

# Beständige Pulverlackbeschichtungen für thermo-mechanisch modifizierte Holzsubstrate aus einheimischen Hölzern

## Durable powder coatings for thermo-mechanically modified wood substrates made from native wood species

### Projektleiterin

**Project leader:**  
Petra Schulz

### Projektbearbeiter

**Person in charge:**  
Bernd Brendler,  
Sokol Uta

### Fördermittelgeber

**Co-funded by:**  
BMEL (FNR)

### Projektpartner

**Project partners:**  
Akzo Nobel Powder Coatings GmbH,  
Deutsche Holzveredelung Schmeing GmbH & Co. KG,  
Heraeus Noblelight GmbH,  
IGP Pulverlacktechnik AG,  
IOLITEC GmbH,  
Kabe Bubenhofer AG,  
Keyland Polymer LLC,  
ter Hürne GmbH & Co. KG,  
OM Maschinenbau GbR

### AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Als naturbasierter Werkstoff spielt Holz für die Nachhaltigkeit von Prozessen und Produkten in der heutigen Zeit eine wichtige Rolle, vor allem unter Berücksichtigung der immer größer werdenden Ressourcenknappheit, der steigenden Rohstoff- und Produktkosten sowie der politisch geforderten Nachhaltigkeit von Prozessen. Umso wichtiger wird es daher, auch neue Konzepte zur Herstellung witterungsbeständiger Holzprodukte für den Außenbereich zu entwickeln. Diese Thematik wurde in diesem Forschungsprojekt in Kooperation mit der Technischen Universität Dresden untersucht. Die Pulverlackierung gilt im Vergleich zur Flüssiglackierung als nachhaltig, da sie VOC-frei ist und Pulverlackreste wieder in den Prozess rückgeführt werden können. Bei nativem Holz eingesetzt, sind die benötigten hohen Prozesstemperaturen beim Aufschmelzen und Vernetzen jedoch hinderlich, da sie zu Ausgasungen von Holzinhaltstoffen oder Feuchtigkeit führen und damit die Beschichtungsqualität negativ beeinflussen können. Ziel war es deshalb, neue Holzsubstrate aus schnellwachsenden einheimischen Hölzern zu entwickeln. Hierfür sollten Hölzer so verdichtet werden, dass Substrate daraus besser mit Pulverlacken beschichtet werden können. Um außerdem deren thermische Belastung dabei gering zu halten, sollten auch strahlenvernetzbar Pulver zum Einsatz kommen. Ziel war die

### INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

As a nature-based material, wood plays an important role today for the sustainability of processes and products, above all under the aspects of the ever-growing scarcity of resources, increasing raw material and product costs, and the politically mandated sustainability of processes. Therefore, it is becoming all the more important to develop new concepts for the manufacture of weather-resistant products made of wood for outdoor use. This topic was investigated within the scope of this project in collaboration with the Technische Universität Dresden. Compared to liquid coating, powder coating is considered to be sustainable as it is free from VOC, and powder residues can be returned to the process again. Applied with native wood, however, the high process temperatures required for melting and crosslinking pose a drawback, as they lead to the offgassing of wood ingredients or moisture, thus negatively impacting the coating quality. Therefore, it was the goal to develop new wood substrates from fast-growing domestic species. For that purpose, the various timbers were to be compressed in such a way that substrates allowed enhanced powder coating. In order to additionally keep their exposure to thermal load low, radiation crosslinkable powders were intended to be applied. The goal was to develop coating systems on wood substrates that were able to sustain weathering conditions in outdoor use.

Entwicklung von Beschichtungssystemen auf Holzsubstraten, die in Außenanwendungen bei Witterungseinflüssen bestehen konnten.

#### VORGEHENSWEISE

Als schnellwachsende Hölzer wurden nach ersten Untersuchungen Birke und Pappel ausgewählt. Hierbei lag das besondere Augenmerk auf der Porenverteilung und dem Gesamtanteil der Poren an der Holzmasse. Nach Optimierungsschritten lief der Verdichtungsprozess bei geringer Geschwindigkeit (1 mm/min) und einer Temperatur von 140 °C über eine Zeit von 240 min. Als optimal für die Beschichtungen haben sich eher geringe Verdichtungen des Porenvolumens um 20 % erwiesen. Nach der Verdichtung wurden die Hölzer in Paneele konfektioniert und für die Beschichtung zu flächigen Substraten verklebt. Solche Substrate konnten jedoch auch in 3D-Formate z. B. Rohre verformt werden. Zur Verbesserung der Formstabilität erfolgten Untersuchungen zum thermischen Nachbehandeln der verdichteten Hölzer. Getemperte Holzsubstrate wurden vor der Pulverlackierung konditioniert oder geprimert. Primer waren ionische Flüssigkeiten oder leitfähige Additive. Es fanden Eignungsbewertungen der Beschichtungen an einer Vielzahl von NT- und UV-Pulverlacken statt. Auftretende Unterschiede in der Porengröße wirkten sich störend auf die Beschichtung aus, so dass ebenso der Ein-

#### APPROACH

Initial investigations were followed by selecting birch and poplar as fast-growing wood species. Special attention was paid to the pore distribution and the total proportion of pores in the wood mass. After optimising steps, the compaction process ran at low speed (1 mm/min) and a temperature of 140 °C for a time of 240 min. Rather low compactions of the pore volume by approx. 20 % proved to be optimal for the coatings. After compaction, the woods were made up into panels and glued into laminar substrates for coating. But such substrates also allowed to shape them in 3D formats, e.g., pipes. For enhancing the dimensional stability, investigations were carried out on the thermal post-treatment of the compacted woods. Tempered wood substrates were conditioned or primed before powder coating. Ionic liquids or conductive additives were used as primers. Evaluations of the coatings' fitness were carried out on a variety of LT and UV powder coatings. Differences that occurred in pore size had a disturbing effect on the coating, so that the influence of the fibre flow of the panels on the coating result was also investigated. Ultimately, the wood substrates and powder coatings evaluated in the laboratory as suitable for their coating were used in trials by industrial partners.

fluss des Faserverlaufes der Paneele auf das Beschichtungsergebnis untersucht wurde. Abschließend wurden die im Labor als geeignet evaluierten Holzsubstrate sowie Pulverlacke für deren Beschichtung in Versuchen bei Industriepartnern eingesetzt.

## ERGEBNISSE

Ursachen für Schichtinhomogenitäten waren ungleichmäßige Porengrößen an der Substratoberfläche, wodurch die Feuchteannahme bei Konditionierung oder die Beschichtung mit leitfähigen Additiven nur ungleichmäßig erfolgen konnten. Parameter- und Technologieoptimierungen sowie das zweischichtige Lackieren führten dann zu verbesserten Beschichtungen. Für die Beschichtungen mit den UV-Pulverlacken kamen Systeme ohne und mit Pigment zum Einsatz. Sowohl LED-UV als auch Breitband-UV vernetzten die einschichtig aufgetragenen Pulverlacke zu schnell, so dass aufsteigende Ausgasungen nicht mehr austreten konnten. Sichtbar wurde dieser Effekt über die gesamte Fläche und insbesondere bei Klarlacken. Das Vorvernetzen einer ersten Schicht mit nachfolgend applizierter und durchvernetzter Deckschicht verbesserte die Qualität dieser Beschichtungen. Die Vernetzung der UV-Pulverlacke mit Elektronenstrahlen lieferte qualitativ bessere Beschichtungen, da keine zusätzliche Erwärmung während der Vernetzung zu Beschichtungsfehlern führte.

Der NT-Pulverlack mit speziellem Primer ließ sich dann im industriellen Versuch (Abb. 1) mit den besten Ergebnissen auf den neuen Holzsubstraten applizieren. Die optimierten Pulverlack-Beschichtungen mit dem NT-Pulverlack lieferten besonders für Birke gute

## RESULTS

Causes of coating-layer inhomogeneities were uneven pore sizes on the substrate surface, which meant that moisture acceptance during conditioning or coating with conductive additives could only take place unevenly. The optimisation of parameters and the technology optimisations as well as the application of two-layer coating then yielded improved coatings. Systems without and with pigments were used with the UV powder coatings. Both LED-UV and broadband UV crosslinked the powder coatings applied in one layer too quickly, so that rising offgassing could no longer escape. This effect became visible over the entire surface and especially with clear coats. Preliminary crosslinking of a first coat with a subsequently applied and crosslinked topcoat improved the quality of these coatings. Crosslinking the UV powder coatings with electron beams produced coatings of better quality, as no additional heating during crosslinking led to coating defects.

The LT powder coating with special primer could then be applied to the new wood substrates in an industrial trial (Fig. 1), yielding best results. Especially for birch, the optimised powder coatings with the LT powder coating rendered good results. There was very good coating-layer adhesion. Artificial weathering caused hardly any loss in gloss or changes in colour. Swelling and shrinkage could not yet be prevented.

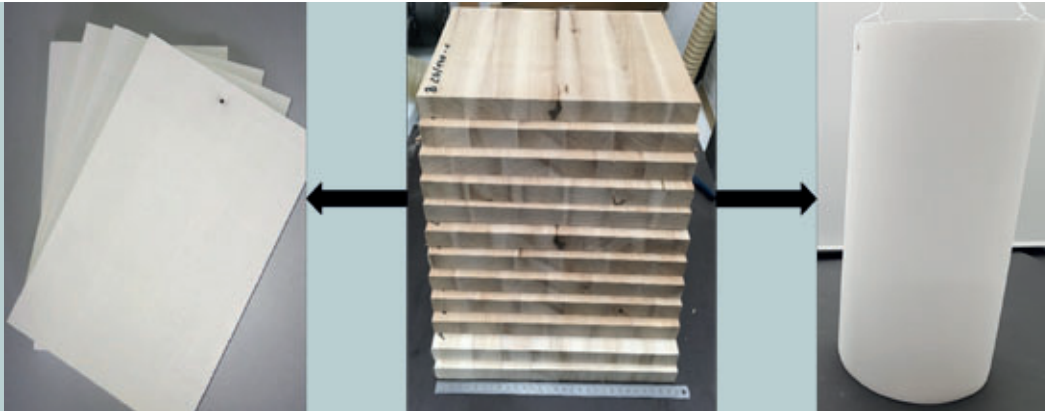


Abb. 1: Industriell pulverlackiertes Holzsubstrat aus Birke (links, 20 % verdichtet), für die Beschichtung konfektionierte Holzsubstrate aus Birke (mittig, 20 % verdichtet), 3D-Rohr pulverbeschichtet aus verdichteten Paneelen (Pappel)

Fig. 1: Wood substrate of birch, powder-coated on an industrial scale (left, compacted by 20 %); wood substrates of birch prepared for coating (centre, compacted by 20 %); powder-coated 3D pipe from compacted panels (poplar)

Ergebnisse. Es lagen sehr gute Schichthafungen vor. Bei der künstlichen Bewitterung zeigten sich kaum Glanzverluste und Farbänderungen. Das Quellen und Schwinden konnte noch nicht verhindert werden.

#### AUSBLICK

Resümieren lässt sich, dass auch einheimische Hölzer mit Pulverlack beschichtet werden können. Für Außenanwendungen sind aktuell eher NT-Pulverlacke als UV-vernetzbare Pulverlacke geeignet. Für eine praxistaugliche Anwendung der neuen Holzsubstrate sind die Quell- und Schwindprozesse und die mechanische Beständigkeit der Beschichtungen weiter zu verbessern.

#### OUTLOOK

In summary, it can be said that also domestic wood species can be powder-coated. For outdoor applications, LT powder coatings are currently more suitable than UV-curable powder coatings. For a practically useful application of the new wood substrates, the swelling and shrinkage processes require further investigation and the mechanical resistance of the coatings must continue to be improved.