

# Begriffsdefinition TMT, Thermoholz

## Holzmodifizierung

Modifizierung ist die durchgehende Veränderung des Holzes im Sinne einer Holzvergütung zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit gegen Pilzbefall sowie zur Verbesserung der Dimensionsstabilität und des Stehvermögens. Zu den Verfahren zählen die thermische und die chemische Modifizierung sowie die Einlagerung von Harzen (Holz-Lexikon, DRW-Verlag 2008).

Die fachlich korrekte Bezeichnung ist thermisch modifiziertes Holz, das technische Kürzel TMT (thermally modified timber); Thermoholz wird synonym verwendet, ist aber nicht definiert oder geschützt. ThermoWood® ist die Marke für Verfahren und Produkte der International Thermowood Association. Normative Basis für TMT ist die europäische technische Spezifikation CEN/TS 15679:2007 „Thermisch modifiziertes Holz – Definitionen und Eigenschaften“.



Sitzelemente (Gubi barstool) aus thermisch modifizierten Furnieren verschiedener Behandlungsstufen in der Freibewitterung (Thermische Behandlung: IHD und OWI, Herstellung: REHOLZ)

## Definition und Wirkprinzip

TMT oder Thermoholz ist Holz, das bei Temperaturen von üblicherweise 160–230° bei reduzierter Sauerstoffkonzentration behandelt wurde und bei dem wesentliche Eigenschaften über den gesamten Holzquerschnitt dauerhaft verändert sind (siehe CEN/TS 15679).

Die thermische Modifizierung ist eine Teilpyrolyse in sauerstoffarmer Atmosphäre. Sie führt zur Änderung der chemischen Zusammensetzung des Holzes, genauer der Zellwand: Abbau von Hemicellulosen (ab 140–150 °C),  $\alpha$ -Cellulose (über 150 °C), Abbau und teilweiser Umbau des Lignins (Erhöhung des relativen Ligninanteils), Austreiben flüchtiger Akzessorien (Harze etc.). Als Abbauprodukte entstehen u.a. organische Säuren, der pH-Wert sinkt. Ein wesentlicher Effekt ist die deutliche Reduzierung der Anzahl an OH-Gruppen (Hydroxyl-Gruppen).

## TMT als Halbfertigerzeugnis

Ergebnis der TMT-Herstellung ist modifiziertes Rund- und Schnittholz. Ein TMT ist gekennzeichnet durch Holzart, Sortierung, Hersteller, Verfahren und Behandlungsstufe und hat ein spezifisches Eigenschaftsprofil. TMT allgemein kann als eigene „Holzartengruppe“ und ein bestimmtes TMT als technisch erzeugte „Holzart“ betrachtet werden.

Gegenüber naturbelassenem Holz zeichnet sich TMT durch eine erhöhte Beständigkeit gegen holzerstörende Pilze, eine erhöhte Dimensionsstabilität, geringere Gleichgewichtsfeuchten sowie dunklere Farbtöne aus. Mit steigender Behandlungsintensität (Hochtemperaturniveau) bei der Modifizierung nimmt in der Regel die Festigkeit ab.

## Literaturhinweise

- CEN/TS 15679:2007: Thermisch modifiziertes Holz. Definitionen und Eigenschaften.
- FCBA [Hrsg.] 2002: Bois traité par haute température. FCBA (CTBA) Paris: Eigenverlag
- Hill, C.A.S. 2006: Wood Modification – Chemical, Thermal and Other Processes. John Wiley & Sons, Chichester, UK
- International Thermowood Association: Thermowood-Handbuch (www.thermowood.fi)
- IHD Dresden [Hrsg.]: Merkblattserie TMT (www.tmt.ihd-dresden.de)

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

☎ +49 351 4662 0

☎ +49 351 4662 211

✉ info@ihd-dresden.de

www.ihd-dresden.de

## Ansprechpartner



Thermische Modifizierung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

wolfram.scheiding@ihd-dresden.de

# Dauerhaftigkeit von TMT (Thermoholz)

## Dauerhaftigkeit und Dauerhaftigkeitsklassen

Die natürliche Dauerhaftigkeit von Holz bezeichnet die Widerstandsfähigkeit gegen einen Angriff durch holzerstörende Organismen, z. B. Pilze, Insekten oder Meeresorganismen.

Holzerstörende Pilze benötigen eine lokale Holzfeuchte etwa ab Fasersättigung. Bestimmten Pilzen, z. B. dem Echten Hausschwamm, genügen bereits geringere Holzfeuchten über 20 %. Zu den holzerstörenden Pilzen zählen Basidiomyceten, die Braun- und Weißfäulen verursachen, und Moderfäulepilze, die eine höhere Holzfeuchte als Basidiomyceten benötigen.

Leitfaden für die Ermittlung der natürlichen Dauerhaftigkeit bzw. für die Zuordnung natürlicher Holzarten zu Dauerhaftigkeitsklassen ist die europäische Norm EN 350 (Beispiele siehe Tab. 1).

Tabelle 1: Dauerhaftigkeitsklassen von Vollholz nach EN 350-2 und Beispiele

| Dauerhaftigkeitsklasse | Erklärung       | Holzarten (splintfreies Farbkernholz) |
|------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| 1                      | sehr dauerhaft  | Teak (1-3), Makoré                    |
| 2                      | dauerhaft       | Weißbeiche, Bangkirai, Robinie (1-2)  |
| 3                      | mäßig dauerhaft | Kiefer, Lärche (3-4)                  |
| 4                      | wenig dauerhaft | Fichte, Tanne                         |
| 5                      | nicht dauerhaft | Splintholz generell, Buche            |

## Gebrauchsklassen für Vollholz

Die Einbausituation von Holzbauteilen und die daraus resultierende Exposition gegenüber Feuchte und Schadorganismen werden durch Gebrauchsklassen (GK) ausgedrückt. Diese sind in DIN 68800-1:2011-10 „Holzschutz. Teil 1: Allgemeines“ definiert und entsprechen weitgehend den europäischen GK gemäß EN 335. Die in Deutschland festgelegte GK 0 gibt es dort jedoch nicht. In Tabelle 2 sind die GK beschrieben, in denen grundsätzlich mit einem Befall durch holzerstörende Pilze zu rechnen ist. Die erforderliche Dauerhaftigkeit für die schadensfreie Verwendung in den Gebrauchsklassen ist darüber hinaus in EN 460 angegeben.

Tabelle 2: Gebrauchsklassen (GK), in denen eine Gefährdung durch Pilze auftreten kann (Auszug aus DIN 68800-1:2011-10, Tab. 1)

| GK | Holzfeuchte / Exposition   | Allgemeine Gebrauchsbedingungen   |
|----|--|---|
| 2  | Gelegentlich feucht (> 20 %) mittlere relative Luftfeuchte über 85 % oder zeitweise Befeuchtung durch Kondensation | Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung ausgesetzt, eine hohe Umgebungsfeuchte kann zu gelegentlicher, aber nicht dauernder Befeuchtung führen  |
| 3  | 3.1 Gelegentlich feucht (> 20 %) Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, nicht zu erwarten        | Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, mit Bewitterung, aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, ist aufgrund von rascher Rücktrocknung nicht zu erwarten |
|    | 3.2 Häufig feucht (> 20 %) Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten                    | Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, mit Bewitterung, aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten  |
| 4  | Vorwiegend bis ständig feucht (> 20 %)   | Holz oder Holzprodukt in Kontakt mit Erde oder Süßwasser und so bei mäßiger bis starker Beanspruchung vorwiegend bis ständig einer Befeuchtung ausgesetzt   |
| 5  | Ständig feucht (> 20 %)  | Holz oder Holzprodukt, ständig Meerwasser ausgesetzt  |

## Dauerhaftigkeitsprüfung

Die Dauerhaftigkeit von Holz wird am besten in Freilandprüfungen ermittelt. Die Bewertung erfolgt durch Vergleich der Standzeit (Dauer bis zur Zerstörung) von Prüf- und Referenzholz. Als Referenzhölzer dienen Holzarten mit geringer Dauerhaftigkeit; für die Prüfung von Nadelholz wird Kiefern-Spintholz und für die von Laubhölzern Rotbuche verwendet. Freilandprüfungen benötigen mehrere Jahre. Anhand von schnelleren Laborprüfungen (Prüfdauer ca. 5 Monate) ist eine vorläufige Einstufung der Dauerhaftigkeitsklasse möglich. Laborprüfungen erfolgen unter für das Pilzwachstum günstigen Bedingungen. Die Basidiomycetenprüfung erfolgt mit mehreren Prüfpilzen, die gezielt auf Holzprüfkörper geimpft werden. Bei der Moderfäuleprüfung werden Prüfkörper in ein Erds substrat gegeben. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die relevanten Prüfmethode.

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

+49 351 4662 0

+49 351 4662 211

info@ihd-dresden.de

www.ihd-dresden.de

## Ansprechpartner



Holzmodifizierung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

wolfram.scheiding@ihd-dresden.de



Biologische Prüfung

Dipl.-Biol.

**Katharina Plaschkies**

+49 351 4662 334

katharina.plaschkies

@ihd-dresden.de



Holzschutz

Prof.

**Björn Weiß**

+49 351 4662 270

bjoern.weiss@ihd-dresden.de

Tabelle 3: Prüfmethode zur Bestimmung der biologischen (natürlichen) Dauerhaftigkeit von Holz

| GK | Gefährdung durch | Laborprüfung   | Freilandprüfung   |
|----|------------------|----------------|---|
| 3  | Basidiomyceten   | CEN/TS 15083-1 | CEN/TS 12037 (Lap-Joint)<br>IRG/WP 04-2019 (Dopellagentest) |
| 4  | Basidiomyceten   | CEN/TS 15083-1 | EN 252 (Eingrabeversuch)                                    |
|    | Moderfäulepilze  | CEN/TS 15083-2 |   |
| 5  | Meeresorganismen | -              | EN 275  |

Die Verknüpfung von GK und Dauerhaftigkeitsklasse erfolgt sowohl in EN 460 als auch in DIN 68800-1:2011. Hier wird die erforderliche Dauerhaftigkeit für die schadensfreie Verwendung in den Gebrauchsklassen angegeben. In Tabelle 4 wird die entsprechende Tabelle der DIN 68800 zitiert (verändert).

Tabelle 4: Mindestanforderungen an die Dauerhaftigkeit splintfreien Farbkerholzes gegen Pilzbefall für den Einsatz in GK 2 bis GK 4

| GK  | Dauerhaftigkeitsklasse nach DIN EN 350-2 |   |   |   |
|-----|--|---|---|---|
|     | 1  | 2 | 3 | 4 |
| 2   | +  | + | + | - |
| 3.1 | +  | + | + | - |
| 3.2 | +  | + | - | - |
| 4   | +  | - | - | - |

+ Natürliche Dauerhaftigkeit ausreichend  
- Natürliche Dauerhaftigkeit nicht ausreichend

## Dauerhaftigkeit von TMT gegen holzerstörende Pilze

Thermisch modifiziertes Holz (TMT) zeichnet sich durch eine erheblich erhöhte Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze aus. Diese beruht hauptsächlich auf dem Abbau von Holzbestandteilen, vor allem Hemicellulosen (Holzzucker), und niedrigeren, im Mittel um etwa 50 % verringerten Gleichgewichtsfeuchten. Trotz der verringerten hygroskopischen Gleichgewichtsfeuchte ist eine kapillare Wasseraufnahme möglich. Daher kann TMT bei längerfristiger oder ständiger Befeuchtung unter ungünstigen Bedingungen durch holzerstörende Pilze angegriffen werden.

EN 350-2 enthält Angaben zur natürlichen Dauerhaftigkeit von Holzarten mit besonderer Bedeutung für Europa; modifizierte oder anderweitig behandelte Hölzer sind hier nicht aufgeführt. Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, z. B. aus EN 460 oder DIN 68800, sind jedoch sinngemäß auch auf modifizierte Hölzer anzuwenden.

Bisher beruhen Dauerhaftigkeitsangaben zu TMT meist auf Laborprüfungen. Die hier ermittelten Dauerhaftigkeiten für TMT konnten zum Teil in Freilandprüfungen bestätigt werden (u.a. Plaschkies et. al 2010).

Je nach Holzart, Verfahren und Behandlungsintensität werden bei TMT verschiedene Dauerhaftigkeitsklassen erzielt. Bei gleicher Behandlungsintensität werden bei Laubhölzern höhere Dauerhaftigkeiten als bei Nadelhölzern erreicht. TMT aus Laubhölzern findet sich meist in den Klassen 1 und 2, TMT aus Nadelhölzern in den Klassen 2 und 3.

## Dauerhaftigkeit von TMT gegen holzverfärbende Pilze

Gegenüber nativem Holz ist bei TMT das Risiko eines Befalls mit holzverfärbenden Schimmel- und Bläuepilzen geringer bzw. das Wachstum weniger intensiv. Jedoch kann bei ungünstigen Bedingungen ein Befall nicht ausgeschlossen werden, handelt es sich doch auch bei TMT um ein organisches Substrat ohne biozide Inhaltsstoffe und mit einem gewissen, wenn auch geringen, Feuchtegehalt.

## Dauerhaftigkeit von TMT gegen holzerstörende Insekten

Wie verschiedene Untersuchungen zeigten, hat TMT eine erhöhte Resistenz gegen holzerstörende Insekten, wie Bockkäfer oder Anobien, die das Holz als Brut- und Fresssubstrat nutzen. Gegenüber Termiten konnte bisher allerdings keine erhöhte Resistenz festgestellt werden.

## Literaturhinweise

- CEN/TS 15679:2007: Thermisch modifiziertes Holz. Definitionen und Eigenschaften.
- FCBA [Hrsg.] 2002: Bois traité par haute température. FCBA (CTBA) Paris: Eigenverlag
- Hill, C.A.S. 2006: Wood Modification – Chemical, Thermal and Other Processes. John Wiley & Sons, Chichester, UK
- International Thermowood Association: Thermowood-Handbuch ([www.thermowood.fi](http://www.thermowood.fi))
- IHD Dresden [Hrsg.]: Merkblattserie TMT ([www.tmt.ihd-dresden.de](http://www.tmt.ihd-dresden.de))

# Verwendbarkeit thermisch modifizierter Hölzer für tragende und aussteifende Zwecke

## Verwendbarkeit

Die Verwendung von TMT (thermally modified timber) für tragende und aussteifende Zwecke ist nur zulässig, wenn die Verwendbarkeit für diese Zwecke auf geeignete Weise nachgewiesen wird. Die Gründe hierfür sind insbesondere

- die in der Regel verringerte Festigkeit und damit Tragfähigkeit sowie das veränderte Bruchverhalten von TMT gegenüber unbehandeltem Holz,
- das Fehlen statistisch abgesicherter Werte für Berechnungen und Bemessungen,
- Forderungen aus dem Baurecht: TMT ist als nicht geregeltes Bauprodukt anzusehen, da seine Eigenschaften wesentlich von geregelten Bauprodukten<sup>1</sup> abweichen.

*1) Die Liste der in Deutschland für tragende Zwecke verwendbaren Holzarten findet sich im Anhang der DIN 20000-5, Tabelle A.1. Hier sind nur native Hölzer aufgeführt. Auf europäischer Ebene ist die Verwendbarkeit von TMT für tragende Zwecke aus formalen Gründen derzeit nicht zulässig, solange kein Festigkeitsprofil verfügbar ist. Die in EN 338 angegebenen Festigkeitsprofile und die Zuordnung von Holzarten zu diesen (gemäß EN 1912) gelten nur für native Holzarten.*

Ein Verwendbarkeitsnachweis für tragende und aussteifende Zwecke kann in Deutschland erbracht werden durch

- Belastungsprüfungen an Bauteilen von Spielplatzgeräten gem. DIN EN 1176,
- Prüfungen und Nachweise im Rahmen einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) durch eine untere Baubehörde,
- Prüfungen und Nachweise im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) durch das Deutsche Institut für Bautechnik Berlin (DIBt).

Festigkeitswerte, die an kleinen, fehlerfreien Proben ermittelt wurden, dürfen dabei nicht zur Bemessung von tragenden und aussteifenden Bauteilen herangezogen werden.

Diese Einschränkungen gelten auch für „untergeordnete“ Baukonstruktionen aus Holz, z. B. Carports, sowie für Treppen und freitragende Balkone. Bei Treppen liegt explizit eine tragende Anwendung vor, mit dynamischen Beanspruchungen (z. B. Springen/Stürzen von Personen) und hohen statischen Lasten (z. B. Möbeltransport). Dies gilt auch für Treppenstufen, die auf Platten aufgeschraubt werden und nur teilweise auf diesen aufliegen. Auch freitragende und vorgesetzte Balkone bzw. solche mit tragenden Bauteilen aus TMT ohne Verwendbarkeitsnachweis sind nicht zulässig. Soweit es sich lediglich um vollflächig unterstützte Treppen- oder Balkonbeläge handelt, bestehen aus Tragfähigkeitsaspekten keine Einschränkungen zur Verwendung von TMT.

In den Landesbauordnungen (LBO) ist unterschiedlich geregelt, wann ein Bauteil als tragendes Bauteil anzusehen ist. Üblicherweise ist dies dann der Fall, wenn das Bauteil, z. B. ein Terrassenbelag, mehr als 0,5 m über festem Untergrund (Erdboden, Betonplatte) angeordnet ist.

Für weitere Informationen, Beratungen zu speziellen Anwendungsfällen sowie für Werkstoff- und Produktprüfungen stehen die Fachleute des IHD und die akkreditierten Prüflabors der Entwicklungs- und Prüflabor Holztechnologie GmbH (EPH) zur Verfügung.

## Prüf-, Anwendungs- und Produktnormen

Unter Leitung des DIN e. V wurde 2006 ein Projekt zur Normung und Standardisierung von thermisch modifiziertem Holz (TMT) durchgeführt. Dabei wurden über 250 Prüf-, Anwendungs- und Produktnormen aus dem Holzbereich auf ihre Relevanz für TMT hin überprüft und kritische Punkte bzw. Defizite herausgearbeitet. Klärungs- und Anpassungsbedarf zeigte sich insbesondere bei Anforderungen bzw. Angabe der Holzfeuchte in Zusammenhang mit Maßen und Festigkeiten.

Die erarbeiteten Hinweise dienen nicht nur der Normungsarbeit, sondern sind ein nützliches Werkzeug für Anwender von Normen, z. B. für die Planung, die Erstellung von Leistungsverzeichnissen bzw. für Kauf-, Liefer- und Werkverträge. In einem Anschlussprojekt 2007 wurden insbesondere die Anforderungen der CE-Kennzeichnung sowie des Bauproduktengesetzes berücksichtigt.

Die Berichte können beim DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) oder beim IHD ([www.ihd-dresden.de](http://www.ihd-dresden.de)) bezogen werden.



Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

+49 351 4662 0

+49 351 4662 211

[info@ihd-dresden.de](mailto:info@ihd-dresden.de)

[www.ihd-dresden.de](http://www.ihd-dresden.de)

## Ansprechpartner



Holzmodifizierung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

[wolfram.scheiding@ihd-dresden.de](mailto:wolfram.scheiding@ihd-dresden.de)



Holzbau, physikalische Prüfung

Dipl.-Ing.

**Jens Gecks**

+49 351 4662 243

[jens.gecks@ihd-dresden.de](mailto:jens.gecks@ihd-dresden.de)



Holzkunde, Holzschutz

Prof.

**Björn Weiß**

+49 351 4662 270

[bjoenr.weiss@ihd-dresden.de](mailto:bjoenr.weiss@ihd-dresden.de)

# Beständigkeit der Farbtöne von TMT

Die Einwirkung von Licht bzw. Sonneneinstrahlung und Bewitterung über längere Zeit führen bei allen Hölzern, auch bei TMT, zu einer Veränderung der Farbe und der Oberflächenstruktur. Mit anderen Worten, naturbelassene und auch thermisch modifizierte Hölzer sind ohne weitere Schutzbehandlung nicht lichtecht.

## TMT im Außenbereich

Die Vergrauung von Holz entsteht durch Abbau und Auswaschung des Lignins im oberflächennahen Bereich; die weiße Zellulose bleibt zurück und wirkt silbrig-grau. Verlauf und Ausmaß der Vergrauung sind vor allem von der Exposition abhängig (direkt oder indirekt bewittert bzw. besont). Die Vergrauung beeinträchtigt nicht die technische Funktion bewitterter Holzprodukte. Durch die thermische Modifizierung wird die Dauerhaftigkeit gegenüber holzverfärbenden Pilzen (Schimmel, Bläue) zwar erhöht, da TMT aber keine bioziden Stoffe enthält, können sich unter ungünstigen Bedingungen (starke Befeuchtung, Beschattung) holzverfärbende Pilze (Schimmel- bzw. Bläuepilze) oder Algen auf der Oberfläche ansiedeln. Das Holz wird hierdurch aber nicht angegriffen.

Gegenmaßnahmen: Soll die Vergrauung verhindert oder zumindest verzögert werden, so ist ein geeigneter Oberflächenschutz anzubringen, der regelmäßig zu pflegen ist. Hierfür sind verschiedene, für TMT empfohlene Produkte im Handel, z. B. Lacke, Lasuren, Öle oder Wachse. Anstrichsysteme, bestehend aus Grund-, Zwischen- und Endbeschichtung, bieten den besten Schutz gegen Vergrauung, wobei deckende Anstriche oder dunkel pigmentierte Lasuren zu bevorzugen sind. Aber auch schon mit einfachen, nicht pigmentierten Ölen oder Wachsen wird ein gewisser Schutz erreicht. Bläue-, Schimmel- bzw. Algenbefall kann nur durch Biozide wirksam verhindert werden.

## TMT im Innenbereich

Auch im Innenbereich verändert sich TMT durch Lichteinwirkung in seiner Farbe. Während helle Hölzer durch lichtinduzierte Oxydationsreaktionen nachdunkeln, führt Tageslicht zu einem Ausbleichen von dunklen Hölzern oder TMT. Je dunkler dabei das TMT, desto stärker ist die Aufhellung und umso deutlicher fällt diese auf.

Gegenmaßnahmen: Die Oberfläche von TMT-Fußböden kann mit geeigneten Mitteln vor Ausbleichung geschützt werden. Allerdings sind die für native, insbesondere helle Hölzer entwickelten Lichtschutzmittel für TMT nur bedingt geeignet. Spezielle Mittel, die eine langfristige Stabilisierung der ursprünglichen Farbe des TMT ermöglichen, befinden sich im Versuchsstadium. In Kombination mit einer geeigneten Beschichtung sind diese Additive auch im Außenbereich anwendbar.



Teak nativ vor/nach 500 h Belichtung im Xenon-Testgerät



TMT Esche 200 vor/nach 500 h Belichtung im Xenon-Testgerät

## Literaturhinweise

- Außenwandbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen. Fachregeln des Zimmererhandwerks 01, Ausgabe August 2006 mit Änderung Juni 2011, Bund Deutscher Zimmermeister BDZ [Hrsg.] <http://www.holzbau-deutschland.de>
- Schimmelbefall an Holz und Holzwerkstoffen. IHD-Merkblatt Ausgabe 2005

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

☎ +49 351 4662 0

✉ +49 351 4662 211

[info@ihd-dresden.de](mailto:info@ihd-dresden.de)

[www.ihd-dresden.de](http://www.ihd-dresden.de)

## Ansprechpartner



Holzmodifizierung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

[wolfram.scheiding@ihd-dresden.de](mailto:wolfram.scheiding@ihd-dresden.de)



Oberflächen-, -prüfung

Dr.-Ing.

**Rico Emmler**

+49 351 4662 268

[rico.emmler@eph-dresden.de](mailto:rico.emmler@eph-dresden.de)



Lichtschutz

Prof. Dr. rer. nat. habil.

**Mario Beyer**

+49 351 4662 347

[mario.beyer@ihd-dresden.de](mailto:mario.beyer@ihd-dresden.de)

# Normung, Qualitätssicherung, CE-Kennzeichnung von TMT

## Definition

Siehe Merkblatt „Begriffsdefinition TMT, Thermoholz“, TMT.01

## CEN/TS 15679 „Thermisch Modifiziertes Holz“

Die Europäische Technische Spezifikation CEN/TS 15679 „Thermisch modifiziertes Holz – Definitionen und Eigenschaften“ ist als deutsche Fassung CEN/TS 15679:2007 (Ausgabe März 2008) erschienen (CEN/TS haben den Status einer Vornorm). Die CEN/TS 15679 wurde 2013 bestätigt.

Wenn TMT mit Bezug auf die CEN/TS 15679 deklariert wird, muss der Hersteller eine werkseigene Produktionskontrolle (WPK) sicherstellen, verschiedene Produktionsdaten dokumentieren (u. a. Behandlungsstufe, Feuchtegehalt, Risse) und die Produkte durch folgende Informationen kennzeichnen: Name des Herstellers, Rückverfolgbarkeit von Anlage und WPK, Sortierung bzw. Bezeichnung, Bezug zur CEN/TS, Holzart sowie Nutzungsklasse bzw. Verwendungsbereich.

## DIN 68800 „Holzschutz“

Die aus vier Teilen bestehende Norm DIN 68800 „Holzschutz“ wurde vollständig überarbeitet. „Teil 1 Allgemeines“ wurde im Oktober 2011 und die Teile 2-4 im Februar 2012 veröffentlicht. Teil 1 enthält im Anhang A (informativ) grundlegende Informationen zur thermischen oder chemischen Modifizierung zum Schutz des Holzes.

## Prüf-, Anwendungs- und Produktnormen

Unter Leitung des DIN e. V wurde 2006 ein Projekt zur Normung und Standardisierung von thermisch modifiziertem Holz (TMT) durchgeführt. Dabei wurden über 250 Prüf-, Anwendungs- und Produktnormen aus dem Holzbereich auf ihre Relevanz für TMT überprüft und kritische Punkte bzw. Defizite herausgearbeitet. Klärungs- und Anpassungsbedarf zeigte sich insbesondere bei Anforderungen bzw. Angabe der Holzfeuchte in Zusammenhang mit Maßen und Festigkeiten.

Die erarbeiteten Hinweise dienen nicht nur der Normungsarbeit, sondern sind ein nützliches Werkzeug für Anwender von Normen, z. B. für die Planung, die Erstellung von Leistungsverzeichnissen bzw. für Kauf-, Liefer- und Werkverträge. In einem Anschlussprojekt 2007 wurden insbesondere die Anforderungen der CE-Kennzeichnung sowie des Bauproduktengesetzes berücksichtigt.

Die Berichte können beim DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) oder beim IHD ([www.ihd-dresden.de](http://www.ihd-dresden.de)) bezogen werden.



## CE-Kennzeichnung

Bei Verwendung von TMT für Bauprodukte, für die harmonisierte europäische Normen gelten, z. B. für Fußböden oder Fenster, ist eine CE-Kennzeichnung erforderlich. Tabelle 1 enthält eine Auswahl von harmonisierten EN für Verwendungszwecke, die für TMT infrage kommen und bei denen die CE-Kennzeichnung Pflicht ist.



Tabelle 1: Harmonisierte Normen für Holzprodukte (Auswahl)

| Norm       | Titel/Inhalt  |
|------------|---|
| EN 13830   | Vorhangfassaden – Produktnorm   |
| EN 13964   | Unterdecken – Anforderungen und Prüfverfahren   |
| EN 14915   | Wand- und Deckenbekleidungen aus Massivholz im Innen- und Außenbereich – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung                             |
| EN 14351-1 | Fenster und Außentüren – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit; |
| EN 14342   | Parkett und Holzfußböden. Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung  |
| EN 14388   | Lärmschutzeinrichtungen an Straßen – Vorschriften   |

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

+49 351 4662 0

+49 351 4662 211

[info@ihd-dresden.de](mailto:info@ihd-dresden.de)

[www.ihd-dresden.de](http://www.ihd-dresden.de)

## Ansprechpartner



Holzmodifizierung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

[wolfram.scheiding@ihd-dresden.de](mailto:wolfram.scheiding@ihd-dresden.de)



Fassaden, Bekleidung

Dipl.-Ing.

**Lars Blüthgen**

+49 351 4662 295

[lars.bluehtgen@ihd-dresden.de](mailto:lars.bluehtgen@ihd-dresden.de)



Fenster, Türen

**Lutz Neugebauer**

+49 351 4662 302

[lutz.neugebauer@ihd-dresden.de](mailto:lutz.neugebauer@ihd-dresden.de)



Fußböden

Dr.-Ing.

**Rico Emmler**

+49 351 4662 268

[rico.emmler@eph-dresden.de](mailto:rico.emmler@eph-dresden.de)

## Qualitätssicherung

---

Die Hersteller verfügen in der Regel über eine eigene Qualitätssicherung bzw. Produktionskontrolle. Spezielle Systeme mit einer Qualitätssicherung durch externe Institutionen wurden in Finnland, den Niederlanden und Deutschland etabliert:

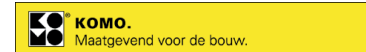
Qualitätszeichen TMT (als EU-Gemeinschaftsmarke registriert)  
Vergabe: Entwicklungs- und Prüflabor Holztechnologie GmbH (EPH)



ThermoWood® Production and Product Quality Control  
Vergabe: International Thermowood Association



KOMO® product certificate "Timber modification"  
Vergabe: Stichting KOMO (Niederlande)



## Zusammenfassung

---

TMT ist bisher in Normen nicht berücksichtigt. Abweichungen von derzeit gültigen Normen bzw. Unterschiede gegenüber unbehandeltem Holz bestehen insbesondere hinsichtlich der Holzfeuchte (Gleichgewichtsfeuchte in verschiedenen Klimaten). Auch sind die veränderten (meist reduzierten) Festigkeiten zu beachten.

Verarbeitern und Kunden sollten Mindestinformationen zu Besonderheiten bzw. zu Abweichungen von Normen zur Verfügung gestellt werden. Bei der Auswahl von TMT-Produkten für einen konkreten Verwendungszweck sollten die spezifischen Eigenschaftsprofile beachtet werden.

# Verfahren zur Herstellung von TMT

## Verfahrensprinzip

Das gemeinsame Grundprinzip der thermischen Modifizierung ist die Einwirkung erhöhter Temperaturen zwischen 160 °C und 250 °C (meist 180...230 °C) unter sauerstoffarmen Bedingungen und kann als milde Pyrolyse bezeichnet werden (Wienhaus 1999). Die Verfahrenstypen unterscheiden sich insbesondere durch die Art und Weise, in der diese Bedingungen („Inert-Atmosphäre“) erzeugt werden. Die größte Verbreitung hat nach wie vor die thermische Modifizierung in einer Atmosphäre aus Wasserdampf und Holzgasen bei Normaldruck. Eine Übersicht zu den derzeit angewendeten Verfahren gibt Tabelle 1.

Weitere Unterschiede neben der Art der Sauerstoff-Reduzierung sind die Feuchte- und Druckbedingungen und der zeitliche Verlauf. Hieraus sowie aus Kammergröße und Auslastung ergeben sich unterschiedliche Investitions- und Betriebskosten. Die technischen Details sind Know-how der Anlagenhersteller bzw. -betreiber und damit nicht öffentlich bekannt. Seit der industriellen Einführung Ende der 90er Jahre wurden die Verfahren und Anlagen ständig verbessert. Die Verfahren sind prinzipiell für alle Holzarten geeignet.

Tabelle 1: TMT-Verfahrenstypen und ausgewählte Anlagen-Hersteller\*

|   | Spezielle Prozessbedingungen                | Anlagenhersteller*  |
|---|---|---|
| a | Holzgase + Dampf + Normaldruck              | www.tekmaheat.com (www.jartek.fi); www.mahild.de;<br>www.stellac.fi; www.valutec.fi |
| b | Holzgase + Dampf + erhöhter Druck           | www.wtt.dk; www.moldrupsystems.com  |
| c | Holzgase + Normaldruck                      | www.muehlboeck.com  |
| d | Vakuum (+ Holzgase)                         | www.opel-therm.de   |
| e | wie a) + zusätzlicher Hochtemperaturschritt | www.platowood.nl (TMT-Hersteller)   |
| f | Holzgase + Stickstoffatmosphäre             | www.balz-maschinen.ch; Sci Fours et Bruleurs Rey                                    |
| g | Pflanzenölbad                               | www.scholz-maschinenbau.de  |

\*) ohne Anspruch auf Vollständigkeit

## Einschätzung der Verfahren

In Untersuchungen an nach verschiedenen Verfahren hergestelltem TMT (u. a. Welzbacher und Rapp 2002, Scheiding et al. 2005) erwies sich hinsichtlich der Modifizierungseffekte keines als eindeutig überlegen. Ein systematischer Vergleich der verschiedenen TMT-Verfahren ist derzeit nicht möglich, da belastbare Daten zu betriebswirtschaftlichen Kenngrößen sowie zur Ökobilanz (noch) nicht verfügbar sind.

Bisherige Ergebnisse zeigen, dass die erzielte Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze insbesondere vom Temperaturniveau in der Hochtemperaturphase abhängt. Dieses ist entscheidender als deren Dauer, so dass eine Verringerung des Temperaturniveaus kaum durch eine längere Hochtemperaturphase kompensiert werden kann. Dagegen hängt der (negative) Einfluss der Behandlung auf die Festigkeitseigenschaften offenbar stärker von der Art der Atmosphäre bzw. vom Sauerstoffgehalt ab.

Entscheidend für die Qualität und Ausbeute ist jedoch auch die Güte (Sortierqualität) des Ausgangsmaterials.

Auf die häufig gestellte Frage nach dem "besten" TMT-Verfahren lässt sich wie folgt antworten:

- Die Verfahrenstypen unterscheiden sich vor allem durch Art der Sauerstoff-Reduzierung („Inert-Atmosphäre“), Feuchte- und Druckbedingungen und zeitlichen Verlauf. Hieraus sowie aus Kammergröße und Auslastung ergeben sich unterschiedliche Investitions- und Betriebskosten.
- Unabhängig vom Verfahrenstyp muss prinzipiell eine bestimmte thermische Arbeit geleistet werden, um die gewünschten Effekte im Holz zu erzielen.
- Alle Verfahrenstypen führen zu ähnlichen Basis-Effekten (Erhöhung der biologischen Dauerhaftigkeit, Verringerung von Quellung/Schwindung, Ausgleichsfeuchten und Festigkeit).
- Die Produkte aus den TMT-Verfahren unterscheiden sich jedoch in ihrem spezifischen Eigenschaftsprofil.
- Eine objektive Differenzierung in "gute" oder "schlechte" Verfahren ist nicht möglich.

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

☎ +49 351 4662 0

✉ +49 351 4662 211

info@ihd-dresden.de

www.ihd-dresden.de

## Ansprechpartner



Holzmodifizierung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

wolfram.scheiding@ihd-dresden.de



---

## Literaturhinweise

- CTBA Centre Technique du Bois et de l'Ameublement: Bois traité par haute température. Paris 2002
- Hill, C.A.S.: Wood Modification – Chemical, Thermal and Other Processes. John Wiley& Sons, Chichester, UK, 2006
- Millitz, H. (2002): Heat treatment technologies in Europe: Scientific background and technological state-of-the-art. In: Proceedings of Conference on „Enhancing the durability of lumber and engineered wood products“ February 11-13, 2002 Kissimmee, Orlando (US)
- Rapp, A. O. (2001): Review on heat treatments of Wood. COST Action E22 „Environmental optimisation of wood protection“. Proceedings of Special Seminar of 9 February 2001 in Antibes, France
- Wienhaus, O. (1999): Modifizierung des Holzes durch eine milde Pyrolyse – abgeleitet aus den allgemeinen Prinzipien der Thermolyse des Holzes. Wiss. Zeitschrift der TU Dresden 48(199) Heft 2
- CEN/TS 15679:2007 „Thermisch modifiziertes Holz – Definitionen und Eigenschaften“.

## Normative Grundlagen und Anforderungen

Das Brandverhalten ist als wesentliche Eigenschaft von Bauprodukten in der europäischen Bauproduktenverordnung (CPR) verankert. Die Zuordnung von Bauschnittholz gemäß DIN EN 14081-1 zu europäischen Brandverhaltensklassen erfolgt nach DIN EN 13501-1. Wichtige Prüfnormen sind DIN EN ISO 11925-2 (Entzündbarkeit im Kleinbrennertest), DIN EN 13823 (SBI-Test) und DIN EN ISO 9239-1 (Radiant-Panel-Test; für Fußböden).

Auf nationaler Ebene sind die Landesbauordnungen (LBO) und die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VW TB) zu beachten. Die Bestimmung und Bewertung des Brandverhaltens von Baustoffen ist in DIN 4102ff. geregelt. Gemäß DIN 4102-1 entspricht Bauholz üblicherweise der Baustoffklasse B2 „normalentflammbar“. Diese ist in den europäischen Brandverhaltensklassen in die Klassen D und E unterteilt. Für die Klassen B2 bzw. E wird nur die Entzündbarkeit geprüft, beim SBI-Test bzw. Radiant-Panel-Test auch die Energiefreisetzung bzw. der kritische Wärmestrom sowie die Rauchentwicklung.

Anforderungen an das Brandverhalten ergeben sich aus allgemeinen gesetzlichen Regelungen bzw. dem konkreten Bauvorhaben.

## Brandverhalten von TMT

TMT als technisch verändertes Holz kann nicht a priori wie natives Holz klassifiziert werden. Der Modifikationsprozess hat unterschiedliche Auswirkungen auf das Brandverhalten. So wirkt sich der Abbau von Inhaltsstoffen (z. B. Harze, Terpene) eher brandhemmend, die Reduzierung der Holzfeuchte eher brandbegünstigend aus. Da das Brandverhalten – wie andere Eigenschaften auch – von der Holzart und vom Behandlungsprozess abhängt, sind Brandprüfungen am konkreten TMT bzw. an Bauteilen durchzuführen. Bisher liegen nur Ergebnisse einzelner, orientierender Untersuchungen vor, da bei den üblichen Anwendungen keine besonderen Anforderungen bestehen. Einzelne Untersuchungen zeigten, dass sich TMT bezüglich der Entzündbarkeit ähnlich wie natives Holz verhält. Zu beachten ist jedoch ein verändertes Glimmbrandverhalten.

## Orientierende Klassifizierung des Brandverhaltens

Bauholz für tragende Zwecke kann gemäß DIN EN 14081-1:2016, Tabelle 3, ohne Prüfung der Brandverhaltensklasse D-s2, d0 zugeordnet werden, wenn die mittlere Rohdichte mindestens  $350 \text{ kg/m}^3$  und die Dicke mindestens 22 mm beträgt. Dies für alle Holzarten, die von den Produktnormen abgedeckt sind.

Auf nationaler Ebene ist eine Klassifizierung ohne Prüfung von Bauholz nach DIN 4102-4:2016, Abschnitt 4.3.2, möglich. Danach kann Holz mit einer Rohdichte von  $\geq 400 \text{ kg/m}^3$  und einer Dicke  $> 2 \text{ mm}$  oder mit einer Rohdichte von  $\geq 230 \text{ kg/m}^3$  und einer Dicke über 5 mm und bis 22 mm der Baustoffklasse B2 „brennbar, normalentflammbar“ zugeordnet werden.

Liegen keine konkreten Prüfergebnisse vor, könnte TMT orientierend der europäischen Brandverhaltensklasse E bzw. der nationalen Baustoffklasse B2 zugeordnet werden. Diese unverbindliche Information stellt jedoch keine offizielle Klassifizierung dar. Bestehen konkrete, insbesondere erhöhte Anforderungen an das Brandverhalten, ist bei Verwendung von TMT in der Regel eine Prüfung bzw. ein Nachweis des Brandverhaltens erforderlich.

## Literaturhinweise

- DIN 4102-1:2016. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- DIN EN ISO 9239-1:2010: Prüfungen zum Brandverhalten von Bodenbelägen – Teil 1: Bestimmung des Brandverhaltens bei Beanspruchung mit einem Wärmestrahler (ISO 9239-1:2010)
- DIN EN ISO 11925-2:2010: Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Teil 2: Entzündbarkeit bei direkter Flammeneinwirkung
- DIN EN 13501-1:2010. Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
- DIN EN 14081-1:2016. Holzbauwerke – Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

+49 351 4662 0

+49 351 4662 211

info@ihd-dresden.de

www.ihd-dresden.de

## Ansprechpartner



Holzmodifizierung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

wolfram.scheiding@ihd-dresden.de



Brandprüfungen

Dipl.-Ing. (BA)

**Robert Piatkowiak**

+49 351 4662 391

robert.piatkowiak@ihd-dresden.de



Holzbau

Dipl.-Ing.

**Jens Gecks**

+49 351 4662 243

jens.gecks@ihd-dresden.de

## Definition TMT

Thermisch modifiziertes Holz, Thermoholz oder TMT ist Holz, das bei Temperaturen von üblicherweise über 160 °C bei reduzierter Sauerstoffkonzentration behandelt wurde und bei dem wesentliche Eigenschaften über den gesamten Holzquerschnitt dauerhaft verändert sind. Die thermische Modifizierung ist eine Teilpyrolyse in sauerstoffarmer Atmosphäre. Sie führt zur Änderung der chemischen Zusammensetzung des Holzes (Zellwand): Abbau von Hemicellulosen (ab 140-150 °C),  $\alpha$ -Cellulose (über 150 °C), Abbau und teilweiser Umbau des Lignins (Erhöhung des relativen Ligninanteils), Austreiben flüchtiger Akzessorien (Harze etc.). Als Abbauprodukte entstehen organische Säuren, der pH-Wert sinkt. Ein wesentlicher Effekt ist die deutliche Reduzierung der Anzahl an OH-Gruppen (Hydroxyl-Gruppen).

## Entsorgung

Altholz und damit auch TMT sind solange kein Abfall, wie kein Entledigungstatbestand vorliegt. Liegt dieser vor, so werden z. B. Holzreste aus der Produktion zu Holzabfällen und unterliegen damit grundsätzlich der Altholzverordnung (Baums, zit. in N. N. 2004; siehe auch Cosson et. al. 2003). Die Entsorgung von Holz wird in Deutschland durch die Altholzverordnung vom 01.03.2003 geregelt, die unter <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/altholzv/gesamt.pdf> heruntergeladen werden kann.

## Zuordnung zu Altholzkategorien

Eine verbindliche Zuordnung von TMT zu den Altholzkategorien gemäß der Altholzverordnung (AltholzV) liegt derzeit nicht vor. Prinzipiell kommen hierfür die Kategorien A I und A II in Betracht, die wie folgt definiert sind:

- Altholzkategorie A I: naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde.
- Altholzkategorie A II: verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel.

Produktionsreste in Form von Verschnitt, Abschnitten und Holzspänen von thermisch modifiziertem Holz sowie Altholz (nach Gebrauch) können in der Regel auf Grund ihrer Zusammensetzung wie folgt dem Anhang III der Altholzverordnung (AltholzV) zugeordnet werden:

- nicht weiterbehandeltes TMT: Altholzkategorie A I (Abfallschlüsselnummer 03 01 03),
- verklebtes, beschichtetes oder hydrophobiertes TMT: Altholzkategorie A II.

*HINWEIS: TMT kann – besonders unmittelbar nach der Herstellung oder Bearbeitung – einen typischen Geruch aufweisen. Es ist jedoch nicht mit sogenanntem „Brandholz“ zu verwechseln, das polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) enthalten kann und grundsätzlich in die Altholzkategorie IV eingestuft wird.*

Da TMT selbst nur holzeigene Stoffe sowie deren thermische Ab- bzw. Umbauprodukte enthält, wird die Zuordnung zur Altholzkategorie A I empfohlen, solange keine anderen Erkenntnisse vorliegen. TMT kann sowohl stofflich als auch energetisch verwertet werden, wobei die stoffliche Verwertung im Sinne einer Kaskadennutzung vorzuziehen ist.

## Literaturhinweise

- Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV) vom 15. August 2002 (BGBl. I S. 3302), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 26 des Gesetzes vom 24. Februar 2012; BGBl. I S. 212
- Cosson, R.; Golda, J.; Hüttl, K.; Schinol, G.; Willms, H.: Altholzverordnung aus Sicht der Verwertungspraxis. Holz-Zentralblatt Nr. 17 vom 28.02.2003, S. 263/270
- N.N. 2004: Begriff Abfall setzt Entledigungswillen voraus. Holz-Zentralblatt Nr. 31 vom 20.04.04
- <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/altholzv/gesamt.pdf>

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

☎ +49 351 4662 0

📠 +49 351 4662 211

✉ [info@ihd-dresden.de](mailto:info@ihd-dresden.de)

[www.ihd-dresden.de](http://www.ihd-dresden.de)

## Ansprechpartner



Thermoholz, Holzvergütung  
Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

[wolfram.scheiding@ihd-dresden.de](mailto:wolfram.scheiding@ihd-dresden.de)



Altholz, Holzschutzmittelanalytik  
Dr. rer. nat.

**Martin Fischer**

+49 351 4662 249

[martin.fischer@ihd-dresden.de](mailto:martin.fischer@ihd-dresden.de)

# Thermisch modifiziertes Rotbuchenholz

Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) ist ein vielseitig eingesetztes Holz, üblicherweise für Anwendungen im Innenbereich. Durch die thermische Modifizierung wird, die Dauerhaftigkeit so erhöht, dass auch Anwendungen im Außenbereich (Gebrauchsklasse 3 nach EN 335) möglich sind. Das naturbelassene Holz der Buche ist der Dauerhaftigkeitsklasse 5 (nicht dauerhaft) zugeordnet. In Laborversuchen nach EN 350-1 wurden für TMT Buche Dauerhaftigkeitsklassen bis 2 (dauerhaft) und sogar 1 (dauerhaft) ermittelt. In Freilandversuchen u. a. des IHD scheint sich dies zu bestätigen.

Naturbelassenes Buchenholz weist neben der geringen Dauerhaftigkeit vergleichsweise hohe Quell- und Schwindwerte auf. Durch die thermische Modifizierung werden diese deutlich, in etwa um 50 %, reduziert. Es ist zu beachten, dass die differenziellen Quell- und Schwindwerte kaum verändert sind; allerdings führt die deutliche Reduzierung der Gleichgewichtsfeuchten zu entsprechend niedrigeren Quell- und Schwindwerten. Die Gleichgewichtsfeuchten von TMT, das im geschlossenen, hygrothermischen Prozess (mit Überdruck) behandelt wurde, liegen meist etwas höher (ca. 2-4 %) als bei TMT aus dem offenen/drucklosen Prozess. Dies hat jedoch keine unmittelbare Auswirkung auf die Quellungsvergütung.

Tabella 1: Gleichgewichtsfeuchten und Quell- und Schwindwerte von Buche und TMT Buche (beispielhafte Orientierungswerte für TMT Buche aus dem offenen/drucklosen Verfahren):

| Holzart     | Gleichgewichtsfeuchte [%] im Klima |       |       |       | differenzielle Quellung [%/0%] |            |
|-------------|------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|------------|
|             | 20/35                              | 20/65 | 20/85 | 23/50 | radial                         | tangential |
| TMT Buche   | 4,0                                | 5,0   | 7,0   | 4,8   | 0,22                           | 0,43       |
| Buche natur | 8,3                                | 11,5  | 18,5  | 11,0  | 0,21                           | 0,42       |

*\*) Die Daten wurden an TMT Buche aus dem offenen (drucklosen) Prozess ermittelt. Die Gleichgewichtsfeuchten von TMT aus dem geschlossenen Prozess können höher sein*

Weit bedeutsamer ist jedoch die maximale Quellung, die sich bei länger anhaltender Durchnässung einstellt, denn trotz verringerter Ausgleichsfeuchten kann TMT kapillar Wasser aufnehmen. Es ist davon auszugehen, dass die Einbaufeuchte von TMT sehr niedrig ist und etwa 4-6 % beträgt.

Für Buche, die bei 200 °C modifiziert wurde, wurde ein Quellmaß nach 14 d Wasserlagerung von 1,9 % (radial) bzw. 3,8 % (tangential) ermittelt; zum Vergleich: laut Holzatlas (Wagenführ 2007) beträgt der Schwindsatz von Buche 5,8 % (rad) bzw. 11,8 % (tan). Trotz der erheblichen Reduzierung auf ca. ein Drittel bedeuten 4 % Quellung (radial) bei 145 mm Dielenbreite immer noch fast 6 mm. Der GD Holz gibt in seinem Merkblatt für Terrassen einen Mindestabstand von 4 mm in voll gequollenem Zustand an. Als ein in der Praxis bewährtes Maß werden 8-10 mm Fugenbreite bei der Verlegung angegeben.

Auch nach der thermischen Modifizierung weist Buche im Vergleich zu anderen Holzarten höhere Quell- und Schwindwerte auf und neigt somit eher zur Rissbildung. Risse haben ihre Ursachen in inneren Spannungen, die bereits im Holz bestehen (Wuchsspannungen) oder durch die Vortrocknung bzw. die Thermobehandlung erzeugt werden. Unter bestimmten Umständen werden diese Spannungen erst später, z. B. infolge von Temperatur- und Feuchtewechsel bei Bewitterung, frei und in Gestalt von Rissen sichtbar. Daher entstehen bei Buche TMT im Außenbereich, wie in einigen Fällen beobachtet, erst nach einiger Zeit Risse. Vortrocknung und Thermobehandlung sollten daher besonders sorgsam durchgeführt werden. Erfahrungen haben auch gezeigt, dass rot kerniges Buchenholz verstärkt zur Rissbildung neigt. Es wird daher empfohlen, möglichst kein rot kerniges Holz für TMT zu verwenden.

Für thermisch modifizierte Hölzer gilt generell, dass sie – wie unbehandeltes naturbelassenes Holz auch – ohne weitere Schutzbehandlung nicht lichteicht sind. Auch das oberflächliche Auftreten von holzverfärbenden Pilzen ist möglich. Sollen diese Erscheinungen verhindert oder verzögert werden, ist ein geeigneter Oberflächenschutz möglichst mit pigmentierten Produkten aufzubringen.

## Literaturhinweise

- EN 335:2006: Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Definition der Gebrauchsklassen.
- DIN EN 350-1:1994: Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz – Teil 1: Grundsätze für die Prüfung und Klassifikation der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holz
- GD Holz Gesamtverband deutscher Holzhandel e. V. [Hrsg.]: Terrassen- und Balkonbeläge. Produktstandards und Anwendungsempfehlungen. 2. Auflage 2009
- Wagenführ, R.: Holzatlas. Fachbuchverlag Leipzig. 6. Auflage 2007

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

☎ +49 351 4662 0

☎ +49 351 4662 211

✉ info@ihd-dresden.de

www.ihd-dresden.de

## Ansprechpartner



Thermoholz, Holzvergütung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

wolfram.scheiding@ihd-dresden.de



Holzkunde, Holzschutz

Dipl.-Ing. (FH)

**Björn Weiß**

+49 351 4662 270

bjorn.weiss@ihd-dresden.de

## Eignung von TMT als Fensterrahmenwerkstoff

Hauptaspekte der Verwendung von TMT als Fensterrahmenwerkstoff sind erhöhte Dauerhaftigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen, reduzierte Quell- und Schwindmaße sowie verringerte Wärmeleitfähigkeit. Die Dauerhaftigkeit der meisten TMT-Hölzer liegt im Bereich der Klassen 1 „sehr dauerhaft“ bis 3 „mäßig dauerhaft“. Die Gleichgewichtsfeuchte sowie Quell- und Schwindmaße sind um ca. 50 % vermindert. Limitierend wirken die Verringerung der mechanischen Festigkeiten und die Versprödung des Holzes infolge der Modifizierung. Die Behandlungsintensität sollte so gewählt werden, dass ein optimales Eigenschaftsprofil erreicht wird. Die höchstmögliche Dauerhaftigkeit sollte nicht Zielgröße sein, denn sowohl in DIN 68800-1:2011-10 als auch im VFF-Merkblatt HO.06 wird die Dauerhaftigkeitsklasse 3 gefordert; diese sollte allerdings sicher erreicht werden. Die Fensterkonstruktion und die Bearbeitungsschritte bei der Fertigung sind mit dem spezifischen Eigenschaftsprofil abzustimmen. Die Eignung eines TMT für Fensterkonstruktionen ist durch Prüfungen zu ermitteln.

## Normative Grundlagen (Fenster)

Für Fenster und Außentüren (ohne Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit) ist die CE-Kennzeichnung seit 01.02.2010 gesetzlich vorgeschrieben. Basis ist DIN EN 14351-1/A1 (aktuelle Ausgabe: 2010-08), die materialunabhängig ist und daher auch für Fenster gilt, bei denen TMT zum Einsatz kommt. Die Kennzeichnung erfolgt eigenverantwortlich durch den Hersteller (oder Importeur) gemäß Konformitätslevel 3. Dazu sind mandatierte Eigenschaften nach einer Erstprüfung (ITT) anzugeben sowie eine Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) einzuführen und dauerhaft aufrecht zu erhalten. Für Eigenschaften, bei denen keine Leistung festgestellt worden ist bzw. für die die festgestellte Leistung nicht deklariert werden soll, kann das Kürzel npd (no performance determined) angegeben werden (allerdings nur, wenn dazu im Bestimmungsland keine gesetzlichen Anforderungen bestehen). In Deutschland sind z. B. Kennzahlen für den Wärmedurchgangskoeffizienten und die Luftdurchlässigkeit baurechtlich gefordert (siehe EnEV).

## Holzauswahl, erforderliche Qualitäten

Der Einsatz von TMT als Rahmenmaterial setzt die Gewährleistung der für den Fensterbau relevanten Holzeigenschaften voraus. Für jedes spezifische TMT ist deshalb mindestens Holzart, Sortierung, Prozess bzw. Behandlungsstufe und Charge bzw. Produktionsdatum anzugeben. Dies ist auch bei Deklaration nach DIN CEN/TS 15679 erforderlich. Allgemein wird eine Qualität gemäß Klasse J2, bläuefrei gemäß DIN EN 942, empfohlen. Die Aussagen der DIN EN 13307-1, DIN EN 14220, DIN EN 14221 und der VFF-Merkblätter HO.02 und HO.06-1 sind zu beachten. Darüber hinaus kann eine Zulassung des TMT als für den Fensterbau geeignetes Holz auf Basis des VFF-Merkblattes HO.06-4: 2010-03 „Holzarten für den Fensterbau Teil 4: Modifizierte Hölzer“ erfolgen. Weiterhin ist eine laufende Qualitätssicherung der TMT-Herstellung wichtig. Die Zertifizierung von Produktionsprozess und Produkt kann durch das vom EPH vergebene „Qualitätszeichen TMT“ erfolgen.

## Kantelherstellung

Lamellierte Kanteln können sowohl homogen (alle Lamellen gleich) als auch in Kombination mit Lamellen aus nativem Holz gefertigt werden (Bild 1). Die Sicherstellung der erforderlichen Verklebungsqualität (Flächen- und Zinkenverklebung) ist mit PVAc (D4), EPI- oder PUR-Klebstoffsystemen möglich. Wegen der geringeren Holzfeuchte und dem hydrophoberen Charakter des TMT sind die Herstellerempfehlungen zu beachten oder Eignungstests durchzuführen. Pressdruck und Presszeit sind den veränderten Eigenschaften anzupassen. Besonders bei asymmetrisch aufgebauten Kanteln sollte die Verarbeitungsfeuchte weitgehend der Gebrauchsfeuchte entsprechen, um die spätere Maßänderung zu begrenzen und eine ausreichende Dimensionsstabilität zu sichern. Aus gleichem Grund dürfen sich die Rohdichten und Quellungskoeffizienten benachbarter Lamellen nicht extrem unterscheiden.



Bild 1: Flügelrahmen mit kombinierter Kantel

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

+49 351 4662 0  
+49 351 4662 211  
www.ihd-dresden.de  
www.tmt.ihd-dresden.de

## Ansprechpartner



Holzmodifizierung  
Dr. rer. silv.  
**Wolfram Scheiding**  
+49 351 4662 280  
wolfram.scheiding@ihd-dresden.de



Fenster  
**Lutz Neugebauer**  
+49 351 4662 302  
lutz.neugebauer@ihd-dresden.de

## Fensterfertigung

---

### Profilierung

Die Profilierung kann mit den üblichen Werkzeugen und Einstellungen erfolgen. Die Werkzeugschärfe (Hartmetall-Schneiden) ist besonders bei TMT eine entscheidende Voraussetzung für eine hochwertige Bearbeitungsqualität. Gegebenenfalls ist die Vorschubgeschwindigkeit anzupassen. Scharfkantige Profile sollten vermieden und Profilkanten gerundet werden. Da bei TMT ein sehr feiner Holzstaub und ein deutlicher Geruch entstehen, müssen eine intensive Absaugung und Belüftung der Arbeitsplätze gewährleistet werden.

### Oberflächenbeschichtung

Vorteilhaft ist die verbesserte Oberflächengüte nach dem Profilieren (Fasern werden weniger gequetscht), so dass ein Zwischenschliff ggf. entfallen kann. Auch bei TMT ist eine hochwertige und vollständige Beschichtung erforderlich (Imprägnierung einschließlich Bläueschutz, Grundierung, Zwischen- und Deckbeschichtung). Dickschichtige und gut pigmentierte Beschichtungssysteme sind zu empfehlen, da die UV-Beständigkeit von TMT gegenüber nativem Holz nicht verbessert ist. Bei fehlender, mangelhafter oder geschädigter Beschichtung ist unter ungünstigen Umständen ein Befall durch Schimmel- oder Bläuepilze auch bei TMT möglich.

Durch die verbesserte Dimensions- und Maßstabilität sowie geringere Rissbildung des TMT ist es ggf. möglich, die erforderlichen Wartungs-/Pflege-Intervalle im Nutzungszeitraum zu verlängern.

### Verglasung, Abdichtung

Zur Prüfung der Verträglichkeit und Eignung von Dichtstoffen, Dichtprofilen und Verklotzungen sind Vorversuche mit dem spezifischen TMT-Sortiment erforderlich (siehe VFF-Merkblatt HO.06-4).

### Verbindungsmittel und Beschläge

Zur Verhinderung von Sollbruchstellen ist bei Schraubverbindungen vorzubohren. Bezüglich des richtigen Einsatzes von Beschlägen bei TMT-Fenstern gelten die Anforderungen aus dem Bereich der Einbruchhemmung. Durch die geringeren pH-Werte von TMT können bei Kontakt mit unedlen Metallen und Vorhandensein von Feuchte dunkle Komplexverbindungen entstehen, wie dies für gerbstoffreiche Hölzer (Eiche, Lärche) bekannt ist.

### Fensterkonstruktion

Die mit nativem Holz bewährten Fensterkonstruktionen sind bei Beachtung der beschriebenen materialspezifischen Besonderheiten und vorbehaltlich oben genannter Einschränkungen auf TMT-Fenster übertragbar. Alle Teilungen (Pfosten, Riegel, Sprossen), Festverglasung usw. sind möglich, ebenso alle bekannten Fenstersysteme wie Einfachfenster, Verbundfenster, Kastenfenster und Materialkombinationen (z. B. Holz-Alu). Unabhängig von der erhöhten Dauerhaftigkeit von TMT sollten alle Möglichkeiten des konstruktiven Holzschutzes ausgeschöpft werden. Für die Rahmeneckverbindungen gelten die o.g. Hinweise zur Kantelfertigung analog. Es sind Schlitz-, Zapfen-, Dübel- und mechanische Verbindungen möglich.

## Produkteigenschaften von TMT-Fenstern und Einsatzbereiche

---

A priori sind bei TMT-Fenstern keine Einschränkungen bei der Gebrauchstauglichkeit (Schlagregensicherheit, Fugendurchlässigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Windlast), der mechanischen Festigkeit (Vertikallast und statische Verwindung) sowie der mechanischen Dauerfunktion zu erwarten. Einschränkungen infolge der verminderten Bruchschlagfestigkeit können ggf. bei erhöhter Stoßbeanspruchung, extremen Windbelastungen und bei großen Formaten in Verbindung mit hoher Scheibenmasse bestehen. Aus diesem Grund wird die Prüfung einer TMT-Fensterkonstruktion vor allem hinsichtlich mechanisch-dynamischer Belastungen empfohlen (DIN EN 12211 „Sicherheitstest“, DIN EN 13049 „Stoßfestigkeit“). Aufgrund der Einschränkungen sind vollständig aus TMT bestehende Kanteln für einbruchhemmende Fenster nicht zu empfehlen. Mit kombinierten Kanteln (Beschlagmontage im nativen Holz) können die Vorteile des TMT auch in einbruchhemmenden Fenstern genutzt werden. In jedem Fall muss die Konstruktionen auf die spezifischen Anforderungen abgestimmt und geprüft werden.

Ein besonderer Aspekt ergibt sich aus der – gegenüber dem nativem Holz der gleichen Holzart – reduzierten Wärmeleitfähigkeit. Je nach Fensterkonstruktion kann der Wert für den Wärmedurchgangswiderstand des gesamten Fensters ( $U_w$ ) dadurch um 0,1 bis 0,2  $W/m^2K$  verbessert werden.

---

### Literaturhinweise

- DIN EN 14221:2006: Holz und Holzwerkstoffe in Innenfenstern, Innentüren und Innentürzargen – Anforderungen und Spezifikationen
- DIN EN 942:2007: Holz in Tischlerarbeiten – Allgemeine Anforderungen
- DIN EN 14351-1:2006+A1:2010: Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit
- CEN/TS 15679:2007: Thermisch modifiziertes Holz. Definitionen und Eigenschaften.
- DIN 68800-1:2001: Holzschutz – Teil 1: Allgemeines
- VFF Verband Fenster + Fassade: Merkblatt HO.02: 2008-12 "Auswahl der Holzqualität für Holzfenster und -Haustüren"
- VFF Verband Fenster + Fassade: Merkblattreihe HO.06 "Holzarten für den Fensterbau"

# Beschichtung modifizierter Hölzer

## Einleitung

Ein positiver Nebeneffekt der thermischen Modifizierung sind attraktive, dunkle Farbtöne. Sollen diese erhalten bleiben (siehe Merkblatt „Beständigkeit der Farbtöne von TMT“, TMT.04) oder das Holz zusätzlich geschützt werden, kommt eine Oberflächenvergütung in Betracht.

Für die Beschichtung modifizierter Hölzer gelten die gleichen Grundsätze wie für native Hölzer.

- Die Beschichtung ist entsprechend dem Verwendungszweck, der Beanspruchung und der Holzart zu wählen.
- Je dünner die Beschichtung, desto geringer ist der Schutzeffekt, umso kürzer ist das Wartungsintervall, aber desto leichter ist die Wartung.
- Steigende Anforderungen an die Maßhaltigkeit erfordern höhere Schichtdicken.
- Durch Fehlstellen in Dickbeschichtungen kann sich der Schutzeffekt umkehren (Nässefalle).

Durch die Modifizierung ergeben sich folgende Auswirkungen auf die Beschichtung:

- stärker hydrophobe Oberfläche (größerer Kontaktwinkel),
- verringerte Benetzbarkeit und Wasseraufnahmefähigkeit,
- verringerter pH-Wert,
- ggf. veränderte Oberflächenhärte,
- höhere Oberflächengüte (Hobeln) und
- geringeres Quellen und Aufstellen der Fasern.

## Beschichtung von TMT im Innenbereich

Viele Verbraucher erwarten, dass die Farbtöne von TMT dauerhaft sind, da es sich um ein technisch verändertes Holz handelt; dies gilt sowohl für Produkte im Innen- als auch im Außenbereich. Untersuchungen am IHD (Beyer 2010) bestätigten, dass die durch thermische Modifizierung erzeugten Farbtöne nicht lichtstabil sind. Daher wird auch für im Innenbereich verwendete Produkte aus TMT ein Lichtschutz der Oberfläche empfohlen.

Je stärker die Behandlungsintensität ist, desto mehr dunkle, jedoch lichtempfindliche Verbindungen werden gebildet. Dadurch fällt zudem der Aufhellungseffekt infolge Belichtung umso stärker auf. Ein Vorteil bei TMT dagegen ist, dass die dunklen Farbtöne den Einsatz bestimmter dunkler Farbpigmente als preiswerte und bewährte Lichtschutzmittel (LSM) sehr einfach ermöglichen.

Am IHD wurde zudem festgestellt, dass herkömmliche, für helle Hölzer entwickelte Lichtschutzmittel (LSM) nicht für TMT funktionieren und z. T. sogar eine verstärkte Farbänderung, vorrangig eine Vergrauung, bewirken. Ein am IHD speziell für Thermoholz entwickeltes Lichtschutzkonzept zeigte zunächst unter Innenraumbedingungen sehr gute Effekte. Dieses Lichtschutzkonzept besteht aus einer Imprägnierung mit einem Additiv, das entweder als Deaktivator oder als Stabilisator wirkt, ggf. ergänzt durch tönende Additive in der Beschichtung. Die Entwicklung von Beschichtungen für den Außenbereich auf Basis des Konzeptes ist in Vorbereitung.

## Beschichtung von Holzfenstern aus TMT

Auch für Holzfenster aus TMT ist eine Beschichtung dringend zu empfehlen. Ein Beschichtungssystem sollte auf Eignung für ein konkretes TMT geprüft und ggf. angepasst werden.

In Versuchen am IHD (Schweitzer 2007) ergaben sich mit verschiedenen Beschichtungssystemen deutliche Qualitätsunterschiede. Dickschichtvarianten zeigten generell bessere Ergebnisse im Vergleich zu Mittelschichtvarianten (Lasur und deckend), so dass ein Verzicht auf die Zwischenbeschichtung nicht ratsam erscheint. Die Anwendung natürlicher Öle und Wachse ist möglich, jedoch ist hier eine häufige Kontrolle und Wartung zu empfehlen. Im Freilandwitterungstest konnten bisher keine eindeutigen Unterschiede bezüglich der Witterungsbeständigkeit von Beschichtungen auf TMT im Vergleich zu nativem Holz nachgewiesen werden. Untersuchungen zum Trocknungsgrad wasserbasierter Systeme nach DIN 53150 zeigten, dass diese bei Einhaltung der Herstellerangaben auf TMT anwendbar sind. Wegen einer deutlich verlängerten Trocknungszeit ist jedoch die Verblockungsgefahr zu beachten.

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

☎ +49 351 4662 0

☎ +49 351 4662 211

✉ info@ihd-dresden.de

www.ihd-dresden.de

## Ansprechpartner



Holzmodifizierung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

wolfram.scheiding@ihd-dresden.de



Massivholzplatten

Dipl.-Ing.

**Andreas Weber**

+49 351 4662 332

andreas.weber@ihd-dresden.de



Oberflächenbeschichtungen

Dr. rer. silv.

**Lars Passauer**

+49 351 4662 369

lars.passauer@ihd-dresden.de

Fehlstellen, insbesondere Risse oder Spritzkrater, sind Eintrittspforten für Feuchtigkeit sowie Pilzsporen. Durch kapillaren Feuchtigkeitstransport dunkel gefärbter Verbindungen in Faserlängsrichtung können Verfärbungen im Bereich der Fehlstellen entstehen.

Ein Bläueschutz ist sehr zu empfehlen, da durch die Thermobehandlung keine vorbeugende biozide Wirkung erzielt wird. Für Holzfenster aus Thermoholz wird ein klassischer „guter“ Beschichtungsaufbau, bestehend aus Imprägnierung, Grundierung sowie Zwischen- und Endbeschichtung empfohlen.

Durch die sehr gute Oberflächenqualität nach der mechanischen Bearbeitung der Fensterprofile ist bei der Applikation der Beschichtung ggf. ein Verzicht auf den Zwischenschliff möglich. Der sehr feine Staub aus TMT erfordert sowohl hinsichtlich des Arbeitsschutzes als auch wegen der Gefahr der Verschmutzung bereits beschichteter Teile eine hohe Sauberkeit und eine gute Absaugung.

## Beschichtung von Fassadenbekleidungen aus TMT

---

Bei Fassadenbekleidungen ist die Notwendigkeit einer Beschichtung zu prüfen. Ist diese gewünscht oder erforderlich, so sollte sie in einer sehr guten Qualität vorgenommen werden; hier gelten die gleichen Grundsätze wie bei Holzfenstern. Auch bei TMT ist besonders auf einen guten Schmalflächenschutz, vor allem des Hirnholzes, zu achten. Die Kantenrundungen sollten einen Radius von 2...5 mm haben. Bei Profildrehtüren sind ggf. ölige Systeme vorteilhaft.

Bei mehrschichtigen Massivholzplatten (SWP) ist eine Beschichtung empfehlenswert, um die Klebfugen auf Breit- und Schmalflächen vor Feuchtigkeit Zutritt zu schützen. Wie Untersuchungen am IHD (Weber, Krug 2007) zeigten, kann eine ungenügende Holzqualität nicht durch die Beschichtung kompensiert werden. Daher ist – zumindest bei den Decklamellen – auf eine sehr gute Holzqualität (geringe Astigkeit bzw. Faserabweichung) zu achten. Hochwertige Decklagenlamellen als Rift/Halbrift kommen aus Kostengründen wahrscheinlich kaum in Betracht.

## Fazit

---

Für die Beschichtung modifizierter Hölzer gelten die gleichen Grundsätze wie für native Hölzer. Beschichtungen im Innenbereich sind aus Gründen des Lichtschutzes zu empfehlen. Im Außenbereich dienen sie – neben ästhetischen Aspekten – insbesondere zum Schutz vor Ausbleichung, Aufweichung und Bläuebefall. Daher sollten bei der Beschichtung modifizierter Hölzer keine Abstriche hinsichtlich Aufbau und Herstellungsqualität sowie bezüglich Pflege und Wartung gemacht werden.

Am Markt sind verschiedene, für modifizierte Hölzer geeignete Beschichtungssysteme verfügbar. Aufgrund der Vielzahl modifizierter Hölzer, die durch Modifizierungsprozess, Holzart und Behandlungsstufe charakterisiert sind, und die Veränderung der Eigenschaften ist das Beschichtungssystem auf das spezielle Material abzustimmen. Hierfür sind Herstellerempfehlungen zu beachten. Bei Unsicherheit oder fehlenden Informationen oder Erfahrungen sollte die Eignung eines Beschichtungssystems für ein Material überprüft werden; ggf. müssen Beschichtung und Applikationsverfahren angepasst werden.

Hauptvorteile modifizierter Hölzer in Bezug auf Beschichtungen sind die Quellungsvergütung und eine bessere Oberflächenqualität. Nachteile können ggf. die verringerte Benetzbarkeit und Haftfestigkeit sein. Die veränderten pH-Werte sind hinsichtlich Korrosion, Verfärbungen und Haftung zu beachten.

Aus Gründen des Lichtschutzes sind helle und unpigmentierte Beschichtungen auch bei modifizierten Hölzern weniger zu empfehlen. Bei TMT bieten sich auf Grund der ohnehin dunklen Farbtöne stark pigmentierte oder deckende Beschichtungen an. Hydrophobierende Beschichtungen bieten bereits einen gewissen Schutz vor Verwitterung und Ausbleichung.

Trotz der erhöhten Dauerhaftigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen kann ein Befall durch Bläue- oder Schimmelpilze sowie Algen zwar verlangsamt bzw. vermindert, jedoch nicht immer verhindert werden. Ist ein Schutz der Oberfläche gewünscht oder erforderlich, so kann dieser meist nur durch geeignete biozide Wirkstoffe erreicht werden, die in die Imprägnierung, die Grundierung bzw. die Beschichtung eingearbeitet sein können.

---

## Literaturhinweise

- Weber, A.; Krug, D. (2007): Entwicklung mehrlagiger Fassadenplatten aus vergüteten Hölzern für den Außeneinsatz. Abschlussbericht 2007 zum BMBF-Teilvorhaben Reg.-Nr. 0330573B
- Schweitzer, K. (2007): Markteinführung von Thermoholzfenstern. Abschlussbericht 2007. Förderung durch BMWi im Programm InnoWatt. Förderkennzeichen IW 050209
- Beyer, M. (2010): Entwicklung von Lösungen zur Verbesserung des Lichtschutzes und der Beschichtungsqualität von transparent beschichteten Produkten aus dunklen natürlichen Hölzern sowie TMT. Abschlussbericht 2010. Förderung durch BMWi im Programm IGF; Förderkennzeichen 15840 BR
- Die Abschlussberichte zu den Forschungsvorhaben können beim IHD bezogen werden (Anfrage an Anita Kühne, [kuehne@ihd-dresden.de](mailto:kuehne@ihd-dresden.de))



# Terrassen- und Bodenbeläge aus Thermoholz

Ein sehr wichtiger Verwendungsbereich für TMT sind Terrassen- und Balkonbeläge. Eine spezielle Norm hierfür existiert bisher nicht. Relevante Regelwerke und Informationsquellen sind am Schluss genannt. Das Merkblatt informiert über Besonderheiten bei TMT sowie relevante Regeln und gibt **Hinweise und Empfehlungen** zur Holzauswahl, Verarbeitung, Verlegung sowie Pflege.

Bei Verwendung von TMT sind alle üblichen Regeln zur Konstruktion und zum baulich-konstruktiven Holzschutz grundsätzlich einzuhalten und die Herstellerhinweise zu beachten!

## Besonderheiten im Vergleich zu unbehandeltem Holz

| Holzeigenschaft             | Erläuterung  |
|-----------------------------|--|
| Biologische Dauerhaftigkeit | gegenüber holzerstörenden Pilzen erhöht, Dauerhaftigkeitsklasse abhängig von Holzart und Behandlungsintensität; Befall durch holzverfärbende Organismen möglich (siehe Merkblatt 02) |
| Quellung bzw. Schwindung    | meist um ca. 50 % verringert   |
| Formstabilität              | deutlich verbessert; ggf. Verformungen aufgrund Nachquellung bei zu geringer Einbaufeuchte   |
| Dimensionsstabilität        | Quellungspotenzial in der Breite bei geringen Einbaufeuchten (ggf. 4-6%) bei Verlegung unbedingt beachten!   |
| Rissbildung                 | grundsätzlich möglich; durch erhöhte Sprödigkeit ggf. begünstigt   |
| Farbtöne                    | TMT vergraut wie natives Holz, ggf. sogar schneller durch Auswaschung thermischer Abbauprodukte; siehe TMT-Merkblatt 04  |
| pH-Wert                     | reduziert; Verfärbung bei Kontakt mit Eisenmetallen möglich  |
| Inhaltsstoffe               | thermische Abbauprodukte können durch Niederschläge leicht von der Oberfläche ausgewaschen werden  |

## Dauerhaftigkeit, Gebrauchsklasse

Terrassen- und Balkonbeläge sind grundsätzlich der Gebrauchsklasse (GK) 3.2 gemäß DIN 68800-1 „Holzschutz“ zuzuordnen, bei ungünstigen Bedingungen der GK 4 (Erdkontakt). Im ungünstigen Fall, z. B. bei starker Verschattung oder Ansammlung von Laub oder Schmutz, können Bedingungen der GK 4 (Erdkontakt) eintreten. Grundsätzliche Informationen zur Dauerhaftigkeit siehe TMT-Merkblatt 02. Empfehlungen zur Dauerhaftigkeit nichttragender Bauteile enthält DIN 68800-1, Tabelle E.1.

Die nachfolgende Tabelle enthält Angaben (Auszug) hieraus:

| Bauteil/Beanspruchung (Beispiele)                                     | GK  | Empfohlene Mindest-Dauerhaftigkeit von Holz bei einer erwarteten Gebrauchsdauer (normales Schutzniveau) |              |
|---|-----|---|--------------|
|   |     | bis 10 Jahre  | bis 30 Jahre |
| GaLaBau-Hölzer, waagrecht verbaut ohne Erdkontakt                     | 3.1 | 3-4   | 3            |
| GaLaBau-Hölzer, waagrecht verbaut – stark beansprucht ohne Erdkontakt | 3.2 | 3-4   | 2            |
|   | 4*  | 2   | 1            |

\*) bei starker Verschattung oder Ablagerung von z. B. Erde, Laub oder Schmutz

## Tragende Beläge

Aus Sicht des Holzbaues werden nichttragende Terrassen- und Balkonbeläge als Belagsroste bezeichnet und als Verschleißbauteil betrachtet. Bei Verwendung von TMT für tragende Terrassen- und Balkonbeläge ist ein geeigneter Nachweis erforderlich (siehe TMT-Merkblatt 03).

## Holzqualität

Für die Holzqualität wird empfohlen:

- Schräger Jahrringverlauf (Halbrift)
- Keine Markröhre bzw. juveniles Holz
- Keine bzw. geringe Faserabweichung

Institut für Holztechnologie  
gemeinnützige GmbH

Zellescher Weg 24  
01217 Dresden · Germany

☎ +49 351 4662 0

📠 +49 351 4662 211

info@ihd-dresden.de

www.ihd-dresden.de

## Ansprechpartner



Holzmodifizierung

Dr. rer. silv.

**Wolfram Scheiding**

+49 351 4662 280

wolfram.scheiding@ihd-dresden.de



Biologische Prüfung

Dipl.-Biol.

**Katharina Plaschkies**

+49 351 4662 334

katharina.plaschkies

@ihd-dresden.de



Holzschutz

Prof.

**Björn Weiß**

+49 351 4662 270

bjoern.weiss@ihd-dresden.de



Holzschutz, Terrassen

Dipl.-Ing. (BA)

**Philipp Flade**

+49 351 4662 209

philipp.flade@ihd-dresden.de

- Keine groben Äste
- Gleichmäßige, moderate Jahringbreite
- Kein Rotkern (Buche); Braunkern (Esche) ist okay

## Modifizierung, Profilierung, Lieferqualität

---

- Modifizierung entsprechend der erforderlichen Dauerhaftigkeitsklasse (siehe oben)
- Konditionierung auf Holzfeuchte entsprechend Freilandbedingungen
- Dielendicke mindestens 25 mm, Dielenbreite maximal 120 mm
- Auflagerabstand in Abhängigkeit von Dielendicke und Dielenbreite
- Tiefe Nuten auf Oberseite bzw. Schmalseite für Befestigung vermeiden (Materialschwächung),
- Glattkantprofile bevorzugt; Riffelung hat keine technischen bzw. nur optische Vorteile
- Gerundete Kanten (Radius  $\geq 2$  mm) zur Vermeidung von Kantenbrüchen und Absplitterungen
- Werkseitige Oberflächenvergütung mit nicht schichtbildenden Systemen (z. B. Ölen)

## Verlegung

---

- Unterkonstruktion (UK) ohne direkten Erdkontakt auf kapillarbrechender Schicht
- Dauerhaftigkeitsklasse UK mindestens wie Dielen, besser DHK 1-2, (ggf. kesseldruckimprägniertes Holz für GK 4 oder korrosionsbeständige Metall-Profile)
- Auflagerabstand geringer als bei nativem Holz (max. 50 cm) wegen verringerter Festigkeit
- Holzquerschnitte vor Wasseraufnahme schützen (z. B. Hirnholzschutzmittel Wachse, Öle)
- Holzfeuchte der Dielen beachten (marktübliche Holzfeuchtemessgeräte sind geeignet)
- Seitliche Fugenbreite so wählen, dass im voll gequollenen Zustand noch 4 mm Spalt bleiben
- Löcher vorbohren (Schrauben- $\emptyset + 1$  mm) und vorsenken (Spaltgefahr)
- Abstand Bohrlöcher vom Seitenrand  $\geq 25$  mm, vom Hirnende  $\geq 50$  mm (Spaltgefahr)
- Keine hirnseitige Verbindung durch stumpf verklebte Stöße, insbesondere keine eingeklebten Dübel aus nicht dauerhaftem Holz; wasserfest verklebte Keilzinkenverbindung bei Fixlängen möglich
- Korrosionsbeständige Verbindungs- und Befestigungsmittel (mind. A2)

## Nutzung, Pflege, Entsorgung

---

- Kontakt mit Eisenmetall (Metallstaub, Zement, Möbelfüße) vermeiden (Verfärbungen möglich)
- Oberflächenvergütung (vor Ort) mit nicht schichtbildenden, hydrophobierenden und pigmentierten Systemen (z. B. Terrassenölen)
- Pflege je nach örtlichen Gegebenheiten und Beanspruchung (Himmelsrichtung, Verschattung, Bewuchs) mindestens 1x jährlich oder 2x (Frühjahr + Herbst); Holzbeläge reinigen und nach Trocknung nachpflegen
- Entsorgung siehe TMT-Merkblatt 08

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Dieses Merkblatt enthält Ergebnisse des INNOKOM-Ost-Projektes  
„Entwicklung von rissfreien Thermoholz (TMT)“ FKZ MF120062

## Literaturhinweise

- Weber, A.; Krug, D. (2007): Entwicklung mehrlagiger Fassadenplatten aus vergüteten Hölzern für den Außeneinsatz. Abschlussbericht 2007 zum BMBF-Teilvorhaben Reg.-Nr. 0330573B
- Schweitzer, K. (2007): Markteinführung von Thermoholzfenstern. Abschlussbericht 2007. Förderung durch BMWt im Programm InnoWatt. Förderkennzeichen IW 050209
- Beyer, M. (2010): Entwicklung von Lösungen zur Verbesserung des Lichtschutzes und der Beschichtungsqualität von transparent beschichteten Produkten aus dunklen natürlichen Hölzern sowie TMT. Abschlussbericht 2010. Förderung durch BMWi im Programm IGF; Förderkennzeichen 15840 BR
- Die Abschlussberichte zu den Forschungsvorhaben können beim IHD bezogen werden (Anfrage an Anita Kühne, [kuehne@ihd-dresden.de](mailto:kuehne@ihd-dresden.de))