

Hochleistungsmaterial für elektronische Kartensysteme im Kreditkartenformat (TV3)

High-performance material for electronic card systems in credit card format (TV3)

Projektleiter:

Project leader:

Dr. Almut Wiltner

Projektbearbeiter:

In-charge:

Christoph Scheffel

Projektpartner (FST 1):

Project partner (FST 1):

Plasticard-ZFT GmbH & Co. KG (TV1),
TU Dresden, Institut für
Stahl- und Holzbau (TV2)

Fördermittelgeber:

Co-funded by:

BMLEH

Projekträger:

Project management:

FNR

Förderprogramm:

Funding programme:

IGF

Förderkennzeichen:

Funding code:

2220HV094C

Laufzeit:

Term:

01.11.2021 - 30.06.2025

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Im Rahmen des Verbundprojektes WoodCard wurde die Entwicklung eines nachhaltigen, holzbasierten Hochleistungsmaterials für elektronische Kartensysteme im Kreditkartenformat verfolgt. Ziel war es, konventionelle, überwiegend petrochemisch basierte Kunststoffkarten durch lignocellulosebasierte Mehrlagenverbunde zu ersetzen, ohne dabei Abstriche bei mechanischer Leistungsfähigkeit, Maßhaltigkeit, Gebrauchstauglichkeit oder Personalisierbarkeit hinzunehmen. Das Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) war im Teilvorhaben 3 (TV3) für die Entwicklung und Bewertung geeigneter Delignifizierungsprozesse verantwortlich. Im Fokus standen die gezielte partielle Delignifizierung von Holz-Einzellagen, die Bestimmung des verbleibenden Ligninanteils, sowie Maßnahmen zur Verbesserung der hydrolytischen und hygrischen Beständigkeit der Materialien. Ziel war es, reproduzierbare Einzellagen bereitzustellen, die sich für die nachfolgende Verdichtung und den Aufbau von Multilagenverbunden eignen.

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

The WoodCard joint project pursued the development of a sustainable, wood-based high-performance material for electronic card systems in credit card format. The aim was to replace conventional, predominantly petrochemical-based plastic cards with lignocellulose-based multi-layer composites without compromising mechanical performance, dimensional stability, fit for the intended use or personalisation. The Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) was responsible for the development and assessment of suitable delignification processes in sub-project 3 (TV3). The focus was on the targeted partial delignification of individual wood layers, the determination of the remaining lignin content, and measures to achieve improvement in the hydrolytic and hygric resistance of the materials. The aim was to provide reproducible individual layers that are suitable for subsequent compression and the construction of multi-layer composites.

APPROACH

To achieve the objective, different chemical delignification processes were investigated and systematically varied. Delignification was carried out under alkali, acid and organosolv conditions. The process parameters of temperature and treatment duration were adjusted to achieve defined degrees of lignin reduction. The lignin content of the treated

VORGEHENSWEISE

Zur Erreichung der Zielstellung wurden unterschiedliche chemische Delignifizierungsverfahren untersucht und systematisch variiert. Die Delignifizierung erfolgte unter alkalischen, sauren und Organosolv-Bedingungen. Die Prozessparameter Temperatur und

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

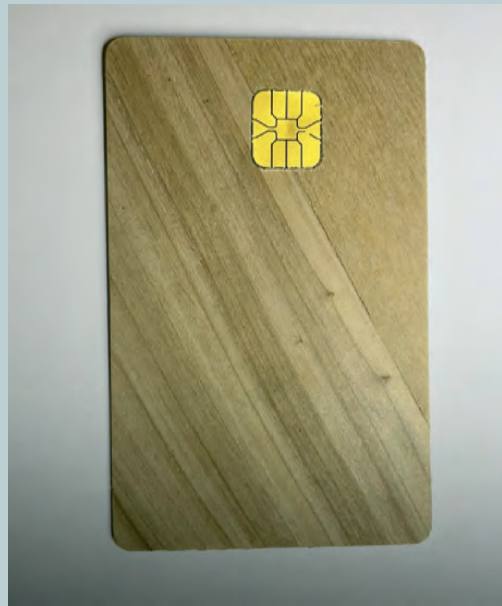


Abb. 1: Pappel-Starkfurnier vor und nach Delignifizierung (links) und Mehrlagen-Aufbau im Kreditkartenformat mit integriertem Chip (rechts)

Fig. 1: Poplar plywood before and after delignification (left) and multi-layer structure in credit card format with integrated chip (right)

Behandlungsdauer wurden angepasst, um definierte Ligninreduktionsgrade zu erzielen. Der Ligningehalt der behandelten Einzellagen wurde sowohl mittels etablierter Referenzverfahren als auch mithilfe analytischer Schnellmethoden bestimmt. Parallel dazu entwickelte das IHD eine Schnellmethode zur Ligninbestimmung auf Basis spektroskopischer Verfahren, um zeit- und ressourcenintensive nasschemische Analysen perspektivisch zu ersetzen. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Bewertung des Quell- und Schwindverhaltens der Einzellagen. Hierzu wurden unterschiedliche hydrophobierende Additive sowie modifizierende Behandlungsansätze geprüft, um die Hydrolysebeständigkeit und Maßhaltigkeit insbesondere unter Feuchtebeanspruchung zu verbessern.

individual layers was determined using both established reference methods and rapid analytical methods. In parallel, the IHD developed a rapid method for lignin determination based on spectroscopic techniques with a view to replacing time-consuming and resource-intensive wet chemical analyses in the future. Another focus was on the assessment of the swelling and shrinkage behaviour of the individual layers. To this end, various hydrophobic additives and modifying treatment approaches were tested in order to improve dimensional stability, particularly under moisture stress.

ERGEBNISSE UND AUSBLICK

Im Projektverlauf konnte die partielle Delignifizierung von Laubholz-Einzellagen reproduzierbar umgesetzt und hinsichtlich ihres Einflusses auf die nachfolgende Verdichtung systematisch bewertet werden. Untersucht wurden unterschiedliche Delignifizierungsverfahren mit variierenden Prozessparametern (Temperatur, Zeit, Chemikalienkonzentration), wobei sich insbesondere Pappel als geeigneter Rohstoff erwies. Es wurde ein optimaler Bereich des verbleibenden Ligningehaltes identifiziert, der bei etwa 25 - 32 % des ursprünglichen Ligningehaltes liegt. In diesem Bereich konnte eine ausreichende strukturelle Integrität der Einzellagen bei gleichzeitig hoher Verdichtbarkeit erreicht werden. Eine weitergehende Delignifizierung führte dagegen zu einer deutlichen Reduktion der mechanischen Stabilität und wurde als nicht zielführend bewertet.

Nach der thermo-hygro-mechanischen Verdichtung konnten Einzellagen mit Zieldicken von ca. 150 - 200 µm hergestellt werden. Die mechanischen Kennwerte zeigten im Vergleich zu nativem Holz eine signifikante Steigerung: Der Elastizitätsmodul und die Biegefestigkeit erhöhten sich je nach Prozessvariante um den Faktor 4 bis 5. Entscheidend für die Kartenanwendung erwies sich insbesondere der hohe E-Modul, der Voraussetzung für das Bestehen der normativen Biege- und Torsionsprüfungen im ID-1-Format ist. In Abbildung 1 ist ein Demonstrator bestehend aus 3 delignifizierten Einzellagen zu sehen.

Zur Bestimmung des Ligningehaltes wurde eine Schnellmethode auf Basis der NIR-Spektroskopie entwickelt und mit dem Referenzverfahren verglichen. Für native und moderat delignifizierte Pro-

RESULTS AND OUTLOOK

During the course of the project, the partial delignification of individual layers of deciduous wood was reproducibly implemented and systematically assessed in terms of its effect on subsequent compression. Various delignification processes with varying process parameters (temperature, time, chemical concentration) were investigated, with poplar proving to be a particularly suitable raw material. An optimal range for the remaining lignin content was identified, which is around 25 - 32 % of the original lignin content. In this range, sufficient structural integrity of the individual layers could be achieved while maintaining high compressibility. Further delignification, on the other hand, led to a significant reduction in mechanical stability and was assessed as not effective.

After thermo-hygro-mechanical compression, individual layers with target thicknesses of approx. 150 - 200 µm could be produced. The mechanical characteristic values showed a significant increase compared to native wood: the modulus of elasticity and bending strength increased by a factor of 4 to 5, depending on the process variant. The high modulus of elasticity, which is a prerequisite for passing the normative bending and torsion tests in ID-1 format, proved to be particularly crucial for the card application. Figure 1 shows a demonstrator consisting of three delignified individual layers.

A rapid method based on NIR spectroscopy was developed for the determination of the lignin content and was compared with the reference method. For native and moderately delignified samples, the prediction model showed good agreement with the reference

ben zeigte das Vorhersagemodell eine gute Übereinstimmung mit den Referenzwerten, während alternative spektroskopische Verfahren eine höhere Streuung aufwiesen. Die Schnellmethode stellt damit eine geeignete Grundlage für eine prozessbegleitende Kontrolle des Delignifizierungsgrades dar.

Das Quellverhalten delignifizierter Einzellagen wurde unter Wasser- und Klimaeinfluss untersucht. Unbehandelte Proben zeigten eine ausgeprägte Dickenquellung, während durch hydrophobierende Behandlungen eine deutliche Reduktion der Wasseraufnahme und der Quellung erreicht werden konnte. Gleichzeitig blieb die Weiterverarbeitbarkeit der Einzellagen, insbesondere im Hinblick auf Verklebung und Verdichtung, erhalten.

Die im TV3 erzielten Ergebnisse bilden eine belastbare Grundlage für die weitere Entwicklung holzbasierter Kartenmaterialien. Zukünftige Arbeiten werden sich insbesondere auf die Skalierung der Delignifizierungsprozesse, die weitere Validierung der Schnellmethoden zur Ligninbestimmung sowie auf die Optimierung der Hydrolysebeständigkeit unter praxisnahen Beanspruchungsbedingungen konzentrieren. Darüber hinaus bieten die gewonnenen Erkenntnisse Ansatzpunkte für die Übertragung der entwickelten Verfahren auf weitere lignocellulosebasierte Anwendungen mit hohen Anforderungen an Maßhaltigkeit und Dauerhaftigkeit.

values, while alternative spectroscopic methods showed higher spread. The rapid method thus provides a suitable basis for in-process control of the degree of delignification.

The swelling behaviour of delignified single layers was investigated under the influence of water and climate. Untreated samples showed pronounced thickness swelling, while hydrophobic treatments achieved a significant reduction in water intake and bulking. At the same time, the processability of the single layers was maintained, particularly with regard to bonding and compression. The results achieved in TV3 form a solid basis for the further development of wood-based card materials. Future work will focus in particular on scaling up the delignification processes, further validating the rapid methods for determining lignin content, and conducting optimisation of hydrolysis resistance under practical stress conditions. Beyond this, the findings provide starting points for transferring the developed processes to other lignocellulose-based applications with high requirements for dimensional stability and durability.