungen zum Einfluss der Lamellenfeuchten und der eingesetzten Bindemittel hatten die Verringerung der teilweise sehr hohen Presszeiten (Presszeitfaktoren bis zu 90 s pro mm zu durchwärmender Plattendicke) zum Ziel.

Die Erhöhung der Lamellenfeuchten vor der Verpressung zeigte nicht den gewünschten Erfolg: Es kam nicht zu einer schnelleren Durchwärmung der Lamellen (der erhoffte Wärmetransport durch Verdampfung des Wassers in die innenliegenden Plattenzonen kam nicht zustande, feuchtere Platten wurden aufgrund der benötigten Energie zur Verdampfung des Wasser sogar langsamer erwärmt) und die Platten zeigten nach der Verpressung verstärkt verkaufsmindernde Decklagenrisse.

Durch das bessere Gegendruckvermögen der trockeneren Lamellen wurde an diesen Platten gleichzeitig höhere Eigenschaften bestimmt, da es zu einer besseren Ausprägung der Leimfuge kam.

Platten, die mit trockeneren Lamellen hergestellt wurden, wiesen nach Lagerung im Feuchtklima, unabhängig vom verwendeten Bindemittel und ihrer Lage in Haupt- bzw. Nebenachse, fast grundsätzlich höhere Längenänderungen auf als Massivholzplatten aus feuchteren Lamellen. Dies ist auf die geringere Feuchte nach der Verpressung und den damit verbundenen größeren Feuchtegradienten zurückzuführen. Mit zunehmender Lamellenfeuchte sank demzufolge das Potenzial zur Längenzunahme im Feuchtklima nachweisbar ab.

Auf die Formänderungen der Platten bei Lagerung im Differenzklima konnten nur geringe Einflüsse der Lamellenfeuchte und der Bindemittelart festgestellt werden.

Da mehrlagige Massivholzplatten zwar exzellente Eigenschaften haben, preislich aber durchaus im oberen Segment herkömmlicher Holzwerkstoffe rangieren und daher bestimmten Einsatzbeschränkungen ausgesetzt sind, hatten abschließende Arbeiten die Untersuchung von Möglichkeiten zur Substitution der Mittellage durch herkömmliche Holzwerkstoffplatten bei gleichzeitiger Beibehaltung (oder sogar Verbesserung) der wichtigsten Eigenschaften zum Inhalt.

Dabei wurden Spanplatten, Sperrhölzer, OSB und Faserplatten gezielt variierter Dicke als Mittellagensubstitute eingesetzt und die Eigenschaften der sowohl labortechnisch als auch industriell hergestellten Platten untersucht.

Es konnte gezeigt werden, dass sich die Eigenschaften durch den Einsatz der Substitute teilweise sehr deutlich verbesserten und dass bei dünneren Decklagen (sinkendes Lamellenverhältnis) nur unwesentlich verringerte Eigenschaften ermittelt wurden. Die Werte der Verbundplatten bei Biegung (Festigkeit und Elastizität) überschritten in der

Hauptachse z. T. deutlich die Ergebnisse der vergleichbaren drei- und auch der fünfplattigen Massivholzplatten, wobei die mit OSB/3 hergestellten Verbundplatten die höchsten Werte aufwiesen. Diese guten Eigenschaften der Verbundplatten wurden nur von Massivholzplatten mit großem R_L von 0,63 erreicht, was jedoch zu Lasten der Eigenschaften in Nebenachse und der Formstabilität ging.

Hervorhebenswert sind die mit den dünneren Decklagen verbundenen wirtschaftlicheren Presszeiten, die es ermöglichen, in kürzerer Zeit Verbundplatten mit im Vergleich zu Massivholzplatten teilweise deutlich besseren Eigenschaften mit geringeren Prozess- und Materialkosten herzustellen.

Kritisch anzumerken ist, dass die Rohdichte der so hergestellten Platten gegenüber handelsüblichen mehrlagigen Massivholzplatten deutlich ansteigt (damit verbunden sind höhere Lasten und ein eingeschränktes Handling) und dass sich der Einsatz von Sperrhölzern als wirtschaftlich nicht sinnvoll erwies.

Bei konstanter Plattendicke zeigten sich die Längenquellung bzw. –schwindung der Verbundplatten in der Hauptachse vergleichsweise unbeeinflusst von der Veränderung des Lamellenverhältnisses. In der Nebenachse kam es bei einer Erhöhung des Holzwerkstoffanteils an der Plattendicke (sinkendes Lamellenverhältnis) zu einer deutlichen Verringerung der Quell- und Schwindvermögens.

In Bezug auf die an den Platten im Differenzklima bestimmten Formänderungswerte war bei einer Senkung des Lamellenverhältnisses bei gleicher Plattendicke eine deutliche Erhöhung der Formstabilität (Formänderungswerte sinken) in allen Messrichtungen festzustellen. Diese Reduzierung der Verwölbungen machte sich vor allem bei den dünnen Platten (19 mm) bemerkbar.

Die in den vorliegenden Untersuchungen ermittelten Ergebnisse und Zusammenhänge sind aufgrund der Validierung in umfangreichen Industrierversuchen direkt in der Praxis umsetzbar und sollten dazu beitragen, mehrlagige Massivholzplatten gezielter und effektiver herzustellen und diesen durchaus als High-Tech-Werkstoffe zu bezeichnenden Platten einen breiteren Marktzugang zu eröffnen.

Problematisch ist noch die sinnvolle Gestaltung eventuell in der Platte liegender Plattenstöße der Mittellagenssubstitute, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht weiter untersucht werden konnte, die aber ein wichtiges Kriterium für die Tragfähigkeit derartiger Verbundplatten sein werden. Hier sind weiterführende Untersuchungen notwendig.

Weiterführende Arbeiten sollten in gleichem Maße dem Trend der Herstellung leichterer Werkstoffe gewidmet sein. Die Verwendung von leichten Faserplatten, hergestellt sowohl im Nass- als auch im Trockenverfahren, und Balsastirnholzmittellagen ist daher bereits Gegenstand laufender Arbeiten.

Es wird ebenso als sinnvoll angesehen, durch die gezielte Wahl vergüteter Decklagen den Einsatz von Massivholzplatten in klimatisch belasteten Außenbereichen (Fassadenplatten) zu ermöglichen. Sicher wird es eine ganze Reihe von Problemen hinsichtlich der Verklebungsqualitäten, der Plattenaufbauten und der unterschiedlichen Quell-Schwindverhalten der miteinander verklebten Hölzer geben, deren Lösung aber zu neuen Möglichkeiten für mehrlagige Massivholzplatten führen werden.

Ein weiterhin lohnender Ansatz wäre die Abschätzung von Möglichkeiten, mehrlagige Massivholzplatten kontinuierlich herzustellen. Dazu bedarf es jedoch weiterführender Untersuchungen zur Wahl von Klebstoffen mit extrem hoher Anfangshaftung und der maschinentechnischen Umsetzung verschiedener Fügesysteme im Plattenmaßstab.

Zum Abschluss ist auf einige Einschränkungen der Arbeit hinzuweisen. So wurde der Vergleich der unterschiedlichen Berechnungsansätze als „Mittel zum Zweck“ der Abschätzung von Platteneigenschaften verwendet. Eine vertiefte Durchdringung und Bearbeitung der Problematik, beginnend von den statischen Grundlagen über die letzten Entwicklungen bis hin zu weiteren Reihenversuchen hätte zwar den Rahmen der Arbeit gesprengt, würde jedoch zu einer deutlichen Vertiefung der Aussagegenauigkeit führen. Gleiches gilt für die Abschätzung von Eigenschaften von Verbundplatten. Durch die Komplexität der Problematik – der für die Berechnung heranzuziehende Basiswert setzt sich aus einer Kombination von Vollholz- und Holzwerkstoffwerten zusammen – musste aus Zeitgründen auf eine Herleitung von Basiswerten und eine Berechnung von Eigenschaften für die Verbundplatten verzichtet werden. Gerade für diese neuartigen Kombinationswerkstoffe jedoch ist eine derartige Abschätzung von Plattenwerten für eine anforderungsgerechte Produktion dieser Werkstoffe von großer Bedeutung. Es ist daher außerordentlich empfehlenswert, an dieser Stelle weiterführende Arbeiten anzusetzen.

Es ist gleichfalls als Einschränkung zu sehen, dass auf Untersuchungen des Einflusses gezielt variiertes Jahrringlagen der Lamellen vor dem Hintergrund von Zeit- und Praktikabilitätsgründen verzichtet wurde. Gerade mit Bezug auf die vielfach angesprochenen hygrischen Eigenschaften Dimensionsänderung und Formstabilität hätten sich bei entsprechenden Analysen hier neue Erkenntnisse ergeben.



Steffen Tobisch
April 2006

Steffen Tobisch

geboren am 20. Oktober 1965 in Dresden

verheiratet mit Annemarie Joane Tobisch, geb. Petter

2 Kinder Friedrich Linus Lukas, geb. am 3. Juni 1994;
Anna Maria Leah, geb. am 8. Januar 2003



- 1972 – 1980 Allgemeinbildende polytechnische Oberschule Dresden Süd
- 1980 – 1984 Gymnasium Dresden Süd
- 1984 Abitur, Abschluss mit „Gut“
- 1984 Praktikum in der Stuhlindustrie Rabenau
- 1984 – 1986 Wehrdienst in Brandenburg
- 1986 Praktikum im Kombinat Schnittholz und Holzwaren
- 1986 – 1991 Studium der Holz- und Faserwerkstofftechnik an der Sektion Verfahrenstechnik der TU Dresden
- 1989/1990 Praktikum in der Sitzmöbelindustrie Neuhausen
- 1990 Praktikum bei Prof. Dr. Kessel, Fachhochschule Hildesheim/Holzminde, Labor für Holztechnik
- 1991 Praktikum bei Dr. Welling, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg
- 1991 Studienabschluss, 1. Akademischer Grad, Abschluss mit „Gut“
- 1991 – 1993 Forschungsstudium an der TU Dresden, Institut für Holz- und Faserwerkstofftechnik
- 1994 – 1998 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Holztechnologie Dresden gGmbH (IHD)
- 1996 stellvertretender Leiter der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle im Entwicklungs- und Prüflabor Holztechnologie GmbH (EPH)
- 2000 – 2004 Leiter des Ressorts Werkstoffe im IHD
- 2004 Institutsleiter und Geschäftsführer des IHD
- 2004 Geschäftsführer des Trägervereins „Institut für Holztechnologie Dresden e.V.“

Steffen Tobisch