



Working Paper

Untersuchung der Rissbildung an bei unterschiedlicher Feuchte verklebten Massivholzplatten

Author(s):

Sonderegger, Walter; Niemz, Peter

Publication Date:

2004

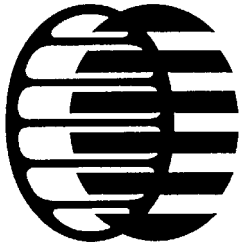
Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004895033> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).



Eidgenössische Technische Hochschule
Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie und Korrosion
Holzphysik
ETH Zentrum
CH-8092 Zürich

Int. Bericht ETHZ/HW-HP-LZfP Nr. 20

**Untersuchung der Rissbildung an bei unterschiedlicher
Feuchte verklebten Massivholzplatten**

W. SONDEREGGER, P. NIEMZ

Zürich, März 2004

Untersuchung der Rissbildung an bei unterschiedlicher Feuchte verklebten Massivholzplatten

Schlüsselwörter: Massivholzplatten, Schwindung, Rissbildung, Feuchteschwankungen

1. Einleitung

An bei hoher Feuchte verklebten Massivholzplatten, die anschliessend in Räumen mit niedriger Luftfeuchtigkeit verwendet werden, entstehen gerne Risse. Dies wurde unter genau vorgegebenen Bedingungen an bei unterschiedlicher Feuchte verklebten dreischichtigen Massivholzplatten untersucht.

Auch unabhängig von der Feuchte der Platten vor der Verklebung können bei grossen Feuchteschwankungen Risse in Massivholzplatten entstehen (vgl. Niemz und Wang 2002: Klimawechsel von 20°C/95% relativer Luftfeuchte (rLF) auf 20°C/35% rLF). Die Ursache dieser Rissbildung ist folgende:

Durch das Verkleben der quer liegenden Mittelschicht mit den beiden Deckschichten erfolgt ein stark reduziertes Quell- bzw. Schwindverhalten in Plattenebene bei Änderung der Holzfeuchte. Nach Sell (1997) beträgt das differentielle Schwindmass für Fichtenholz in radialer Richtung 0.15 – 0.19 und in tangentialer Richtung 0.27 – 0.36 % pro Prozent Feuchteänderung. Durch die Vergütung erfolgt eine starke Dimensionsstabilisierung, so dass die Schwind- bzw. Quellmasse in Plattenebene im Bereich der Längsschwindung (ca. 10mal geringer als die radiale Schwindung) von Vollholz liegen. So beträgt nach Schwab et al. (1997) das differentielle Schwind- bzw. Quellmass für eine dreischichtige Massivholzplatte (Dicke: 20 mm) im Bereich von 20°C/35% rLF bis 20°C/85% rLF zwischen 0.013 – 0.026 %/% Feuchteänderung parallel zur Faserrichtung der Decklagen und zwischen 0.033 – 0.042 %/% Feuchteänderung senkrecht zur Faserrichtung der Decklagen. Die stark behinderte Schwindung in Plattenebene bewirkt einen Spannungsaufbau zwischen der Mittel- und den beiden Deckschichten, so dass in den einzelnen Lagen jeweils in Faserrichtung Druckspannungen und quer zur Faserrichtung Zugspannungen entstehen. Da die Zugfestigkeit quer zur Faserrichtung bei Fichte etwa 16 mal geringer ist als die Druckfestigkeit in Faserrichtung (Niemz 1993), entstehen bei stark behindertem Schwinden auf Grund von lokalem Überschreiten der Zugfestigkeit quer zur Faser Risse in Faserrichtung.

2. Material und Methoden

Untersucht wurden sechs unterschiedliche Varianten der Herstellung von dreischichtigen Massivholzplatten aus Fichtenholz. Pro Variante wurden vier Proben hergestellt. Dazu wurden einschichtige Massivholzlagen der Firmen Schilliger Holz AG, Küssnacht am Rigi, (Lagen von 8 mm Dicke, gehobelt) und Tschopp Holzindustrie AG, Buttisholz, (geschlitzte Lagen von 15 mm Dicke) zu Platten von 30 x 30 cm zugeschnitten und anschliessend je nach Vorgabe klimatisiert, bevor sie verklebt wurden. Die nachfolgende Aufstellung zeigt die sechs untersuchten Varianten und die Klimatisierung der Lagen vor der Verklebung:

1. Deck- und Mittellagen bei 20°C/35% relativer Luftfeuchte (8/8/8)
2. Deck- und Mittellagen bei 20°C/65% relativer Luftfeuchte (8/8/8)
3. Deck- und Mittellagen bei 20°C/85% relativer Luftfeuchte (8/8/8)
4. Decklagen bei 20°C/35% relativer Luftfeuchte und Mittellage bei 20°C/65% relativer Luftfeuchte (8/8/8)
5. Deck- und Mittellagen bei 20°C/85% relativer Luftfeuchte (8/8/8) sowie Schlitzen der Decklagen parallel zur Faserrichtung nach dem Pressen (Schlitze von 5 mm Tiefe und 3,5 mm Breite; Abstand zwischen den Schlitzen von je 5 cm; obere und untere Decklage um 2,5 cm versetzt)
6. Deck- und Mittellagen bei 20°C/85% relativer Luftfeuchte (8/15/8) unter Verwendung von geschlitzten Mittellagen (Schlitze von 11 mm Tiefe und 1,8 mm Breite parallel zur Faserrichtung, im Abstand von 9 mm abwechslungsweise auf der Ober- und Unterseite der Lage).

Die Verleimung erfolgte mit dem 1-Komponenten Polyuretanklebstoff Purbond HB 181 der Firma Purbond AG (ehemals Collano). Die Proben wurden an der EMPA, Abteilung Holz, gepresst (Abb. 1). Die Presszeit betrug mindestens 6 Stunden (entspricht Mindestpresszeit bei Normalklima gemäss Produkt-Datenblatt) und erfolgte bei einem Druck von 1,0 N/mm². Danach wurden die Platten bei Normalklima (20°C/65% relative Luftfeuchte) und anschliessend bei 20°C/35% relativer Luftfeuchte gelagert und auf Risse untersucht.

Bei der Verleimung der Variante 1 ergaben sich Probleme dadurch, dass sich die Lagen nach der Verleimung während der Klimatisierung im Normalklima teilweise voneinander lösten, obwohl die Presszeit rund 12 Stunden betrug (Abb. 2). Daher musste der Versuch wiederholt werden. Da Polyuretanklebstoffe Wasser für die Aushärtung benötigen, wird bei niederen Holzfeuchten der Abbindungsprozess des Klebstoffes verzögert (bei weniger als 6% Holzfeuchte an der Holzoberfläche ist eine vollständige Aushärtung nicht mehr

gewährleistet). Daher wurde die Presszeit bei der Wiederholung auf 24 Stunden erhöht. Dadurch konnte das teilweise Lösen der Lagen voneinander vermieden werden.



Abbildung 1: Presse zur Herstellung der Massivholzplatten mit zum Pressen vorbereiteten, beleimten Proben (im Hintergrund) sowie zum Verleimen einer Massivholzplatte bereitgelegten Lagen (im Vordergrund).



Abbildung 2: Teilweise Loslösung der Lagen voneinander beim ersten Pressversuch der Variante 1 (20°C/35% rLF).

3. Resultate

Bei der Lagerung der Platten im Normalklima nach der Verleimung konnten keine Risse festgestellt werden. Bei der anschliessenden Lagerung der Platten bei 20°C und 35% relativer Luftfeuchte zeigten sich bei den Varianten 1, 2 und 4 ebenfalls keine Risse. Bei den Varianten 3, 5 und 6, deren Lagen alle vor der Verleimung bei 20°C und 85% relativer Luftfeuchte gelagert wurden, zeigten sich bereits nach 24 Stunden Risse. Über mehrere Tage entstanden in diesen Platten weitere Risse und die bereits entstandenen Risse vergrösserten sich. In den Tabellen 1 und 2 sowie den Abbildungen 3 und 4 sind die mittlere Anzahl Risse und die mittlere Risslängen-Summe pro Platte für die Varianten 3, 5 und 6 in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer im Klima von 20°C und 35% relativer Luftfeuchte aufgeführt. Dabei zeigen sich deutliche Unterschiede sowohl bezüglich der Anzahl Risse als auch bezüglich der Risslängen-Summe zwischen den Varianten.

Tabelle 1: Mittlere Anzahl Risse pro Platte bei den Varianten 3, 5 und 6 in Bezug zur Lagerungsdauer im Klima von 20°C und 35% relativer Luftfeuchte.

	1 Tag	2 Tage	3 Tage	6 Tage	10 Tage	20 Tage
Variante 3	2.5	3.75	4	4.25	5	5.25
Variante 5	9.5	11	12	12.25	12.25	12.25
Variante 6	1.5	1.75	1.75	2	2	2.25

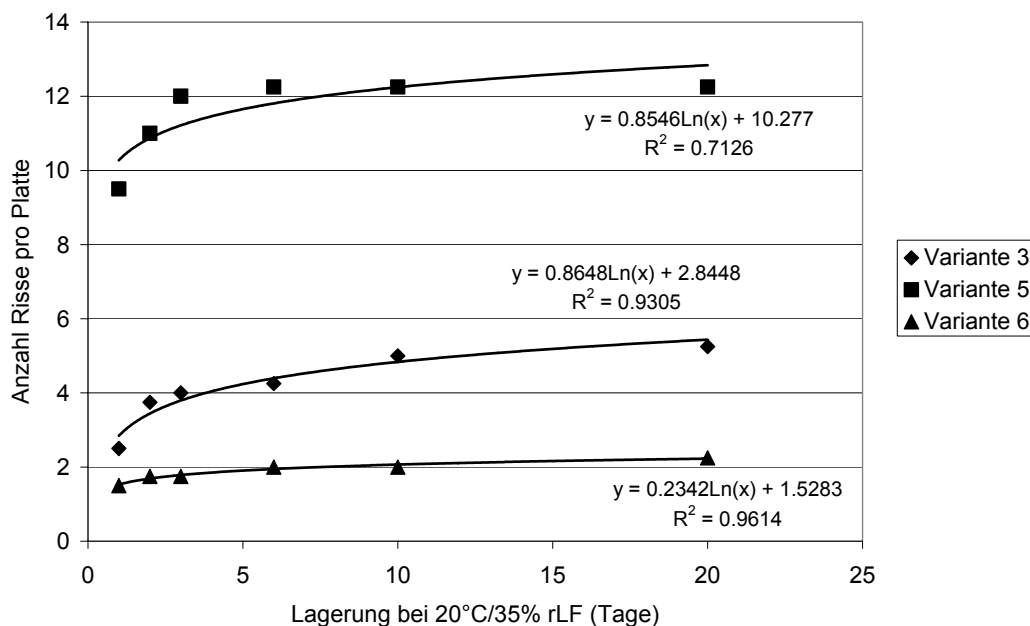


Abbildung 3: Mittlere Anzahl Risse pro Platte bei den Varianten 3, 5 und 6 in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer bei einem Klima von 20°C und 35% relativer Luftfeuchte.

Tabelle 2: Mittlere Risslängen-Summe pro Platte in cm bei den Varianten 3, 5 und 6 in Bezug zur Lagerungsdauer im Klima von 20°C und 35% relativer Luftfeuchte.

	1 Tag	2 Tage	3 Tage	6 Tage	10 Tage	20 Tage
Variante 3	16.1	26.0	27.6	32.7	38.4	43.1
Variante 5	58.1	76.5	86.2	88.7	88.9	94.1
Variante 6	7.9	13.4	14.0	14.7	14.9	15.6

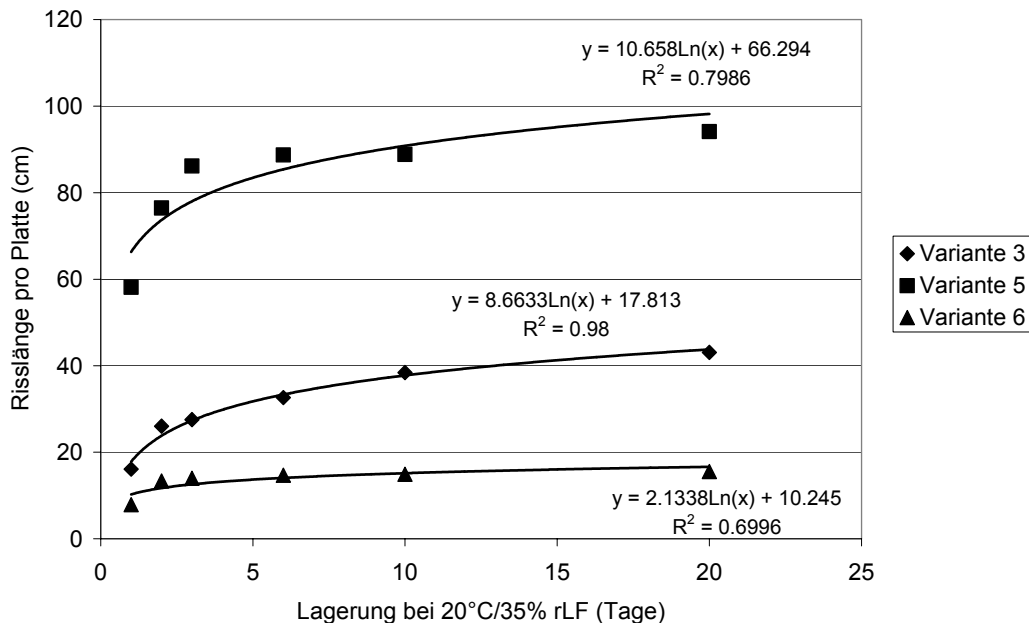


Abbildung 4: Mittlere Risslängen-Summe pro Platte bei den Varianten 3, 5 und 6 in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer bei einem Klima von 20°C und 35% relativer Luftfeuchte.

Die stärkste Rissbildung konnte bei Variante 5 beobachtet werden. Durch das Schlitzten der Decklagen wurden diese stark geschwächt, so dass sich in etwa der Hälfte der Schlitzte (und ausschliesslich in den Schlitzten) Risse bildeten, z.T. sogar auf beiden Seiten der Schlitzte (Abb. 5).

Die Rissbildung der ungeschlitzten Platten (Variante 3) war erheblich geringer (bezüglich der Anzahl Risse um das 2.3- bis 3.8-fache; bezüglich der Risslängen-Summe um das 2.2- bis 3.6-fache). Es war jedoch eine stärkere Zunahme der Risse sowohl bezüglich Anzahl als auch bezüglich Länge zwischen dem ersten und 20. Tag der Klimalagerung (20°C/35% rLF) festzustellen als bei den in den Decklagen geschlitzten Platten. Auf Grund der Schwächung der Decklagen durch das Schlitzten zeigte sich bei den geschlitzten Platten bereits nach dem ersten Tag eine starke Rissbildung, die nach drei Tagen nur noch unbedeutend zunahm. Bei den ungeschlitzten Platten verlief die Rissbildung dagegen weniger schnell und über eine

längere Zeit, so dass noch zwischen dem 10. und 20. Tag der Klimalagerung eine Zunahme der Risslängen-Summe von mehr als 10% erfolgte.

Die Variante 6 (geschlitzte Mittellagen) zeigte die geringste Rissbildung der drei vor dem Verleimen bei 20°C und 85% relativer Luftfeuchte gelagerten Varianten auf. Durch den geringen Abstand der Schlitzte voneinander werden die Spannungen, die durch das Schwinden quer zur Faser in der Mittellage entstehen, laufend wieder abgebaut. Auf das Schwinden quer zur Faser in den Deckschichten haben die Schlitzte jedoch nur geringen Einfluss. Trotzdem beobachtete Steiger (2003) eine leicht höhere Schwindung quer zur Faser in den Decklagen bei dreischichtigen Massivholzplatten mit geschlitzten Mittellagen gegenüber solchen ohne geschlitzte Mittellagen. Durch die erhöhte Schwindung werden weniger Spannungen zwischen Mittel- und Deckschicht aufgebaut, wodurch die geringere Rissbildung erklärt werden kann.

Die Rissbildung bei den Varianten 3 und 6 erfolgte entweder in radialer Richtung (Abb. 6), da die Schwindung quer dazu (tangentiale Richtung) am höchsten ist, oder in tangentialer Richtung, da dort die niedrigsten Querkzugfestigkeiten vorhanden sind (Niemz & Wang 2002). Die Rissbildung in tangentialer Richtung fand meistens in der Nähe der Verbindung zweier Lamellen statt, da diese oft unterschiedlich ausgerichtet waren (tangential bis radial). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die aus dem tangentialen Schwinden hervorgerufenen Spannungen einer Lamelle mit liegenden Jahrringen (das Verhältnis von tangentialem zu radialem Schwinden beträgt ungefähr 2:1) sich auf den Randbereich einer Nachbarlamelle mit stehenden Jahrringen auswirkt, was dort eine mögliche Rissbildung in tangentialer Richtung (bei Überschreitung der Zugfestigkeit) bewirkt (Abbildungen 7 und 8).

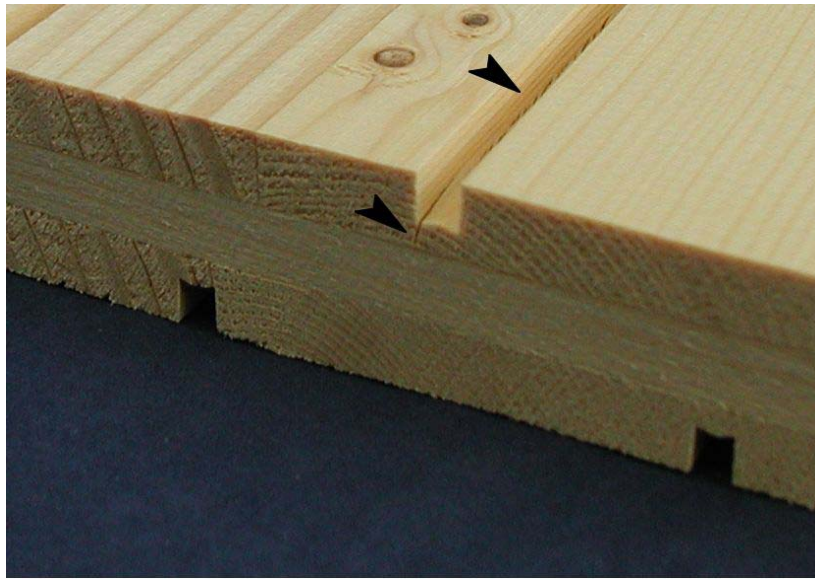


Abbildung 5: Risse entlang eines Schlitzes in der Deckschicht (Schlitzbreite = 3,5 mm).

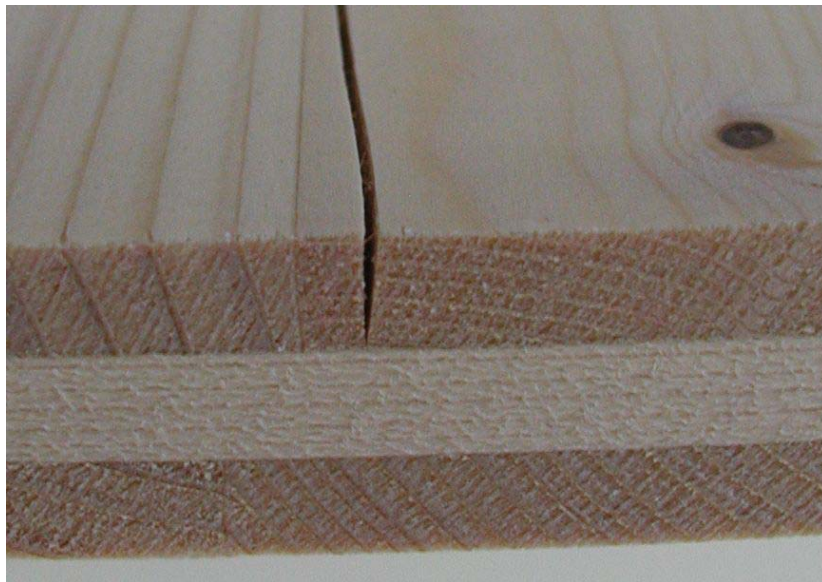


Abbildung 6: Riss in radialer Richtung. Linke Lamelle: Stehende Jahrringe; rechte Lamelle: Liegende Jahrringe; Dicke der Massivholzplatte: 24 mm.

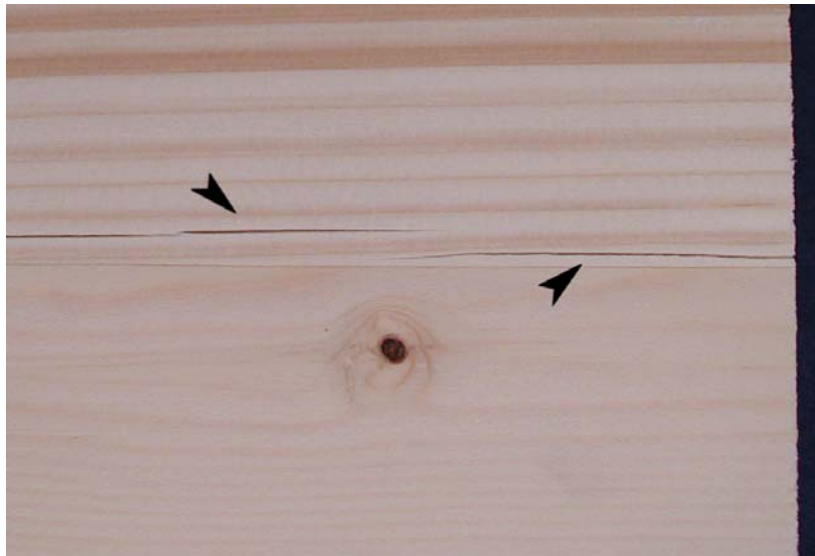


Abbildung 7: Riss in tangentialer Richtung nahe einer Lamellenverbindung. Obere Lamelle: Stehende Jahrringe; untere Lamelle: Liegende Jahrringe.

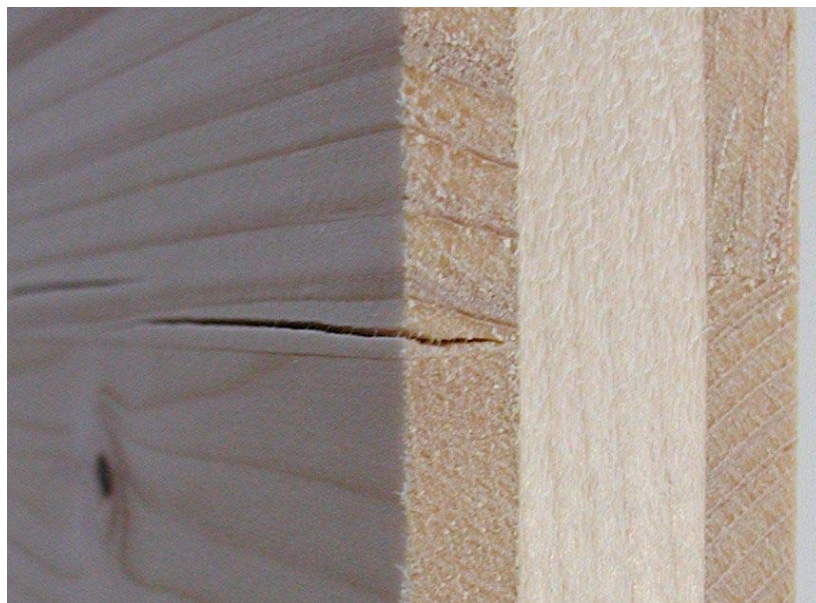


Abbildung 8: Riss aus Abbildung 7 von der Seite betrachtet. Obere Lamelle: Stehende Jahrringe; untere Lamelle: Liegende Jahrringe; Dicke der Massivholzplatte: 31 mm.

Zusammenfassung

Dreischichtige Massivholzplatten, die bei hoher Feuchte verklebt (Klima von 20°C/85% relativer Luftfeuchte) und anschliessend bei niedrigerer Feuchte klimatisiert worden waren (Klima von 20°C/35% rLF), wurden auf die Bildung von Rissen hin untersucht. Dabei bildeten sich bei den Massivholzplatten mit geschlitzten Decklagen die grösste Anzahl Risse und zwar ausschliesslich in den Schlitzten. Die Massivholzplatten mit geschlitzten Mittellagen zeigten die geringste Rissanzahl und die ungeschlitzten Platten lagen bezüglich Rissbildung zwischen den beiden anderen Varianten.

Literatur

Niemz, P., 1993: Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen, 243 S.

Niemz, P., Wang, X., 2002: Spannungsbildung in dreischichtigen Massivholzplatten bei Klimawechsel. Holzforschung und Holzverwertung 54(4):82-83

Schwab, E., Steffen, A., Korte, C., 1997: Feuchtebedingte Längenänderung von Holzwerkstoffen in Plattenebene. Holz als Roh- und Werkstoff 55:227-233

Sell, J., 1997: Eigenschaften und Kenngrössen von Holzarten. 4. Auflage. Baufachverlag, Dietikon, 87 S.

Steiger, B., 2003: Untersuchungen zur Ermittlung wesentlicher Einflussfaktoren auf die Eigenschaften von dreischichtigen Massivholzplatten. Diplomarbeit an der Schweizerischen Hochschule für die Holzwirtschaft SH-Holz, Biel. 73 S.