

# Stoffliche Rindennutzung in Form von Dämmstoffen

**Günther Kain, Alfred Teischinger, Maurizio Musso, Marius-Catalin Barbu, Alexander Petutschnigg**

Vor dem Hintergrund begrenzter Rohstoffquellen in der Forst- und Holzwirtschaft ist in Zukunft der Erschließung neuer Rohstoffquellen stärkere Aufmerksamkeit zu widmen. Die vorliegende Untersuchung widmet sich dem bisher kaum genutzten Potenzial von Baumrinden. Dieselben fallen als Nebenprodukt in der Holzindustrie an und weisen interessante technologische Charakteristiken auf. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Dämmplatten aus Kiefernrinde hergestellt, deren Eigenschaften unter Berücksichtigung von Wärmeleitfähigkeit, Wärmespeicherkapazität und mechanischen Kennwerten vielversprechend für den Einsatz im Bauwesen sind.

**Schlüsselwörter:** Baumrinden, Rohstoffquelle, Schüttdichte, Wärmeleitfähigkeit, Temperaturleitfähigkeit

## Einleitung

Eine Analyse des österreichischen Holzmarktes zeigt, dass die Produktion von Holzprodukten nur gesteigert werden kann, wenn es gelingt die Nettoimporte zu erhöhen oder ungenutzte Holzreserven zu mobilisieren (Schwarzbauer, 2005).

Beides dürfte angesichts der aktuellen Mobilisierungsstrategie und der Rohstoffverfügbarkeit in den Nachbarländern unwahrscheinlich sein. Möglichkeiten zur Rohstoffsicherung könnten in der Erschließung neuer Rohstoffquellen oder einer Effizienzsteigerung der bestehenden industriellen Verwertung von Holz (Petutschnigg und Katz, 2005) bestehen.

Angesichts dieser aktuellen Ressourcendiskussion ist der Erschließung von neuen biogenen Rohstoffquellen verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen. Dabei sind Rohstoffe zu präferieren, die bereits in der Pflanze gewachsene vorteilhafte Eigenschaften mitbringen und so durch verminderten Produktionsaufwand die Entstehung von energieextensiven Produkten begünstigen. Im Kontext der notwendig gewordenen Reduktion von anthropogen verursachten Treibhausgasemissionen ist natürlich die Verwendung von Rohstoffen interessant, zu deren Bildung in Photosyntheseprozessen der Pflanzen beträchtliche Mengen an CO<sub>2</sub> benötigt werden und bei denen dieses über den Nutzungszyklus des jeweiligen Produkts gebunden bleibt (Schwemmer, 2010).

Vor diesem Hintergrund des knapper werdenden Rohstoffangebots trotz großteils nachhaltiger Wirtschaftsweise sieht Teischinger (2007) in Innovationen, sowohl bei ressourceneffizienteren Technologien, als auch in der Produktentwicklung einen Ausweg.

Der globale Rundholzeinschlag der Forstindustrie zur Verwendung in der Holzindustrie beträgt in etwa 1,6 Milliarden m<sup>3</sup>. Wenn man von einem durchschnittlichen Rindenanteil von 10 % ausgeht, führt dies zur einer jährlich anfallenden Rindenmenge von 0,16 Milliarden m<sup>3</sup> (Xing et al., 2007). Trotz bestehenden Verwertungsmöglichkeiten für Rinde, wie beispielsweise Bodenbedeckungsmaterialien, besteht berechtigtes Interesse an der Erschließung von alternativen Verwertungsmöglichkeiten mit höherer Wertschöpfung (Naundorf et al., 2004). Rinde erfüllt als abschließende Grenzschicht eines Baumes in der Natur die wichtige Aufgabe des Schutzes vor physikalischen und biologischen Umwelteinflüssen und besitzt ideale Eigenschaften, wie geringe Dichte, einen hohen Gehalt an Inhaltsstoffen, gute thermische Isolationseigenschaften und schlechte Entflammbarkeit. Diese Eigenschaften legen es nahe, Rinde als Dämmmaterial zur Anwendung zu bringen. Ziel dieser Untersuchung ist es reine Rindenplatten herzustellen und deren Eignung als Dämmstoff zu evaluieren.

## Stand des Wissens

Rinde ist das zweitwichtigste Gewebe eines Baumstammes (Fengel und Wegener, 2003). Mengenmäßig je nach Baumart und Wachstumsbedingungen variierend, macht die Rinde 10-20 % eines Baumstammes aus und ist daher als Rohstoffquelle sehr interessant. In Österreich fielen in den Jahren 2000 bis 2009 durchschnittlich 2 Millionen m<sup>3</sup> Rinde pro Jahr an (Fachverband der Holzindustrie Österreich, 2010).

Dies führte historisch zu bedeutenden Verwertungsproblemen. Allerdings wurden über die letzten Jahre hinweg zahlreiche Verwertungsmöglichkeiten für Rinde erschlossen (Rindenmulch, Kompostierung, Humusstoffe, energetische Verwertung, ...).

Naundorf et al. (2004) legen dar, dass „der allgemeine Trend zur nachhaltigen, ressourcenschonenden Rohstoffnutzung das Augenmerk von Forschung und Industrie auch auf das bislang kaum und nur mit geringer Wertschöpfung genutzte Potenzial der Baumrinden lenkt“.

Der Einsatz von Baumrinde als Rohstoff für diverse Holzwerkstoffplatten hat lange forschungsmäßige Tradition (z. B. Volz, 1973; Nemli et al., 2005; Xing et al., 2006; Yemele et al., 2008; Kraft, 2007). Alle Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass mit steigendem Rindenanteil die mechanischen Eigenschaften der Platten negativ beeinflusst werden. Die mechanischen Eigenschaften von Rinde selbst wurden von Martin und Crist (1968) untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Rindeneigenschaften stark zwischen den Holzarten schwanken und, dass die Anisotropie zwischen Längs- und Querrichtung weniger stark als beim Holz ausgeprägt ist.

Naundorf et al. (2004) stellten Rindenpellets her, welche sich als Einblasdämmung eignen. Während die thermischen Eigenschaften von Holz hinreichend beforscht wurden (z. B. Suleiman et al., 1999) gibt es zu den thermischen Charakteristiken von Rinde weniger Forschungsergebnisse. Warnecke (2006) stellte Rindenplatten auf Basis natürlicher Bindemittel her, deren Wärmeleitfähigkeit mit  $0,16 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  allerdings relativ hoch liegt. Die Wärmeleitfähigkeit von Rinde kann bei gewöhnlichen Temperaturen hinreichend über Dichte und Feuchtegehalt abgeschätzt werden. Dabei ist vorteilhaft, dass die Anisotropie von Rinde bezüglich Wärmeleitfähigkeit deutlich geringer als jene von Holz ist. Somit wirkt sich die Partikelorientierung in einer Platte weniger stark auf die Wärmeleitfähigkeitseigenschaften der Platte aus (Martin, 1963). Gupta et al. (2003) untersuchten die spezifische Wärmekapazität und die Wärmeleitfähigkeit von darrtrockener Rinde, um die Prozesse in der Vakuum-Pyrolyse zur Gewinnung von Energie und höher veredelten Chemikalien besser zu verstehen.

Auch in einer frühen Untersuchung von Martin (1963) finden sich Messungen zur Wärmekapazität verschiedener Baumrinden, welche bei einer mittleren Messtemperatur von  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  im Mittel  $1300 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$  beträgt, was im Bereich der Untersuchung von Gupta et al. (2003) liegt. Martin (1963) konnte auch zeigen, dass die spezifische Wärmekapazität von Rinde in etwa im Bereich jener von Holz liegt.

## Material und Methoden

### Material für die Untersuchung

Die Rinde für die Untersuchung wurde in einem oberösterreichischen Sägewerk entnommen. Die Holzartenzusammensetzung der entnommenen Rinde ist laut Angaben des Sägewerkbesitzers zu ca. 90 % Kiefer (*Pinus sylvestris*) und jeweils 5 % Fichte (*Picea abies*) und Tanne (*Abies alba*).

Bei der Probennahme wurde der von der PapierHolz Austria (2009) vorgeschlagenen Methodik für Industriehackgut gefolgt. Dabei wurden die Proben jeweils von der Oberseite des

Rindenhaufens an mehreren Stellen entnommen. Das Rindenmaterial wurde in etwa 30 cm Tiefe entnommen, um veränderliche Einflüsse an der Grenzschicht auszuschließen.

Die Rinde wurde in einer Vakuumtrockenanlage von einer Anfangsfeuchte von 100 % auf 5,8 % Feuchtegehalt getrocknet.

### Setzungseigenschaften und Schüttdichte von Rinde

Zur Untersuchung der Setzungseigenschaften und der Schüttdichte der Rinde wurde das getrocknete Material mit einem herkömmlichen Gartenhäcksler zerkleinert und mittels Lochhandsieben in drei Fraktionen  $x_1$ ,  $x_2$ , und  $x_3$  geteilt. Hierbei ergab sich eine Partikelgrößenverteilung von:  $45 \text{ mm} > x_1 \geq 13 \text{ mm}$ ,  $13 \text{ mm} > x_2 \geq 8 \text{ mm}$  und  $8 \text{ mm} > x_3 \geq 0 \text{ mm}$ . Die Schüttdichte und das Setzungsverhalten von Rinde wurde in Anlehnung an die DIN EN 15103 (2010) bestimmt.

Allerdings wurde abweichend zur Norm kein kreisrunder Behälter, sondern ein quaderförmiges Behältnis mit einem Innenquerschnitt von  $40 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}$  und einer Höhe von ebenfalls  $40 \text{ cm}$  verwendet um die Geometrie einer Wand nachzubilden. Der Kasten wurde jeweils mit Rinde definierter Partikelgröße bis zum oberen Rand durch lockeres Einschütten gefüllt und die Masse der Rinde ermittelt. Daraus konnte gemäß Gl. 1 die Schüttdichte der Rinde ermittelt werden. Anschließend wurde der Kasten in einem Führungsgestell zehnmal  $5 \text{ cm}$  hochgehoben und fallen gelassen. Diese Erschütterung führte zu einer Verdichtung und somit Setzung der Rinde im Kasten. Die Dichte der so verdichteten Rinde wurde gemäß Gl. 2 ermittelt und das Verdichtungsverhältnis  $\varepsilon$  nach Gl. 3 berechnet. Pro Fraktion wurden sechs unabhängige Messungen durchgeführt. Anschließend wurde der Einfluss der Partikelgröße auf die Schüttdichte der unverdichteten und verdichteten Rinde mittels Varianzanalyse auf statistische Signifikanz geprüft.

$$\rho_1 = \frac{m}{V_0} \quad (1)$$

$$\rho_2 = \frac{m}{V_2} \quad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{V_0}{V_2} \quad (3)$$

$\rho_1$  – Schüttdichte 1 der Rinde, unverdichtet in  $\text{kg}/\text{m}^3$

$\rho_2$  – Schüttdichte 2 der Rinde nach Setzung, verdichtet in  $\text{kg}/\text{m}^3$

$m$  – Rindenmasse in  $\text{kg}$

$V_0$  – Rindenvolumen unverdichtet in  $\text{m}^3$

$V_2$  – Rindenvolumen nach Setzung – verdichtet in  $\text{m}^3$

$\varepsilon$  – Verdichtungsverhältnis

### Herstellung von Dämmplatten

#### Plattenherstellung

Aus dem eingangs erwähnten Rindenmaterial (90 % Kiefer, 10 % Fichte und Tanne) wurden Platten hergestellt, indem das Material zuerst mit einem 4-Wellen-Shredder zerklei-



**Abb. 1: Rindendämmplatte (Dicke = 20 mm, Dichte = 450 kg/m<sup>3</sup>)**

Fig. 1: Bark insulation panel (Thickness = 20 mm, Density = 450 kg/m<sup>3</sup>)

tert wurde. Durch das im Shredder vorhandene Lochsieb mit 30 mm Maschenweite wurde die größte Partikelabmessung des gehackten Materials auf 30 mm begrenzt.

Das gehackte Rindenmaterial wurde mit Handlochsieben fraktioniert. Ein 13 mm und ein 8 mm Lochsieb wurden verwendet, um zwei Rindenfraktionen  $x_4$  und  $x_5$  zu erhalten. Hierbei ergab sich folgende Partikelverteilung:  $30 \text{ mm} > x_4 \geq 13 \text{ mm}$  und  $13 \text{ mm} > x_5 \geq 8 \text{ mm}$ . Der verbleibende Rindenstaub wurde nicht zur Herstellung von Rindenplatten verwendet. Die Rindenpartikel wurden in einem Pflugscharmischer mit einem flüssigen Harnstoff-Formaldehyd-Klebstoff vermischt. Es wurden Rindenplatten mit einer Dicke von 20 mm (Abb. 1) und einer Zielrohddichte von 400 kg/m<sup>3</sup> und 500 kg/m<sup>3</sup> mit einer Höfer-Laborpresse (Pressplattenabmessung von 1000 mm x 1000 mm) hergestellt (Versuchsdesign Tab. 1).

**Tab. 1: Versuchsdesign mit den Faktoren Rohddichte, Partikelgröße und Masseanteil Klebstoff**

Tab. 1: Experimental design with factors density, particle size and resin content

Rohddichte	Partikelgröße	Masseanteil Klebstoff (atro Klebstoff bezogen auf atro Partikel)	Plattenzahl
kg/m <sup>3</sup>	mm	-	-
500	30 > x > 13	0,12	3
		0,08	3
	13 > x > 8	0,12	3
		0,08	3
400	30 > x > 13	0,12	3
		0,08	3
	13 > x > 8	0,12	-
			3
300	30 > x > 13	0,12	1



**Abb. 2: Lambda-Meter EP500**

Fig. 2: Measurement device EP500 for the determination of thermal conductivity

### Messung der Wärmeleitfähigkeit

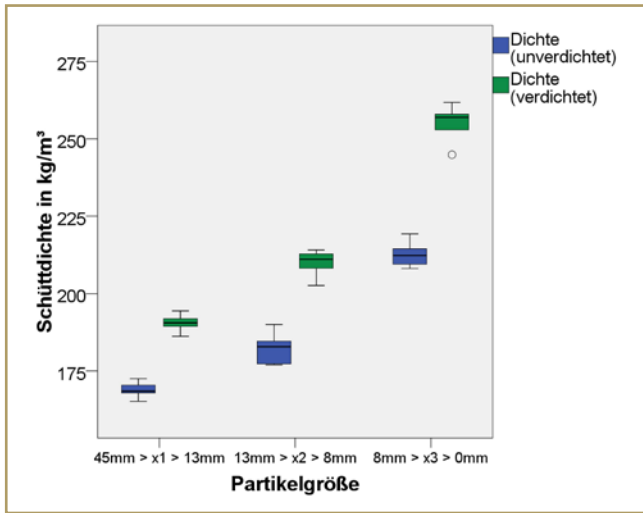
Der Wärmedurchlasswiderstand wurde nach *DIN EN 12667* (2001) mit dem Einplatten-Wärmeleitfähigkeitsmessgerät Lamda-Meter EP500 (Abb. 2) der Firma Lambda-Messtechnik GmbH bestimmt. Die Messungen in der vorliegenden Untersuchung wurden bei einer Messtemperatur von 10 °C der Kühlplatte und 15 K Temperaturdifferenz durchgeführt. Der Wärmedurchlasswiderstand wurde an Rindenplatten mit einer Abmessung von 500 mm x 500 mm und einer Dicke von 20 mm bestimmt. Die Rindenplatten wiesen im Schnitt eine Feuchte von 12,2 % (Standardabweichung = 0,6 %) auf.

Die Rohddichte der Rindenplatten schwankte zwischen 370 kg/m<sup>3</sup> und 520 kg/m<sup>3</sup>. Um auch die thermischen Eigenschaften von Rindenschichten niedrigerer Rohddichte zu evaluieren, wurden auch zwei Messungen an Rindschüttgut (200 kg/m<sup>3</sup> und 250 kg/m<sup>3</sup>) mit einer Schütthöhe von 30 mm durchgeführt. Es wurden Rindenpartikel der Fraktion  $x_5$  (13 mm >  $x_5 \geq 8$  mm) mit einem Feuchtegehalt von 13,4 % verwendet. Die spezifische Wärmekapazität von Rinde wurde für weitergehende Analysen wie bei *Gupta et al.* (2003) ermittelt, verwendet.

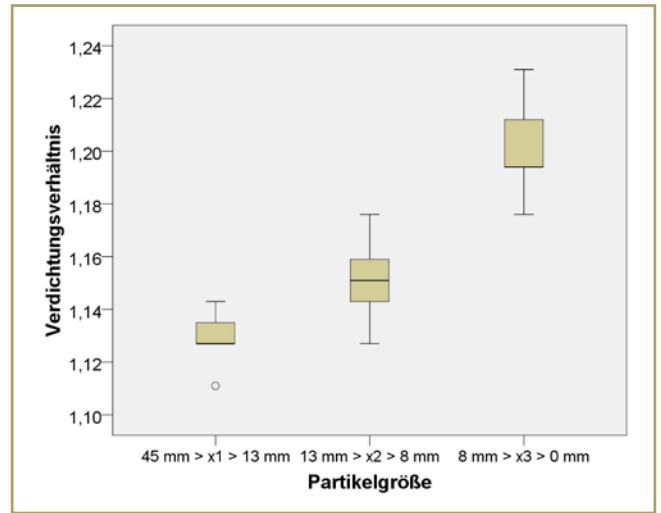
### Ergebnisse

#### Setzungseigenschaften und Schüttdichte von Rinde

Die ermittelten Schüttdichten für die trockene Rinde sind in Tab. 2 dargestellt. In Abb. 3 sind die Schüttdichten der unver-



**Abb. 3: Dichte des fraktionierten Rindenmaterials vor und nach der Verdichtung (n = 6 je Faktorstufe und Gruppe)**  
 Fig. 3: Density of the fractionated bark material before and after compression



**Abb. 4: Verdichtungsverhältnis der einzelnen Rindenfraktionen (n = 6 je Faktorstufe)**  
 Fig. 4: Compression ratio for different bark fractionations

dichteten und durch Setzung verdichteten Rinde dargestellt. Der Einfluss der Partikelgröße auf die Schüttdichte ist bei gegebener Varianzhomogenität hoch signifikant ( $p < 0,001$ ). Für das durch Erschütterung verdichtete Rindenmaterial ergibt sich ein durchschnittliches Verdichtungsverhältnis  $\epsilon$  (Gl. 3) von  $\epsilon = 1,16$  (Abb. 3). Auch hierbei ist, obwohl die Unterschiede marginal sind, der Einfluss der Partikelgröße auf das Verdichtungsverhältnis bei gegebener Varianzhomogenität statistisch hoch signifikant ( $p < 0,001$ ) (Abb. 4).

**Thermische Eigenschaften von Rinde**

Für die Messwerte der Wärmeleitfähigkeit bei den untersuchten Rindenproben wurde der Einfluss der Faktoren Klebstoffanteil (0,08 und 0,12), Partikelgröße ( $30\text{ mm} > x_4 \geq 13\text{ mm}$  und  $13\text{ mm} > x_5 \geq 8\text{ mm}$ ) und der Kovariate Rohdichte auf die Wärmeleitfähigkeit mittels zweifaktorieller Varianzanalyse auf ihre statistische Signifikanz geprüft, wobei die Rohdichte einen hoch signifikanten ( $p < 0,001$ ) Einfluss zeigt. Der Einfluss von Klebstoffanteil und Partikelgröße auf die Wärmeleitfähigkeit ist hingegen statistisch nicht signifikant. Eine daraufhin durchgeführte lineare Regressionsanalyse führt zu dem in Gl. 4 dargestellten linearen Modell zum Zusammenhang von Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit mit einem Bestimmtheitsmaß von rund 0,9. Auch die Nullhypothese, dass kein systematischer Zusammenhang besteht, kann hoch signifikant ( $p < 0,001$ ) abgelehnt werden (Abb. 5).

$$\lambda = 1,08 \cdot 10^{-4} \cdot \rho_i + 3,37 \cdot 10^{-2} \quad (4)$$

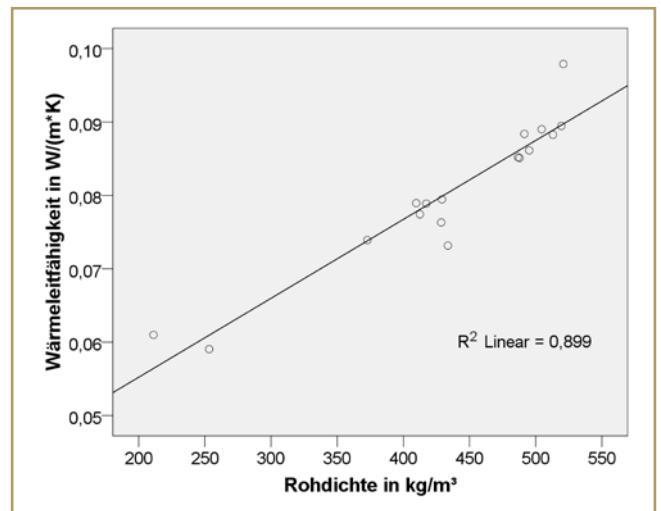
$\lambda$  – Wärmeleitfähigkeit in  $W/(m \cdot K)$   
 $\rho_i$  – Rohdichte in  $kg/m^3$

**Interpretation der Ergebnisse**

Um die thermischen Eigenschaften der Rindenschüttungen und der Rindenplatten bewerten zu können, sind die hier ermittelten Ergebnisse mit den Wärmeleitfähigkeiten marktübli-

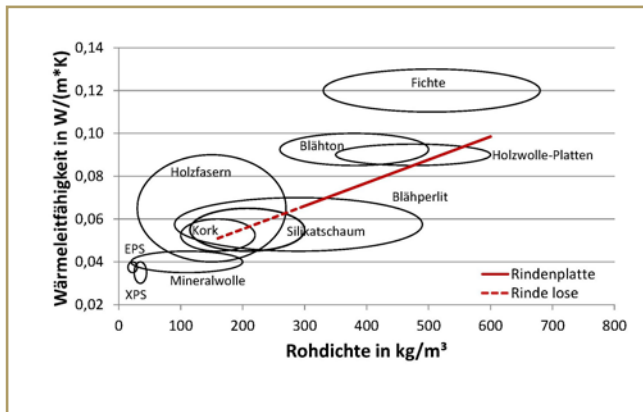
**Tab. 2: Rindenschüttdichten**  
 Tab. 2: Bulk density of bark

Rindenfraktion	Schüttdichte
mm	$kg/m^3$
$45 > x_1 \geq 13$	168
$13 > x_2 \geq 8$	182
$8 > x_3 \geq 0$	213



**Abb. 5: Regressionsmodell zum Zusammenhang von Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit der Rindenplatten und -schüttungen**

Fig. 5: Linear regression model for the correlation between density and thermal conductivity of barkboards and bark loose bulks



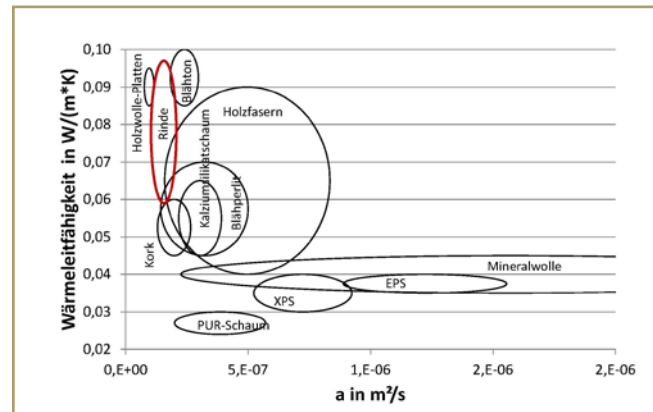
**Abb. 6: Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen im Vergleich (Daten abgesehen von Rinde nach Pfundstein et al., 2007)**

Fig. 6: Thermal conductivity of insulations materials in comparison (data apart that of bark according to Pfundstein et al., 2007)

cher Dämmstoffe in Abb. 6 dargestellt. Zu diesem Zweck wurde auf die Eigenschaften von Dämmstoffen zurückgegriffen, die bei Pfundstein et al. (2007) und Gamerith (1996) genannt sind.

Die Analyse der Wärmeleitfähigkeitseigenschaften zeigt, dass die Rindenplatten bei gleicher Rohdichte wie Fichtenholz ( $470 \text{ kg/m}^3$  bei 15% Holzfeuchtegehalt) mit rund  $0,084 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  eine um 35 % niedrigere Wärmeleitfähigkeit als das massive Holz aufweisen. Aufgrund der Untersuchungen zu den Setzeigenschaften und der Schüttdichte von Rinde und den Erfahrungen, die beim Pressen der Platten gemacht wurden, kann davon ausgegangen werden, dass für reine Rindenplatten eine Mindestrohichte von etwa  $300 \text{ kg/m}^3$  notwendig ist, um während des Pressvorganges ausreichenden Kontakt zwischen den Partikeln sicherzustellen. Je nach Partikelgröße schwankt die Schüttdichte von Rindenmaterial zwischen rund  $180 \text{ kg/m}^3$  und  $260 \text{ kg/m}^3$ . Im Falle einer Rindenschüttung dieses Rohdichtebereiches werden Wärmeleitfähigkeitswerte erzielt, die mit jenen von Kork oder Kalziumsilikatschaum vergleichbar sind (Abb. 6). Bei Dämmmaterialien ist allerdings nicht nur eine geringe Wärmeleitfähigkeit bedeutsam, da diese nach Gl. 5 nur zur Verringerung der Wärmestromdichte  $q$  führt. Wenn sich jedoch die Außenwandtemperatur eines Gebäudes ändert, soll die Zeit  $t$  (Gl. 6), bis sich die Innenwandtemperatur merklich ändert, maximiert werden. Dieses Prinzip gilt auch für eine simple passive Solarheizung, bei der die Gebäudewand durch direkte Sonneneinstrahlung während des Tages aufgeheizt wird und der Wärmefluss durch die Wand im Idealfall erst in den kühlen Abendstunden die Innenwand erreicht. Diese Durchgangszeit wird maximiert, indem nicht ausschließlich die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$ , sondern insgesamt die Wärmediffusivität (Temperaturleitfähigkeit)  $a$  (Gl. 7) minimiert wird (Ashby, 2005).

$$q = -\lambda \cdot \frac{dT}{dx} \quad (5)$$



**Abb. 7: Wärmeleitfähigkeit und Temperaturleitfähigkeit von Dämmstoffen im Vergleich (Werte bis auf Rinde nach Pfundstein et al., 2007)**

Fig. 7: Thermal conductivity and thermal diffusivity of insulation materials in comparison (data apart that of bark according to Pfundstein et al., 2007)

$$t = \frac{w^2}{2 \cdot a} \quad (6)$$

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \quad (7)$$

$q$  – Wärmestromdichte in  $\text{W/m}^2$

$\lambda$  – Wärmeleitfähigkeit in  $\text{W/(m}^2\text{K)}$

$T$  – Temperatur in  $\text{K}$

$x$  – Wandposition in  $\text{m}$

$t$  – Zeit in  $\text{s}$

$a$  – Wärmediffusivität oder Temperaturleitfähigkeit in  $\text{m}^2/\text{s}$

$\rho$  – Dichte in  $\text{kg/m}^3$

$c_p$  – Spezifische Wärmekapazität in  $\text{J/(kg}^2\text{K)}$

$w$  – Wandstärke in  $\text{m}$

In der Analyse nach Abb. 7 zeigt sich, dass die hergestellten Rindendämmstoffe im Vergleich mit anderen Dämmstoffen zwar nicht die geringsten Wärmeleitfähigkeitswerte aufweisen, allerdings sehr geringe Temperaturleitfähigkeitswerte besitzen und daher für speicheraktive Dämmstoffe ein interessantes Nutzungspotenzial aufweisen.

#### Literatur

Ashby MF (2005) *Materials selection in mechanical design*. Elsevier, Oxford

DIN EN 12667 (2001) *Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät*

DIN EN 15103 (2010) *Feste Biobrennstoffe – Bestimmung der Schüttdichte*

- PapierHolz Austria (2009) *Holzübernahme-Richtlinien. Revision 7*
- Fachverband der Holzindustrie Österreich (2010) *Rindenvolumen.*  
Kain G (E-Mail vom 26.11.2011), Kuchl
- Fengel D, Wegener G (2003) *Wood – Chemistry, Ultrastructure, Reactions.* Kessel Verlag, Remagen
- Gammerith H (1996) *Dämmstoffe.* Institut für Hochbau und Industriebau, Technische Universität Graz
- Gupta M, Yang J, Roy C (2003) *Specific heat and thermal conductivity of softwood bark and softwood char particles.* *Fuel* 82: 919-927
- Kraft R (2007) *Zur chemisch-technologischen Verwertung von gebrauchten Holzwerkstoffen und Holzrinden.* Dissertation, Universität Göttingen
- Martin RE (1963) *Thermal properties of bark.* *Forest Products Journal* 18 (11): 54-60
- Martin RE, Crist JB (1968) *Selected physical-mechanical properties of eastern tree barks.* *Forest Products Journal* 13 (10): 419-426
- Naundorf W, Wollenberg R, Schubert D (2004) *Veredelung von Rinden zu körnigen Füll- und Dämmstoffen.* *Holz als Roh- und Werkstoff* 62: 397-404
- Nemli G, Colakoglu G (2005) *Effects of Mimosa bark usage on some properties of particleboard.* *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 29: 227-230
- Petutschnigg AJ, Katz H (2005) *A loglinear model to predict lumber quality depending on quality parameters of logs.* *Holz als Roh- und Werkstoff* 63: 112-117
- Pfundstein M, Gellert R, Spitzner MH, Rudolphi A (2007) *Dämmstoffe – Grundlagen, Materialien, Anwendungen.* Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, München
- Schwarzbauer P (2005) *Langfristige Vorausschau für das Angebot von und die Nachfrage nach Holzprodukten in Österreich bis 2020.* Institut für Holzforschung, Universität für Bodenkultur Wien
- Schwemmer R (2010) *Entwicklung der Fertigungstechnologie für Rohrkolben-Dämmstoffe.* Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien
- Suleiman BM, Larfeldt J, Leckner B, Gustavsson M (1999) *Thermal conductivity and diffusivity of wood.* *Wood Science and Technology* 33: 465-473
- Teischinger A (2001) *Ressourcenverknappung in der Holzwirtschaft als Herausforderung für Technologie und Innovation.* Institut für Holzforschung, Universität für Bodenkultur Wien
- Volz KR (1973) *Herstellung und Eigenschaften von Fichten-, Kiefern- und Buchenrindenplatten.* *Holz als Roh- und Werkstoff* 31: 221-229
- Warnecke C (2006) *Entwicklung von Verfahren zur Herstellung von Dämm- und Werkstoffen aus Fichtenrinde bei Verzicht auf synthetische Bindemittel.* Dissertation, TU Bergakademie Freiberg
- Xing C, Deng J, Zhang SY, Riedl B, Cloutier A (2006) *Impact of bark content on the properties of medium density fibreboard (MDF) in four species grown in eastern Canada.* *Forest Products Journal* 56 (3): 64-69
- Yemele MCN, Cloutier A, Diouf PN, Koubaa A, Blanchet P, Stefanovic T (2008) *Physical and mechanical properties of particle-board made from extracted black spruce and trembling aspen bark.* *Forest Products Journal* 58 (10): 38-46

### Autoren

**Dipl.-Ing. (FH) Günther Kain** absolvierte von 2005 bis 2009 den Diplomstudiengang Holztechnik und Holzwirtschaft an der Fachhochschule Salzburg. Anschließend war er bei den Österreichischen Bundesforsten im Bereich Holzqualitätscontrolling tätig. Nebenbei absolvierte er den Lehrgang für Ingenieurspädagogik an der Pädagogischen Hochschule Linz. Heute ist Kain Masterstudent der Holztechnik und Holzwirtschaft und Lektor am Bachelorstudiengang Holztechnologie und Holzbau an der Fachhochschule Salzburg, Campus Kuchl, Markt 136a, A-5431 Kuchl, Österreich. Zudem ist er als Lehrender an der Höheren Technischen Bundeslehranstalt für Möbelbau und Innenraumgestaltung in Hallstatt tätig.  
gkain.lba@fh-salzburg.ac.at

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Dr. h.c. Alfred Teischinger** promovierte an der Universität für Bodenkultur in Wien und war von 1991 bis 2000 Leiter der Versuchsanstalt für Holzindustrie und Professor für Holztechnologie an der Höheren Technischen Bundeslehr- und Versuchsanstalt in Mödling. Im Jahr 2000 erfolgte der Ruf als Professor für Holztechnologie an die Universität für Bodenkultur (BOKU) und er wurde auch zum Leiter des Instituts für Holzforschung bestellt – Universität für Bodenkultur/UFT, Institut für Holzforschung, Konrad-Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln, Österreich. Seit 2001 ist er auch wissenschaftlicher Leiter des Kompetenzzentrums für Holzverbundwerkstoffe und Holzchemie (Wood K plus).

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Maurizio Musso** promovierte am Institut für Experimentalphysik der Technischen Universität Graz. Er war anschließend an der Technischen Universität Graz und ab 1992 an der Universität Salzburg als Universitätsassistent tätig. 2001 habilitierte er sich in Experimentalphysik am damaligen Institut für Physik und Biophysik der Universität Salzburg. Er ist seit 2011 Professor im 2006 gegründeten Fachbereich Materialforschung und Physik der Universität Salzburg, Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg, Österreich, und leitet dort die Arbeitsgruppe für optische Spektroskopie. Musso ist unter anderem Mitglied des Vorstandes der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft, und Mitglied der Deutschen und der Europäischen Physikalischen Gesellschaft.

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. Marius-Catalin Barbu** studierte als gebürtiger Kronstädter an der Brasov'schen Fakultät für Holzindustrie und erlangte in Folge zwei Doktorate. Von 2000 bis 2006 leitete er die F&E-Abteilung der BinderHolz-Gruppe und war 2006 bis 2011 mit einer Vertretungsprofessur für die W3-Institutsvorstandsstelle an der MIN-Fakultät der Universität Hamburg betraut. Seit Oktober 2011 ist er hauptberuflicher Mitarbeiter in Lehre und Forschung an der Fachhochschule Salzburg. Professor Barbu ist Mitglied mehrerer Promotionsausschüsse, Inhaber dreier internationaler Patente und Gutachter von mehreren Fachzeitschriften.

**Priv.-Doz. Dr. Alexander Petutschnigg** ist Professor an der Fachhochschule Salzburg. Davor war er wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter an der JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH in Graz. Er studierte Mathematik sowie Holztechnik und Holzwirtschaft. Seine Dissertation absolvierte er an der BOKU Wien und TU Graz. Seit 2009 ist er Adjunct Professor an der University of Tennessee (USA) und seit 2010 ist er an der Universität für Bodenkultur (BOKU) in Wien habilitiert.

## ABSTRACT

### *Substantial bark use as insulation material*

*Nowadays the forestry and timber industry faces a lack of resources and therefore the development of alternative resources has become increasingly important. The present investigation focuses on the heretofore barely utilized potential of tree bark. Bark is a by-product of timber production in sawmills and exhibit very interesting technical properties. Within this research project insulation boards out of pine bark have been produced. Their properties seem to be promising with regard to thermal conductivity, heat storage capacity and mechanical characteristics. For this reason bark based panels could probably be used for civil engineering purposes.*

**Keywords:** Tree bark, resource, bulk density, thermal conductivity, thermal diffusivity

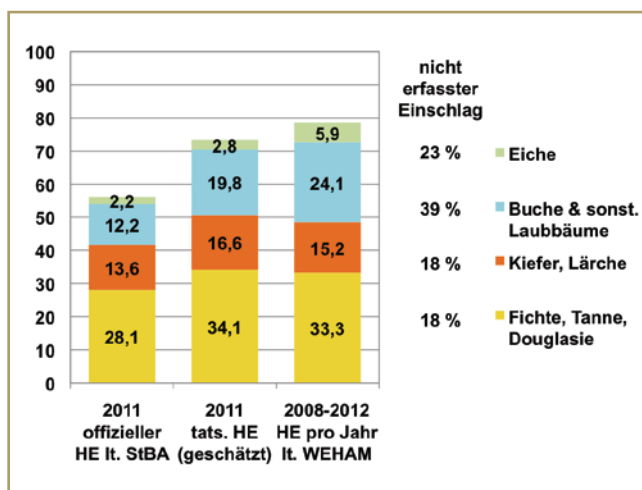
## PRODUKTE/MELDUNGEN

# AGR bezweifelt amtliche Holzeinschlagsstatistik

Das Statistische Bundesamt (StBA) veröffentlichte kürzlich die vorläufigen Zahlen zum Holzeinschlag für das Jahr 2011. Das gesamte in Deutschland geerntete Holz betrug demnach rund 56 Mio. Efm. Dies wären nur etwa 72 % des in der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) eingeschätzten nutzbaren Rohholzpotentials von 79 Mio. Efm pro Jahr. Im Gegensatz zu den Angaben des StBA liegt nach Einschätzung der Arbeitsgemeinschaft Rohholzverbraucher e.V. (AGR) der tatsächliche Holzeinschlag 2011 bei etwa 73 Mio. Efm, womit das jährlich nutzbare Rohholzpotential zu über 90 % ausgeschöpft ist.

Die Abweichung ist nach Dr. Denny Ohnesorge, Geschäftsführer der AGR, darauf zurückzuführen, dass ein Großteil des Holzeinschlages durch die amtliche Statistik nicht erfasst wird. Diese Tatsache offenbarte sich zuletzt bei der Zwischenwaldinventur 2008, wo man für den Zeitraum 2002-2008 feststellte, dass im Durchschnitt etwa 18 % der jährlichen Nadelholz-, 29 % der Eichen- und 39 % der Buchenutzung nicht in die Zahlen des StBA einfließen. Das betrifft insbesondere das Energieholz, welches von nicht befragten Kleinbetrieben unter 10 ha Waldbesitz vermarktet oder zur Deckung des Eigenbedarfs verwendet wird.

Wird das jährlich nutzbare Rohholzpotential bereits über 90 % ausgeschöpft, gibt es keinen Raum für einen weiteren Kapazitätsausbau der energetischen Biomassennutzung. Die AGR sieht deshalb in der vielfach undifferenzierten Förderung der Energieholznutzung eine drastische politische Fehlsteuerung, die unweigerlich den Wettbewerb um den Rohstoff Holz verschärfen wird. Die AGR fordert von der Bundesregierung in



**Holzeinschlag (HE) nach Baumartengruppen gemäß Angaben des StBA, gemäß Schätzung durch die AGR sowie das im Rahmen der WEHAM zwischen 2008 und 2012 geschätzte jährlich nutzbare Rohholzpotential in Mio. Efm**

der bevorstehenden Überarbeitung des Erneuerbaren-Energiengesetzes, Fehlanreize zu korrigieren und auf den weiteren Ausbau insbesondere von Scheitholz- und Hack-schnitzelheizungsanlagen zu verzichten.

Arbeitsgemeinschaft Rohholzverbraucher e.V.  
Dr. Denny Ohnesorge  
info@rohholzverbraucher.de