
Hochwertige Lagenwerkstoffe aus Weichlaubhölzern

Tagung Weichlaubholz

Göttingen 27. März 2014

Volker Thole

Gliederung

1. Bekannter Einsatz von Weichlaubhölzern
2. Effizienz
3. Strukturen von Lagenwerkstoffen
4. Beispiele
5. Zusammenfassung

Bekannter Einsatz von Weichlaubhölzern

Nutzung von Weichlaubholz

Weichlaubhölzer werden für Werkstoffe bereits in vielfältiger Weise genutzt. So finden sich in Spanplatten Weichlaubhölzer in unterschiedlichen Masseanteilen. Diese kommen entweder aus dem Recyclingmaterial, aus den Fremdhackschnitzeln oder einzelne Stämme sind der Hauptholzart untergemischt. Auch bei der Herstellung von MDF finden sich häufig nicht quantifizierbare Anteile an Weichlaubholz hackschnitzeln im Aufgabegut für den Refiner.

Weichlaubhölzer als Vollholz für Möbel ist an sich keine Besonderheit. Regional- und Trendabhängig werden Birke und Erle in Form von Tischlerplatten oder Stabsperrholz für die Möbelherstellung verwendet.

Nutzung von Weichlaubholz

Die üblichen Massenanteile an Weichlaubholz haben keinen negativen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften von Partikelwerkstoffen wie Span- und Faserplatten. In vielen Fällen stellt sich sogar ein positiver Effekt, zumindest in Bezug auf die mechanischen Eigenschaften, ein. Dieser positive Effekt hat zwei Ursachen, die häufig nicht unbeträchtliche Faserlänge und die vergleichsweise geringe Rohdichte.

Die Faserlänge hat bei MDF/HDF und die geringe Rohdichte bei Spanplatten positive Wirkungen auf die mechanischen Eigenschaften.

Der Rohdichteeffekt findet sich auch bei Plattenwerkstoffen, die aus noch leichteren lignocellulosehaltigen Werkstoffen hergestellt werden. So bei Hanfschäbenplatten sowie Platten aus dem Staudenknöterich und Balsaholz.

Höherwertige Nutzung Weichlaubholz

Weichlaubhölzer haben ein hohes Nutzungspotenzial. Vor dem Kunststoffzeitalter hatten Koffer aus Birken-sperrholz, wegen des günstigen Verhältnisses von Gewicht zur Festigkeit, einen guten Ruf, und waren auch verhältnismäßig teuer.

Ebenfalls mangels geeigneter polymerer Werkstoffe war für Sportgeräte Holz der einzig verfügbare Rohstoff. Ski aus Eschenlamellen mit Furnierdecklagen können sich auch heute noch sehen lassen.



Moderne Ski aus Eschenholzlamellen

Quellen: <http://www.gschmeidig.org/>

Thole 6

Höherwertige Nutzung Weichlaubholz

Bis heute haben Holzwerkstoffe aus lamellierten Weichholzelementen auch bei Anwendungen mit hohen mechanischen Beanspruchungen ihren Platz. So bei Sprungbrettern und Skateboards. Beide Sportgeräte unterliegen hohen dynamischen Beanspruchungen.



Reuther Sprungbrett aus Eschenfurnierschichtholz und Skateboard aus Ahornfurnieren

Quellen: Danker Sport und CRD

Thole 7

Herausforderungen bei höherwertiger Nutzung von Weichlaubholz

Eine höherwertige Nutzung von Weichlaubhölzern ist aktuell in Europa auf Nischenprodukte beschränkt. Wie die vorhergehenden Beispiele gezeigt haben, wird das technische Potenzial von Weichlaubholz stark unterschätzt.

Eine hohe wertschöpfende Nutzung ergibt sich bei der Verarbeitung zu Werkstoffen mit mechanischen Eigenschaften und geringen Standardabweichungen, die eine Verwendung für tragende Zwecke ermöglichen.

Lagenwerkstoffe auf Basis lamellierter Holzelemente können diese Forderungen erfüllen.

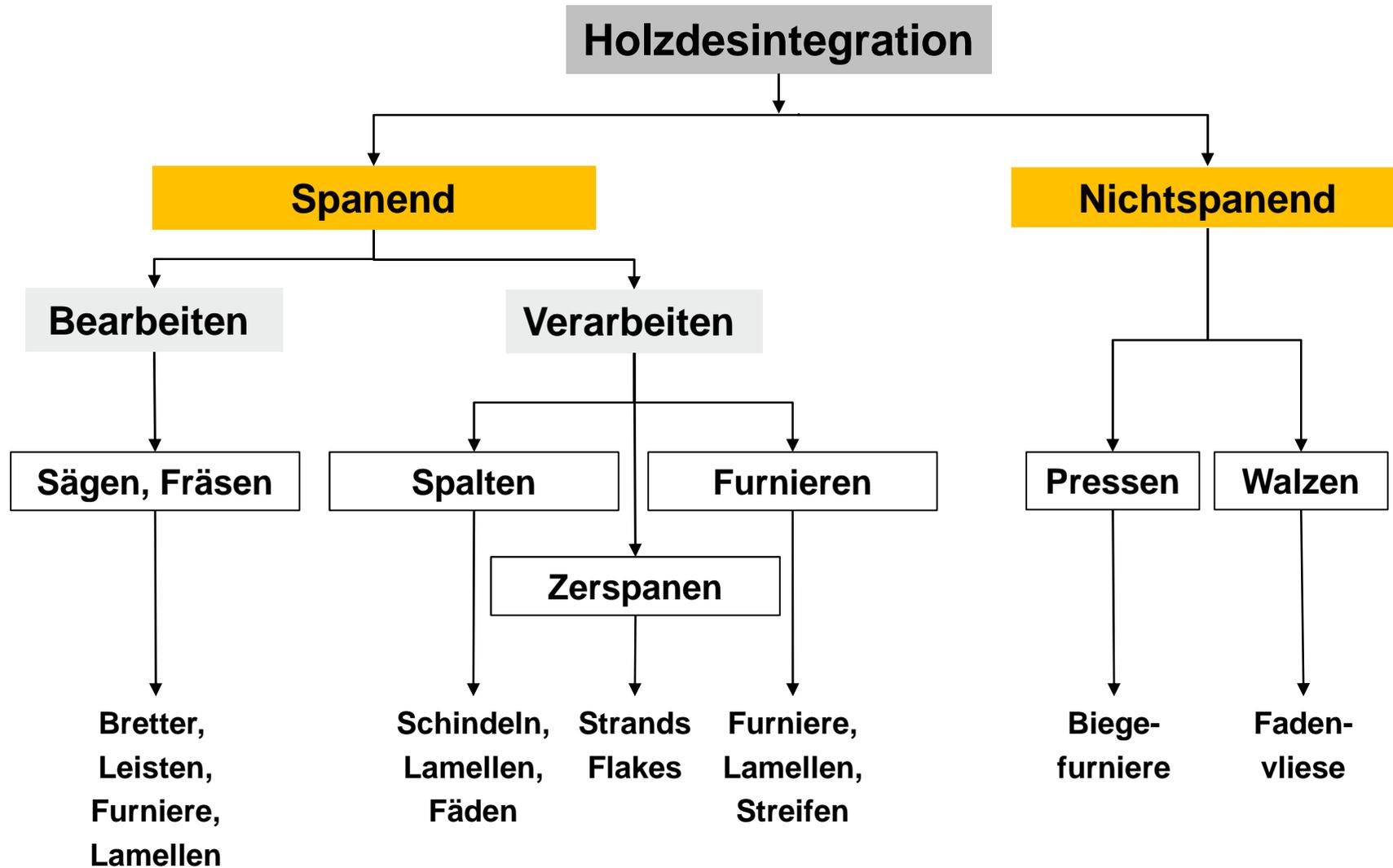
Effizienz

Lamellierte Holzelemente

Bei lamellierten Holzelementen handelt es sich um Holzteile, bei denen das Verhältnis der Elementfläche zur Dicke mehr als 50 beträgt. Herstellbar sind derartige Elemente durch eine

- spanende Bearbeitung
- spanende Verarbeitung und
- nichtspanende Verarbeitung

Die verschiedenen Fertigungsverfahren ergeben die unterschiedlichen Holzelemente, die sich stark hinsichtlich Abmessungen und Form unterscheiden. Das Desintegrationsverfahren bestimmt maßgeblich den Nutzungsgrad (**Effizienz**) des Holzes, und die Abmessungen und die Form die **Struktur** der herstellbaren Werkstoffe.



Thole 11

Effizienz

Bei der Holzwerkstoffherstellung liefert die Effizienz gleichermaßen Aussagen zur Wirtschaftlichkeit und zur Umsetzung des technischen Potenzials des Rohstoffes in den Werkstoff.

Unabhängig von einzelnen stofflichen Verwertungswegen, würde die stoffliche Nutzung bisher vernachlässigter Weichlaubhölzer die "Effizienz" des Produktionsfaktors "Waldboden" (PE) beträchtlich verbessern.

Bei der stofflichen Nutzung lassen sich darüber hinaus zwei weitere Effizienzfaktoren die

- Rohstoffeffizienz (RE) und
- Werkstoffeffizienz (WE)

angeben.

Effizienz I

Die Rohstoffeffizienz RE charakterisiert das Verhältnis der angelieferten Holzmassen zu den für den Werkstoff verwendeten Holzmassen. Dieser Faktor ist z. B. bei Partikelwerkstoffen sehr hoch.

Die Rohstoffeffizienz ergibt sich aus

$$RE = \frac{m_1}{m}$$

mit:

RE Rohstoffeffizienz

m_1 Holzmasse im Werkstoff

m Eingesetzte Holzmasse

Effizienz II

Die **Werkstoffeffizienz (WE)** berücksichtigt die Art des hergestellten Werkstoffes und dessen Eigenschaften. Zu dessen Berechnung bietet sich ein Faktor aus den mechanischen Eigenschaften des Rohholzes und den mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes an. Besonders hohe mechanische Eigenschaften ergeben Holzwerkstoffe aus lamellierten Strukturelementen wie Furniere oder Bretter. Die Werkstoffeffizienz folgt aus:

$$WE = \frac{E_1}{E}$$

mit:

WE	Werkstoffeffizienz
E₁	Eigenschaft Werkstoff
E	Eigenschaft Rohstoff

Beispiel: Rohstoffeffizienz

Hergestellt wird eine OSB aus Kiefernholz mit einem Deckschichtanteil (DS) von 40 % ($LA_1 = 0,4$)*. Bei der Herstellung der Strands für die DS lassen sich 50 % ($RG_1 = 0,5$) für die DS verwenden. Von den verbleibenden 0,5 sind 80 % ($RG_{21} = 0,8$) für die MS nutzbar. Folglich lässt sich ein Massenanteil von 40 % ($LA_{21} = 0,4$) aus den DS-Strands gewinnen. Der Massenanteil der Mittelschicht beträgt 60 % ($LA_2 = 0,6$), so dass noch ein Massenanteil von $LA_{22} = 0,2$ für die MS erforderlich ist, der zusätzlich mit einem Rohstoffnutzungsgrad von 90 % ($RG_{22} = 0,9$) herzustellen ist.

*Bei einer OSB handelt es natürlich um eine "Schicht", das Symbol LA (Lagenanteil) wird hier aus Gründen der Symbolkonsistenz verwendet.

Beispiel: Rohstoffeffizienz

Die Rohstoffeffizienz (ohne Berücksichtigung von Rinde, Besäumreste, Abschleiß) ergibt sich in diesem Fall aus

$$RE = \frac{1}{LA_1 + LA_1 \left(\frac{1}{RG_1} - 1 \right) + \frac{LA_2 - LA_1 \cdot RG_{21} \left(\frac{1}{RG_1} - 1 \right)}{RG_{22}}}$$

mit

LA_1 Masseanteil der Decklagen

LA_2 Masseanteil der Mittellage

LA_{21} Masseanteil des Mittellagenmaterials das aus dem Decklagenmaterial gewonnen wird

LA_{22} Masseanteil des zusätzlich erforderlichen Mittellagenmaterials

RG_1 Rohstoffnutzungsgrad bei der Herstellung des Decklagenmaterials

RG_{21} Rohstoffnutzungsgrad bei Verwendung des angefallenen Deckschichtmaterials

RG_{22} Rohstoffnutzungsgrad bei Herstellung des Mittelschichtmaterials aus Rundholz

Ergebnis des Beispiels
RE = 0,9

Beispiel: Werkstoffeffizienz (WE)

Für die hergestellte OSB wird eine Biegefestigkeit von 42 N/mm² als konstruktiver Rechenwert ermittelt. Das zur Herstellung der OSB eingesetzte Rundholz würde der Festigkeitsklasse C16 (EN 388) zugeordnet werden und hätte somit einen charakteristischen Biegefestigkeitswert von 16 N/mm².

Die Werkstoffeffizienz beträgt bei diese OSB in Bezug auf die Biegung

$$WE = \frac{E_1}{E} = \frac{42}{16} = 2,6$$

Die ist ein singulärer Wert. Es lassen sich nach dem gleichen Prinzip auch weitere Werte für die Werkstoffeffizienz bestimmen und aus diesen dann auch Mittelwerte ermitteln.

Strukturen von Lagenwerkstoffen

Struktur von Lagenwerkstoffen

Lagenwerkstoffe können, müssen aber nicht, aus identischen Holzelementen bestehen. Auch sind die Orientierung ebenso wählbar wie die für die Holzelemente verwendeten Holzarten.

Beispiele für Lagenkombinationen	
Lagen1	Lagen 2
Furnier	Leisten
Furnier	Flachspäne
Sperrfurnier	Späne
Strands	Flachspäne
n Furnier	Strands

Struktur von Bauteilen aus Lagenwerkstoffen

Wie bei anderen Holzwerkstoffen auch, können Lagenwerkstoffe zu Bauteilen (z. B. I-Beam) kombiniert werden. Dies ist dann besonders zweckmäßig wenn

- eine hohe Steifigkeit gewünscht ist
- verschiedene Lagenwerkstofftypen kombiniert werden können
- in einer Richtung hohe Belastungen aufzunehmen sind und
- eine Materialersparnis geboten ist

Unterschiedliche z. B. lagenabhängige Werkstoff- und Bauteilstrukturen sind dann zweckmäßig, wenn die höchsten Spannungen auch in den Elementen mit der höchsten Festigkeit auftreten. Dies gilt auch in den Fällen mehrachsiger Spannungszustände.

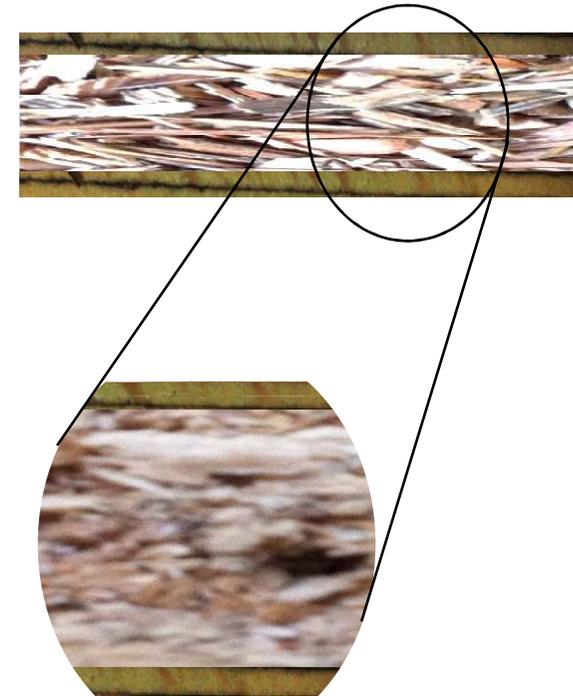
Thole 20

Beispiele

Beispiel 1

Werkstoff mit Decklagen aus Birkenholz furnier und Mittellagen aus Spänen.

Decklagen	je ein Birkenholz furnier
Decklagendicke	je 2 mm
Decklagenanteil	10 %
Mittellage	Birkenholzspäne
RG1	0,30
RG21	0,95
RG22	0,90
Plattendicke	16 mm
Plattenrohichte	550 kg/m ³
Biegefestigkeit	45 N/mm ²
RE	0,97
WE	3,5



Einschichtige
Birkenholzpanplatte mit
Furnierdeckschicht

Beispiel 2

Werkstoff mit Decklagen aus Birkenholz furnier und Mittellagen aus Spänen.

Decklagen	je zwei getränkte Birkenholz furniere
Decklagendicke	je 2 mm
Decklagenanteil	10 %
Mittellage	Birkenholzspäne
RG1	0,50
RG21	0,60
RG22	0,60
Plattendicke	16 mm
Plattenrohichte	850 kg/m ³
Biegefestigkeit	150 N/mm ²
RE	0,70
WE	16



Furnierschichtholz mit getränkten Decklagen

Thole 23

Beispiel 3

Furnierschichtholz aus Birkenholz

Plattendicke	16 mm
Plattenrohichte	700 kg/m ³
Biegefestigkeit	125 N/mm ²
Zugfestigkeit	62 N/mm ²
Biege-E-Modul	11 200 N/mm ²
Zug-E-Modul	12 700 N/mm ²
RE	0,5
WE	12



Furnierschichtholz aus
Birkenholz

Beispiel 4

Furnierschichtholz aus Pappelholz furnieren

Plattendicke	16 mm
Plattenrohichte	670 kg/m ³
Biegefestigkeit	120 N/mm ²
Zugfestigkeit	62 N/mm ²
Biege-E-Modul	13 300 N/mm ²
Zug-E-Modul	16 000 N/mm ²
RE	0,5
WE	8



Furnierschichtholz aus
Pappelholz

Beispiel 5

Furnierschichtholz aus Erlenholz furnieren

Plattendicke	16 mm
Plattenrohichte	640 kg/m ³
Biegefestigkeit	122 N/mm ²
Zugfestigkeit	54 N/mm ²
Biege-E-Modul	12 000 N/mm ²
Zug-E-Modul	17 800 N/mm ²
RE	0,5
WE	10



Furnierschichtholz aus
Erlenholz

Beispiel 6

Lagenwerkstoff aus Pappelflachspänen (OPB)

Plattendicke	16 mm
Plattenrohdichte	550 kg/m ³
Biegefestigkeit	45 N/mm ²
Biege-E-Modul	8000 N/mm ²
RE	0,85
WE	5



OPB (Oriented Particle-Board) mit Furnierdecklage

Beispiel 7

Lagenwerkstoff mit Furnierdecklage und einer Mittellage aus Kurzscrimber (Esche)

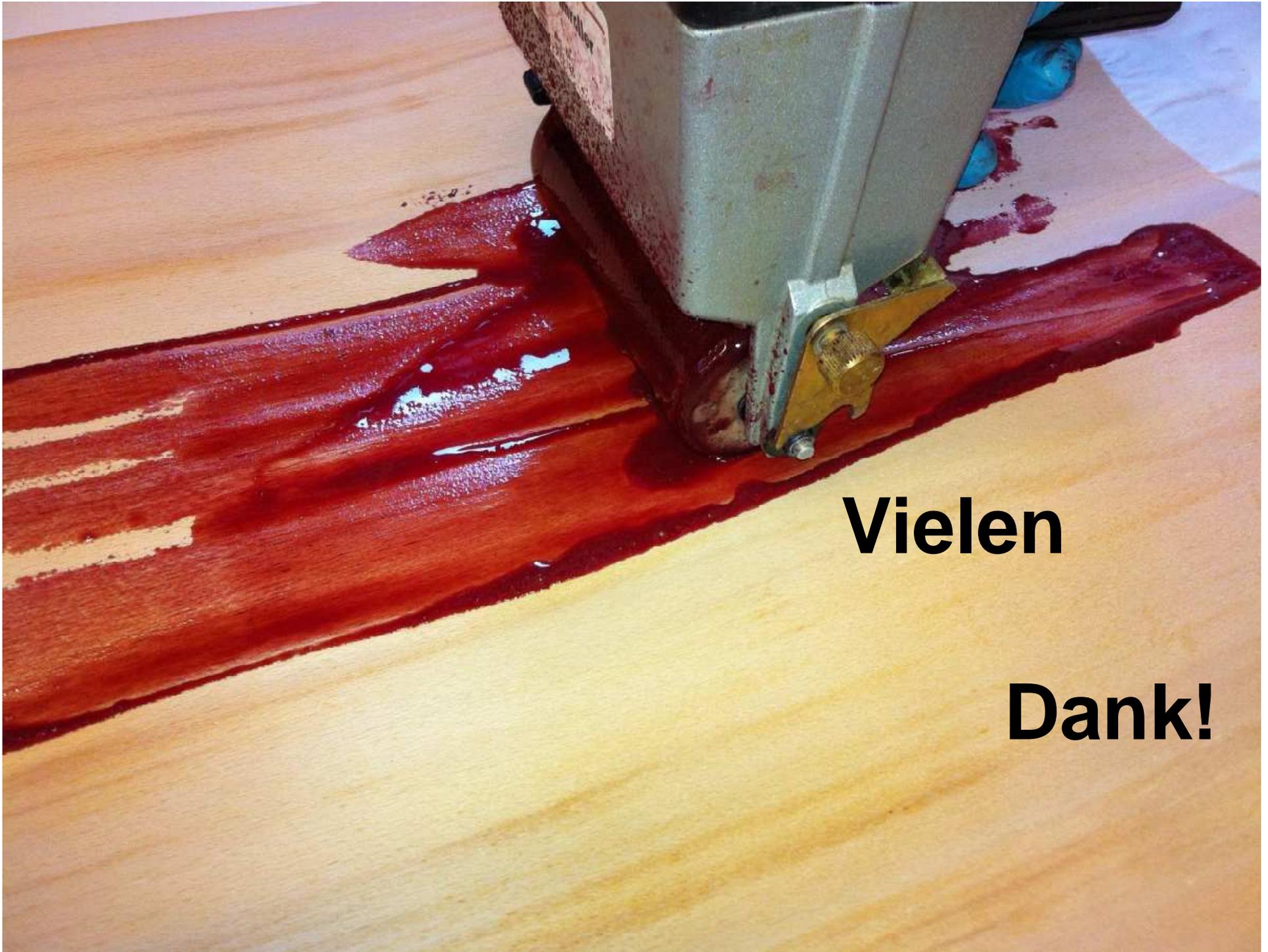
Plattendicke	16 mm
Plattenrohichte	950 kg/m ³
Biegefestigkeit	110 N/mm ²
Biege-E-Modul	12000 N/mm ²
RE	0,95
WE	12



Kurzscrimber für die Mittellage

Zusammenfassung

- Die durchgeführten Untersuchungen haben nachdrücklich bestätigt, dass das Potenzial von Weichlaubhölzern ausgesprochen hoch ist.
- Bei der Lagenwerkstoffherstellung lässt sich mit Weichlaubhölzern mindestens die gleiche Nutzungseffizienz erreichen wie mit den Nadelhölzern.
- Weichlaubhölzer lassen sich häufig einfacher (rissfreier) lamellieren (Furniere, Strands).
- Durch eine den Beanspruchungen des Werkstoffes angepasste Lagenbildung, auch aus unterschiedlichen Holzelementtypen, lassen sich auch mit geringerwertigen Weichlaubhölzern, hochfeste Werkstoffe oder Bauteile herstellen.
- Die Herstellung holzartenhybrider Werkstoffe ist möglich.



Vielen

Dank!