

Minimierung der Rissbildung bei TMT durch Weiterentwicklung des thermischen Modifizierungsverfahrens

Minimisation of Crack-formation in TMT by Further Developing the Thermal Modification Procedure

Projektleiter
Project Leader:
Björn Weiß

Projektbearbeiter
In-charge:
Philipp Flade,
Dr. Wolfram Scheiding,
Björn Weiß

Förderinstitution
Funding Institution:
BMW/INNO-KOM-Ost

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Die thermische Modifizierung stellt eine Möglichkeit der Holzvergütung dar. Thermoholz (TMT), das beim Modifizierungsprozess entstehende Produkt, weist im Vergleich zum nativen Holz deutlich veränderte Eigenschaften auf, z. B. eine erhöhte biologische Dauerhaftigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen. Dadurch konnten für wenig dauerhafte einheimische Holzarten völlig neue Anwendungsbereiche wie der Einsatz im frei bewitterten Außenbereich erschlossen werden.

Seit Beginn der industriellen TMT-Produktion wurden die Herstellungsprozesse nach und nach verbessert. Dennoch treten immer wieder Reklamationsfälle mit TMT im Außenbereich auf. Anlass dafür waren selten pilzliche Holzschädigungen, sondern meist eine starke Rissbildung bereits nach wenigen Monaten im Gebrauch.

Ziel des Projektes war, Erkenntnisse zu den Ursachen der starken Rissbildung sowie zu Einflüssen insbesondere des Ausgangsmaterials, aber auch der Prozessführung, zu gewinnen, um auf dieser Grundlage künftig weitgehend rissfreies TMT herstellen zu können.

MATERIAL UND UNTERSUCHUNGEN

Die Versuche erfolgten einerseits an industriell produziertem Thermoholz üblicher Qualität für den Außenbereich und andererseits an Holz, das in der Laborthermokammer des IHD unter definierten, industrieanalogen Bedin-

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

Thermal modification represents a possibility of upgrading the quality of wood. Thermally modified timber (TMT), the product resulting from the modification process, shows clearly modified properties as compared to the native wood, such as an increased biological durability against wood-destroying fungi. Therefore, completely new fields of application, such as in weathered outdoor conditions, could be opened up for less durable domestic wood species.

Since the beginning of industrial TMT production, the manufacturing process has steadily been improved. However, cases of complaint regarding TMT applied in outdoor areas keep occurring. The reason for complaining was in the least cases fungal damage to the timber, but rather crack formation after only a few months of use.

The objective of the project was to gather knowledge regarding the causes for the heavy cracking and the impacts of the source material in particular, but also regarding process control, in order to enable manufacturers to produce TMT in the future that is largely free from cracking.

MATERIAL AND INVESTIGATIONS

The tests were performed on the one hand on industrially manufactured thermally modified timber (TMT) of the usual quality for outdoor use and, on the other hand, on wood that had been modified in the laboratory thermo kiln of the IHD under defined, quasi-industrial

gungen modifiziert wurde. Als Material dienten bestimmte Sortierqualitäten der Holzarten Fichte, Esche, Rotbuche, Pappel und Birke. Die Prüfkörper wurden auf dem IHD-Freilandprüffeld (Abb. 1) in horizontaler Position (Einbausituation in Gebrauchsklasse 3.2 wie bei Terrassendielen) eingebaut. Die Proben wurden unmittelbar nach der Thermobehandlung sowie nach mehreren Zeitabständen in Freibewitterung bezüglich der Rissbildung untersucht und bewertet. Daneben erfolgte die Analyse von reklamierten, stark rissgeschädigten Praxisproben aus industrieller Produktion. Um eine Rissbildung unter definierten Bedingungen zu provozieren, wurden weitere Proben künstlich unter anderem im QUV-Gerät bewittert und anschließend Parameter für eine objektive Bewertung der Rissbildung abgeleitet. Mittels licht- und rasterelektronenmikroskopischer Untersuchungen ausgewählter Proben wurden mikrostrukturelle Veränderungen infolge der Modifizierung untersucht. Aus den gewonnenen Erkenntnissen

conditions. Several assorted qualities of wood species of spruce, ash, beech, poplar and birch served as test material. The test samples were installed on the IHD outdoor test field (Fig. 1) in horizontal position (exposure situation in use class 3.2 as with terrace decking). The samples were investigated and evaluated immediately after their thermal treatment and after several time intervals after having been exposed to free weathering regarding crack formation. Parallel to that, analyses were made of complained practical samples from industrial production that showed heavy cracking. In order to provoke cracking under defined conditions, further samples were exposed to artificial weathering, e.g., in the QUV device, and subsequently parameters were derived with a view to objectively assessing the cracking. By means of light and scanning electron microscope investigations of selected samples, microstructural changes resulting from modification were investigated. Requirements of the quality of the



Abb. 1: TMT-Varianten in Bewitterung auf dem IHD-Freilandversuchsfeld (regennass)

Fig. 1: TMT variants exposed to weathering on the IHD outdoor test field (rain-soaked)

konnten Anforderungen an die Qualität des Ausgangsmaterials und geeignete Prozessparameter zur Herstellung von rissarmem Thermoholz abgeleitet werden.

ERGEBNISSE

Bei den labortechnisch vergüteten Varianten waren direkt nach der Thermobehandlung keine inneren Spannungen nachweisbar (Mittenschnitt-Test nach DIN CEN/TS 14464). Während der Freibewitterung zeigten sich nach 14 Tagen erste makroskopisch sichtbare Rissbildungen. Gleichzeitig war infolge Sonneneinstrahlung bereits eine deutliche Vergrauerung zu beobachten.

Nach 12 Monaten Freibewitterung traten zwischen den Varianten deutliche Unterschiede bei der Rissbildung auf.

Von den modifizierten Laubhölzern zeigte Rotbuche die stärkste und Pappel die geringste Rissbildung. Bei der Bewertung wurden besondere Holzmerkmale berücksichtigt. So hatten der Braunkern bei Esche oder große Druckholzanteile bei Fichte offensichtlich keinen merklichen Einfluss auf die Rissbildung. Stärkere Faserabweichungen, wie Wimmerwuchs bei Birke, führten dagegen zu stärkerem Reißen. Die Einschnittrichtung erwies sich als entscheidend für Art und Ausmaß der Risse: Während Proben mit stehenden Jahrringen (Rift) vor allem tangentiale, jahrringparallele Risse zeigten, führten liegende Jahrringe (Flader) eher zu radialen, holzstrahlparallelen Rissen sowie zur größten Querkrümmung und insgesamt stärksten Rissbildung. Die schräge Jahrringlage (Halbrift) war insgesamt die günstigste für rissarmes TMT.

Es zeigte sich, dass die Mikrostruktur des Holzes nach sachgemäßer, schonender Modifizierung weitgehend intakt ist und keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zum

source material and suitable parameters for the manufacture of low-crack TMT could be deduced from the gained knowledge.

RESULTS

In the variants upgraded on a laboratory scale, no internal tensions were proved immediately after thermal treatment (Central Cutting Test acc. to DIN EN 144464). During exposure to natural weathering, first macroscopically visible crack formations appeared after two weeks. At the same time, unambiguous greying could be observed due to solar irradiation. After twelve months of exposure to natural weathering, clear differences showed between the variants regarding cracking.

From among the modified deciduous species, beech showed the severest cracking, whereas poplar showed the least. Special wood features were taken into account in the evaluation. The heartwood of ash, for example, or large shares of compression wood in spruce obviously had no perceptible influence onto cracking. However, stronger fibre deviations, such as wavy growth in birch, resulted in heavier cracking. The cutting direction proved to be decisive for the kind and extent of the cracks: While the sample with standing annual rings (quarter-sawn) mainly showed tangential cracks parallel to the growth rings, the lying annual rings (regular-sawn) rather tended towards radial cracks parallel with the wood rays and to the largest transverse bending and, altogether, heaviest crack formation. An oblique orientation of the annual rings (semi-quarter-sawn) was altogether the most favourable for little cracked TMT.

It appeared that the microstructure of the wood was largely intact after proper and gentle modification and that there were no significant differences compared to untreated

unbehandelten Holz vorliegen. Bei TMT mit starker, makroskopisch sichtbarer Rissbildung hingegen konnten auch zahlreiche Mikrorisse nachgewiesen werden. Diese folgten nur teilweise dem radialen Verlauf der Holzstrahlen, häufig verliefen sie schräg zwischen radialer und tangentialer Ebene und meist zwischen den Zellen im Bereich der Mittellamellen und nicht durch die Zellwände hindurch, so dass die einzelnen Holzfasern intakt erschienen (Abb. 2).

Es wurde eine Methode zur Vorhersage der im Außeneinsatz zu erwartenden Rissbildung von Massivholz entwickelt. Diese beinhaltet eine Wechselbeanspruchung der Proben durch Wasserlagerung und Ofentrocknung zur Rissprovozierung, die Bewertung von 5 wichtigen Rissparametern (Abb. 3) und die Berechnung des resultierenden Risspotentials aus den normierten Parametern als Kennwert für eine Charge bzw. Probemenge. Diese Methode ist einfach realisierbar und daher auch für die Anwendung im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) geeignet.

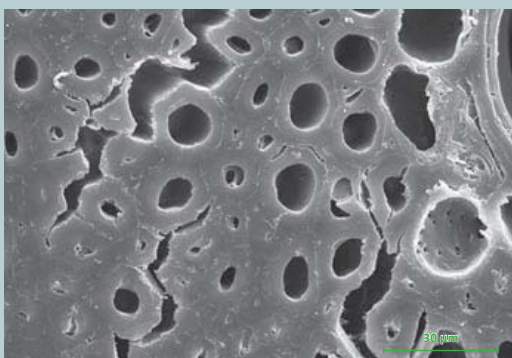


Abb. 2: rissgeschädigtes Esche-TMT, Mikrorisse meist schräg und in den Bereichen der Mittellamellen verlaufend; Querschnitt, ca. 470-fach, REM-Foto: TU Dresden

Fig. 2: Ash TMT, damaged by cracking, microcracks running mostly oblique and in the areas of the middle lamellae; cross section, approx. 470-fold enlarged; SEM micrograph: TU Dresden

wood. In TMT showing heavy macroscopically visible cracking, however, also numerous microcracks could be proven. They only partially followed the radial course of the wood rays; they ran more frequently oblique between the radial and tangential levels and mostly between the cells in the area of the middle lamellae and not across cell walls, so that the single wood fibre appeared intact (Fig. 2).

A method was developed to predict expected cracking of solid wood to be used outdoors. It included alternating stress loads on the samples by exposing them to water storage and kiln-drying to provoke cracking, an evaluation of five important crack parameters (Fig. 3) and the calculation of the resulting cracking potential out of the standardised parameters as a characteristic value for a batch or a certain quantity of samples. This method can easily be implemented and is hence suitable also for applying it to factory production control.

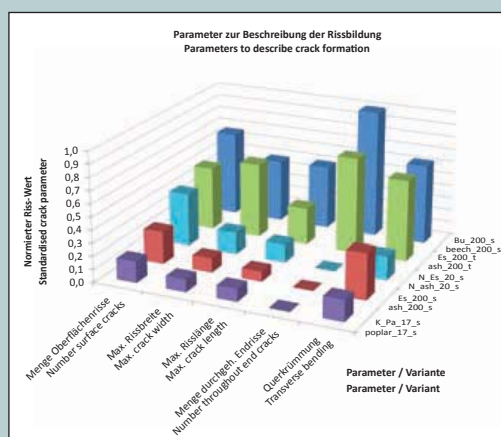


Abb. 3: Mittelwerte der normierten Rissparameter von fünf TMT-Varianten

Fig. 3: Mean values of the standardised cracking parameters from five TMT variants