

Recyclinggerechte Konstruktion von Funktionsbeschlägen – Entwicklung eines justier- und lösbaren Textilscharniers für Holzmöbel

Recyclable design of functional fittings – development of an adjustable and removable textile hinge for wooden furniture

Projektleiter:
Project leader:
Kevin Schlunze

Projektbearbeiter:
In-charge:
Kevin Schlunze,
Sven Knothe

Projektpartner:
Project partners:
Fraunhofer WKI,
Anwendungszentrum
HOFZET,
Topp Textil GmbH

Projekträger:
Project management:
EURONORM GmbH

Fördermittelgeber:
Co-funded by:
BMELH

Förderprogramm:
Funding programme:
INNO-KOM

Förderkennzeichen:
Funding code:
2221HV035A

Laufzeit:
Term:
01.09.2022 - 31.12.2024

Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Die stoffliche Verwertung von Altholz aus Kastenmöbeln wird derzeit maßgeblich durch den hohen Anteil metallischer Funktionsbeschläge eingeschränkt. Scharniere, Schlösser und Verbindungselemente müssen vor dem Recycling aufwendig separiert werden, was in der Praxis häufig unterbleibt und zu einer energetischen Verwertung großer Möbelanteile führt. Damit gehen sowohl wertvolle Holzressourcen als auch Potenziale zur langfristigen CO₂-Speicherung verloren. Ziel des Verbundvorhabens war die Entwicklung eines recyclinggerechten, metallfreien Funktionsscharniers für Kastenmöbel, das auf textilen Strukturen aus überwiegend nachwachsenden Rohstoffen basiert. Im Mittelpunkt stand dabei ein justier- und demontierbares Textilscharnier, das die Funktion konventioneller Möbelscharniere erfüllt und zugleich eine einfache Trennung von Holz und Fremdstoffen ermöglicht. Neben der reinen Funktionsfähigkeit sollten Aspekte wie Reparierbarkeit, Austauschbarkeit einzelner Möbelkomponenten sowie die Integration in bestehende Fertigungsprozesse berücksichtigt werden. Aus Sicht des IHD lag der Fokus insbesondere auf der konstruktiven Auslegung des Holz-Textil-Verbundes, der Entwicklung geeigneter Justier- und Arretierungsmechanismen sowie der mechanischen Bewertung und Optimierung der Gesamtkonstruktion.

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

The material recycling of waste wood from cabinet furniture is currently significantly limited by the high proportion of metal fittings. Hinges, locks and connecting elements must be laboriously separated before recycling, which is often not done in practice and leads to large proportions of furniture being used for energy generation. This results in the loss of both precious wood resources and potential for long-term CO₂ storage. The aim of the joint project was to develop a recyclable, metal-free functional hinge for cabinet furniture based on textile structures made predominantly from renewable raw materials. The focus was on an adjustable and removable textile hinge that fulfils the function of conventional furniture hinges while also enabling easy separation of wood and foreign materials. In addition to pure functionality, aspects such as reparability, of individual furniture components and integration into existing manufacturing processes should be taken into account. From the IHD's point of view, the focus was particularly on the structural design of the wood-textile composite, the development of suitable adjustment and locking mechanisms, and the mechanical assessment and optimisation of the overall design.

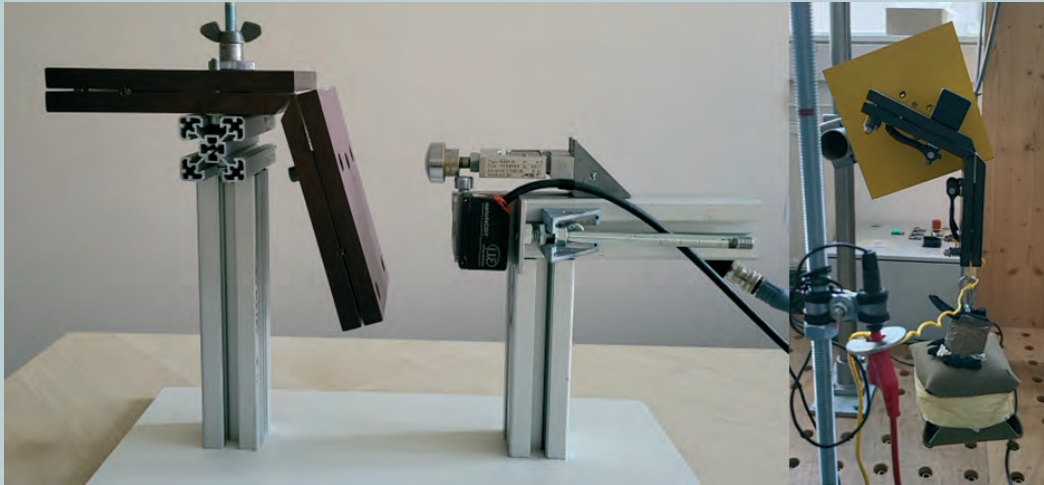


Abb. 1: Tests zur Ermittlung des Kraft-Winkel-Verhaltens; links: experimenteller Aufbau des Prüfstandes, rechts: experimenteller Aufbau des Taumeltests

Fig. 1: Tests to determine the force-angle behaviour; left: experimental setup of the test bench, right: experimental setup of the wobble test

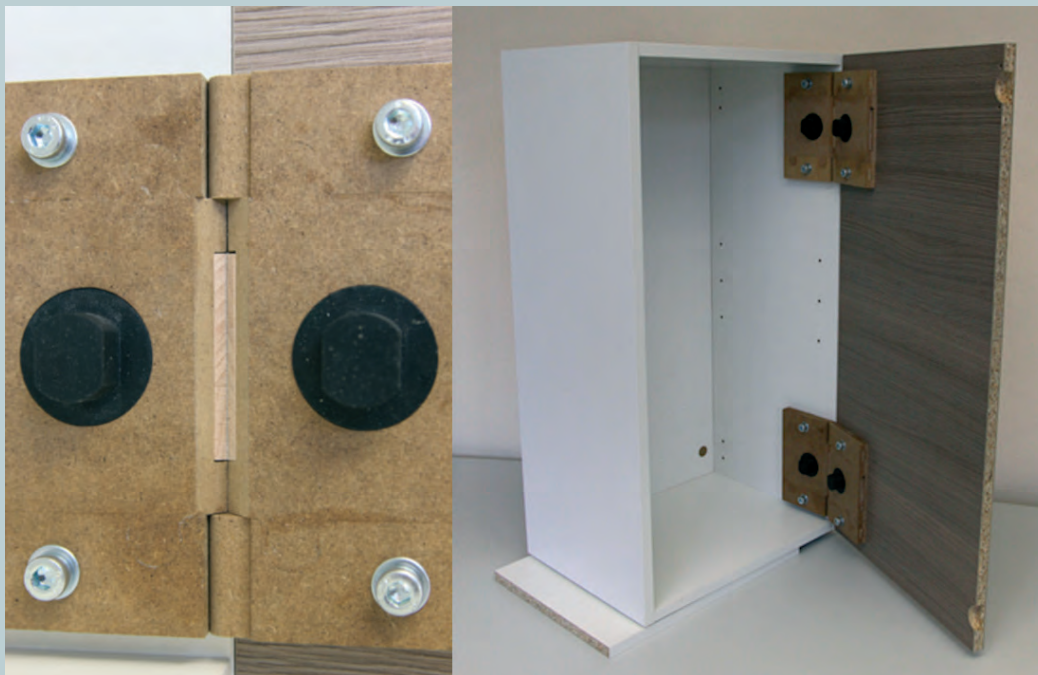


Abb. 2: Demonstrator des Textilscharniers; links: Detailaufnahme im Möbel, rechts: Einbausituation des Scharniers

Fig. 2: Demonstrator of the textile hinge; left: detailed view in furniture, right: installation situation of the hinge

VORGEHENSWEISE

Die Bearbeitung des Vorhabens erfolgte arbeitsteilig im Verbund mit Industrie- und Forschungspartnern. Aufbauend auf einer normativen und konstruktiven Anforderungsanalyse wurden zunächst die funktionalen Anforderungen an Möbelkorpus und Scharnier definiert und in einem

APPROACH

The project was carried out during machining in collaboration with industry and research partners. Based on a normative and constructive requirements analysis, the functional requirements for the furniture body and hinge were first defined and compiled in a technical specification. Subsequently,

technischen Lastenheft zusammengeführt. Am IHD erfolgte anschließend die konstruktive Entwicklung der Holzkomponenten sowie der verschiedenen Varianten zur Justierung, Arretierung und Schubaufnahme. Parallel dazu entwickelten die Partner unterschiedliche textile Scharnierlösungen auf Basis von Leinengeweben und biopolymerer Funktionalisierung. Die konstruktiven Ansätze wurden iterativ kombiniert, prototypisch umgesetzt und schrittweise optimiert. Zur Bewertung der Tragfähigkeit und Dauerhaltbarkeit waren am IHD numerische Simulationen (FEM) für Zug-, Schub-, Biege- und Torsionsbelastungen vorgesehen. Ergänzend kamen experimentelle Prüfverfahren zum Einsatz, darunter ein weiterentwickelter Taumeltest sowie neu konzipierte Prüfaufbauten zur Bewertung des Kraft-Winkel-Verhaltens textiler Scharniere (Abb. 1). Darauf aufbauend wurde eine Vorzugsvariante ausgearbeitet und in einem funktionsfähigen Demonstrator umgesetzt.

ERGEBNISSE

Als zentrales Projektergebnis konnte ein funktionsfähiges, justierbares Textilscharnier für Kastenmöbel entwickelt werden (Abb. 2), das ohne metallische Beschlagteile auskommt und eine deutliche Verbesserung der Recyclingfähigkeit ermöglicht. Die entwickelte Vorzugsvariante kombiniert ein mehrlagiges, teilfunktionalisiertes Leinengewebe mit einer konstruktiv optimierten Holzaufnahme und einem stufenlos einstellbaren Justiermechanismus. Die mechanischen Untersuchungen zeigten, dass die entwickelte

the IHD carried out the design development of the wooden components and the various variants for adjustment, locking and shock absorption. At the same time, the partners developed different textile hinge solutions based on linen fabrics and biopolymer functionalisation. The design approaches were iteratively combined, prototypically implemented and gradually optimised. To perform the assessment of the load-bearing capacity and durability, numerical simulations (FEM) for tensile, shear, bending and torsional loads were planned at the IHD. In addition, experimental test methods were used, including an advanced tumbling test and newly designed test setups for the assessment of the force-angle behaviour of textile hinges (Fig. 1). Based on this, a preferred variant was elaborated and implemented in a functional demonstrator.

RESULTS

The key result of the project was the development of a functional, adjustable textile hinge for box furniture (Fig. 2) that does not require any metal fittings and achieves a significant improvement in recyclability. The preferred variant combines a multi-layered, partially functionalised linen fabric with a structurally optimised wooden mount and a steplessly adjustable mechanism. Mechanical tests showed that the developed design can reliably absorb the relevant loads in furniture use. FEM simulations and experimental tests confirmed that the assemblies are sufficiently dimensioned. Design measures to absorb shear forces and reduce the free

Konstruktion die relevanten Belastungen im Möbelbetrieb zuverlässig aufnehmen kann. FEM-Simulationen und experimentelle Prüfungen bestätigten eine ausreichende Dimensionierung der Baugruppen. Durch konstruktive Maßnahmen zur Schubaufnahme und zur Reduktion der freien Textillänge konnte eine unerwünschte Türabsenkung wirkungsvoll verhindert werden. Ein wesentliches Ergebnis ist zudem das nachgewiesene hohe Recyclingpotenzial der entwickelten Lösung. Der Störstoffanteil des Scharniers konnte auf unter 3 % reduziert werden, wodurch eine stoffliche Verwertung der Möbelkomponenten deutlich erleichtert wird. Die Projektergebnisse wurden in einem Demonstrator umgesetzt und hinsichtlich ihrer industriellen Umsetzbarkeit bewertet. Damit zeigt das Vorhaben eine realistische Perspektive für den Einsatz recyclinggerechter Textilscharniere in der Serienfertigung.

textile length effectively prevented unwanted door sagging. Another key result is the proven high recycling potential of the developed solution. The proportion of impurities in the hinge was reduced to less than 3%, which makes it much easier to recycle the furniture components. The project results were implemented in a demonstrator and subject to an assessment of their industrial feasibility. The project thus shows a realistic prospect for the use of recyclable textile hinges in series production.