

Entwicklung wärmereflektierender Holzbeschichtungen für den Einsatz im Außenbereich

Development of heat-reflecting wood coatings for outdoor application

Projektleiter

Project leader:

Dr. Tobias Meißner

Projektbearbeiter

Person in charge:

Bernd Brendler,
Yvonne Gierth,
Konrad Ließ,
Uta Sokol,
Jens Uhlemann

Fördermittelgeber

Co-funded by:

BMWK

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Der Klimawandel stellt den Gebäudesektor vor neue Herausforderungen. Die Bundesregierung hat das Ziel, bis 2045 klimaneutrale Gebäude zu haben. Aufgrund steigender Außentemperaturen ist jedoch von einem erhöhten Energiebedarf zur Gebäudekühlung auszugehen. Deshalb ist es ratsam, den Wärmeeintrag in Gebäude von Anfang an zu verringern. Neben wärmedämmenden Maßnahmen ist ein Ansatz, die Wärmestrahlung unmittelbar beim Auftreffen auf das Objekt zu reflektieren. Dem Konzept der Wärmereflexion folgend gibt es seit einiger Zeit Fassadenfarben, die spezielle IR-reflektierende Pigmente enthalten. Im Holzbau sind solche Beschichtungen, die effektiv Wärmestrahlung reflektieren können, noch weitgehend unbekannt.

Ziel des Forschungsvorhabens war folgerichtig die Entwicklung wärmereflektierender Holzaußenbeschichtungen, um die Oberflächentemperatur bei Sonneneinstrahlung durch den Einsatz IR-reflektierender Pigmente in Holzbeschichtungen zu reduzieren. Dies zielte darauf ab, geringere Innenraumtemperaturen in Gebäuden, z. B. bei Anwendung als Fassadenbeschichtung, zu erreichen. Als Ergebnis der verringerten thermischen Belastungen sollte das Langzeitverhalten von Holz und Beschichtungen verbessert werden. Bisher wird von dunkel getönten Beschichtungen bei harzreichen Hölzern wie Kiefer oder Lärche für solche Außenanwendungen abgeraten, da erhöhte Temperaturen das Risiko des Harzaustritts und der damit einhergehenden Schädigungen erhöhen.

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

Climate change poses new challenges for the building sector. The German federal government aims to have climate-neutral buildings by 2045. However, due to rising outside temperatures, it can be assumed that more energy will be required to cool buildings. It is therefore advisable to reduce the heat input into buildings from the very beginning. In addition to thermal insulation measures, one approach is to reflect heat radiation as soon as it hits the building. In line with the concept of heat reflection, façade paints containing special IR-reflecting pigments have been available for some time. Such coatings, which can effectively reflect thermal radiation, are still largely unknown in timber construction.

The objective of the research project was therefore to develop heat-reflecting wood coatings for outdoor use in order to reduce the surface temperature when exposed to sunlight by using IR-reflecting pigments in wood coatings. This aimed at achieving lower interior temperatures in buildings, e.g., when used as a façade coating. Due to reduced thermal loads, the long-term behaviour of wood and coatings was to be improved. Until now, dark-coloured coatings on resin-rich woods such as pine or larch have been discouraged for such exterior applications, as higher temperatures increase the risk of resin leakage and the associated damage.

VORGEHENSWEISE

Für die Untersuchungen kamen am Markt verfügbare IR-reflektierende Pigmente zur Anwendung, die sich hinsichtlich geometrischer Struktur, Größe, chemischer Zusammensetzung und Farbton unterschieden. Diese wurden in verschiedene Holzlacke eingearbeitet. Den wärmereflektierenden Beschichtungen wurden kommerzielle Lacke gegenübergestellt, die Standardpigmente enthielten und als solches nicht explizit als IR-reflektierend eingeordnet werden. Die Bewertung des Wärmereflexionsvermögens erfolgte indirekt über die Bestimmung des Aufheizverhaltens der beschichteten Hölzer. Dazu wurden die Prüfkörper u. a. durch die Sonne auf dem Freibewitterungsstand des IHD bestrahlt. Neben der Erfassung des Wärmereflexionsvermögens erfolgte die Prüfung der Beständigkeit der entwickelten Holzbeschichtungen gemäß DIN EN 927.

ERGEBNISSE

Erwartungsgemäß erwärmten sich hellgetönte (weiß, gelb) Beschichtungen am geringsten. Es spielte für diese hellen Oberflächen keine Rolle, ob die Beschichtungen bspw. mit einem weißen IR-reflektierenden Pigment oder nur mit handelsüblichem Titandioxid versehen waren. Temperaturunterschiede zwischen konventionellen und IR-reflektierenden Pigmenten wurden hingegen bei dunkelgetönten Beschichtungen festgestellt. Erwärmten sich Beschichtungen mit Standardpigmenten unter Sonneneinstrahlung auf Oberflächentemperaturen

APPROACH

For the tests, IR-reflective pigments available on the market were used, which differed in terms of geometric structure, size, chemical composition and colour tone. These were incorporated into various wood coatings. The heat-reflective coatings were contrasted to commercial paints that contained standard pigments and as such are not explicitly categorised as IR-reflective. The heat reflectivity was evaluated indirectly by determining the heating behaviour of the coated wood. For this purpose, the test specimens were irradiated by the sun on the outdoor exposure stand of the IHD. In addition to recording the heat reflectivity, the resistance of the developed wood coatings was tested in accordance with DIN EN 927 (artificial weathering, outdoor weathering, water permeability).

RESULTS

As anticipated, light-coloured (white, yellow) coatings heated up the least. For these light-coloured surfaces, it did not matter whether the coatings were coated with a white IR-reflective pigment or only with commercially available titanium dioxide, for example. Temperature differences between conventional and IR-reflective pigments, on the other hand, were observed with dark-coloured coatings. While coatings with standard pigments heated up to surface temperatures of approx. 50 °C (black, olive green) under solar radiation, the surfaces of the colour-matched variants with IR-

von ca. 50 °C (schwarz, olivgrün), so blieben die Oberflächen der farbgleichen Varianten mit IR-reflektierenden Pigmenten mit ca. 44–46 °C deutlich kühler. Im Hochsommer, wenn dunkelgetönte Oberflächen Temperaturen von bis zu 80 °C erreichen können, waren die Effekte der wärmereflektierenden Pigmente noch ausgeprägter. Für die olivgrün beschichteten Holzoberflächen z. B. konnten Unterschiede von über 10 K festgestellt werden. Neben der Oberflächenerwärmung wurde betrachtet, welche Auswirkungen der Einsatz IR-reflektierender Beschichtungen für die Innenraumtemperatur hat. Dazu wurden zwei identische Modellhäuser (Abb. 1 oben) gebaut. Der Unterschied im jeweils zur Beschichtung verwendeten Lacksystem lag ausschließlich im verwendeten grünen Pigment (Standard, IR-reflektierend). Beide Häuser, Basis-Haus und IR-Haus, wurden mit Temperatursensoren außen und innen versehen, um die Erwärmung des Daches, der Hauswand und des Innenraumes über mehrere Tage erfassen zu können. Die Temperaturdifferenzen der nach Süden gerichteten Außenflächen betragen um die Mittagszeit bis 12 K (Dach) bzw. 10 K (Wand). An den Innenseiten ergaben sich Unterschiede in der Oberflächentemperatur von max. 8 K (Dach) und 6 K (Wand). Aus der geringeren Erwärmung der Oberflächen des IR-Hauses resultierte schließlich eine Absenkung der Innenraumtemperatur von mindestens 4 K gegenüber dem Basis-Haus im Zeitraum der intensivsten Globalstrahlung ($\approx 900\text{--}1000 \text{ W/m}^2$). Die Unterschiede im thermischen Aufheizverhalten ließen sich ebenfalls eindrucksvoll mit Hilfe einer Thermobildkamera visualisieren (Abb. 1 unten).

Die Bewitterungsprüfungen der IR-reflektierenden Beschichtungen zeigten im Vergleich zu den parallel untersuchten kommerziellen Lacken des gleichen Beschichtungssystems mit Standardpigmenten ähnliche Ergebnisse.

reflective pigments remained significantly cooler at approx. 44–46 °C. At the peak of summer, when dark-coloured surfaces can reach temperatures of up to 80 °C, the effects of the heat-reflecting pigments were even more pronounced. For the olive-green coated wood surfaces, for example, differences of over 10 K were observed.

Apart from surface heating, the effects of using IR-reflective coatings on the interior temperature were analysed. Two identical model houses (Fig. 1 top) were built for this purpose. The only difference in the paint system used for the coating was the green pigment used (standard, IR-reflective). Both houses, the basic house and the IR house, were fitted with temperature sensors outside and inside to record the heating of the roof, the house wall and the interior over several days. The temperature differences of the south-facing exterior surfaces were up to 12 K (roof) and 10 K (wall) at midday. On the inside, there were differences in the surface temperature of max. approx. 8 K (roof) and 6 K (wall). The lower heating of the surfaces of the IR house ultimately resulted in a reduction in the indoor temperature of at least 4 K compared to the base house during the period of the most intensive global radiation ($\approx 900\text{--}1,000 \text{ W/m}^2$). The differences in thermal heating behaviour could also be impressively visualised with the help of a thermal imaging camera (Fig. 1 bottom).

The weathering tests of the IR-reflective coatings showed similar results compared to the commercial paints of the same coating system with standard pigments that were tested in parallel.

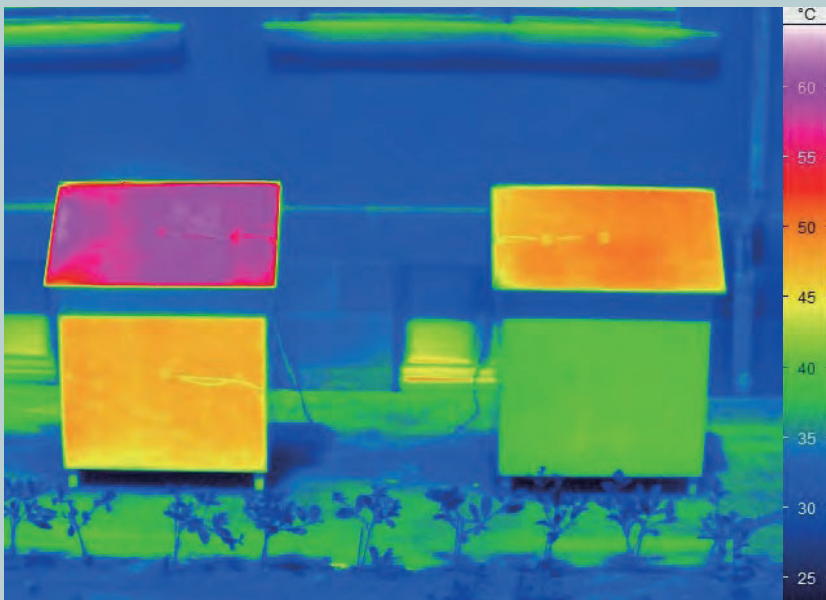


Abb. 1: Modellhäuser bestehend aus Basis-Haus (links) und IR-Haus (rechts);
Fotografische Abbildung (oben) und thermografische Aufnahme (unten)

Fig. 1: Model houses consisting of basic house (left) and IR house (right);
photographic image (top) and thermographic image (bottom)