

Entwicklung biobasierter Lichtschutzmittel für Holzoberflächen

Development of bio-based light stabilisers for wood surfaces

Projektleiter:

Project leader:

Dr. Mario Rapp

Projektbearbeiter:

In-charge:

Dr. Daniel Hafner,
Uta Sokol,
Nadia Riedel

Fördermittelgeber:

Co-funded by:

BMWE

Förderprogramm:

Funding programme:

INNO-KOM

Förderkennzeichen:

Funding code:

49MF220165

Laufzeit:

Term:

01.02.2023 - 31.07.2025

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Holzoberflächen unterliegen einer ausgeprägten photooxidativen Alterung. UVA-Strahlung führt, insbesondere über den Abbau von Lignin, zu Vergilbung und Vergrauerung bis hin zu Rissbildung und Abrasion. Holzoberflächen müssen daher vor UVA-Einflüssen adäquat geschützt werden. Gleichzeitig erfordern Holzoberflächen einen zusätzlichen Schutz vor z. B. weiteren mechanischen oder Umwelteinflüssen, so dass in zahlreichen Anwendungen ein hoher Bedarf an transparenten Schutzschichten besteht, die die natürliche Holzoptik erhalten. Der Schutz vor UV-induzierter Farbänderung ist dabei eine der Schlüsselanforderungen, ohne dass der Lichtschutz selbst zu Eigenfärbung führen darf. Technisch wird dies durch Zusatz von Lichtschutzadditiven zu den Lackformulierungen erreicht, die sowohl das Holzsubstrat als auch den Lack oder die Lasur selbst vor photoinduzierten Schäden schützen.

Am Markt dominieren UVA-Absorber petrochemischer Herkunft, die in Formulierungen mit Radikalfängern (HALS) kombiniert werden. Vor dem Hintergrund steigender Nachhaltigkeitsanforderungen zielte das Vorhaben auf die Entwicklung und Funktionsvalidierung biobasierter UVA-Absorber aus nachwachsenden Rohstoffen ab. Angestrebt wurden hohe UVA-Extinktionen und Photo-

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVES

Wood surfaces are subject to pronounced photo-oxidative ageing. UVA radiation, in particular through the degradation of lignin, leads to yellowing and greying or even up to cracking and abrasion. Wood surfaces therefore need to be adequately protected against UVA. At the same time, wood surfaces require additional protection against, for example, further mechanical or environmental influences, meaning that there is a strong demand in many applications for transparent protective layers that preserve the natural appearance of wood. Protection against UV-induced colour change is one of the key requirements, while the light-protection system itself must not cause any intrinsic colouring. Technically, this is achieved by adding light-stabilizing additives to coating formulations, which protect both the wood substrate and the coating material itself against photo-induced damage.

The market is dominated by petrochemical UVA absorbers that are combined with radical scavengers (HALS) in formulations. Against the background of increasing sustainability requirements, the project aimed to develop and functionally validate biobased UVA absorbers from renewable resources. The objective was to achieve high UVA extinction coefficients and photostability that can compete with fossil reference systems.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

stabilitäten, die mit den fossilen Referenzsystemen konkurrieren können.

VORGEHENSWEISE

Für die Stoffentwicklung wurden Synthesekonzepte entwickelt, die biogene aromatische Plattformchemikalien als Ausgangspunkte nutzen. Hierzu wurden verschiedene phenolische Edukte aus dem Umfeld ligninbasierter Wertstoffströme und naturbasierter Aromaten ausgewählt und zu maßgeschneiderten Wirkstofffamilien umgesetzt. Im Fokus standen biobasierte Analoga der 2-Hydroxybenzophenone (HBP) sowie alternative Kandidaten aus der Klasse der Anthrachinone. Die hergestellten Substanzen wurden analytisch charakterisiert und hinsichtlich ihres UV-Absorptionsverhaltens sowie ihrer Stabilität bewertet.

Die Bewertung erfolgte zweistufig. Zunächst wurde die Photostabilität unter UV-Belichtungszyklen in Lösung mittels UV/Vis-Spektroskopie untersucht, um eine belastbare Vorauswahl zu treffen. Anschließend wurden ausgewählte Kandidaten in praxisnahen Klarlacksystemen geprüft; einem lösemittelbasierten Alkydharz und einer wasserbasierten Polyurethandispersion auf Leinölbasis. Die Formulierungen kombinierten den UVA-Absorber mit einem HALS-Lichtstabilisator, typischerweise mit 2,5 Gew.-% UVA-Absorber und 1,2 Gew.-% HALS (bezogen auf den

APPROACH

For substance development, synthesis concepts were established using biogenic aromatic platform chemicals as starting materials. To this end, various phenolic starting materials from lignin-based value streams and nature-derived aromatics were selected and converted into tailored active-substance families. The focus was on biobased analogues of 2-hydroxybenzophenones (HBP) as well as alternative candidates from the anthraquinone class. The synthesized substances were analytically characterized and assessed with regard to their UV absorption behaviour and stability.

Evaluation was carried out in two stages. First, photostability under UV exposure cycles in solution was investigated by UV/Vis spectroscopy to enable a robust preselection. Subsequently, selected candidates were tested in application-relevant clear-coat systems: a solvent-borne alkyd resin and a water-borne polyurethane dispersion based on linseed oil. The formulations combined the UVA absorber with a HALS radical scavenger, typically using 2.5 wt% UVA absorber and 1.2 wt% HALS (based on solids). After application to pine wood, colour changes after artificial irradiation were determined in accordance with DIN EN ISO 16474-2 and compared with unstabilized formulations and commercial references.

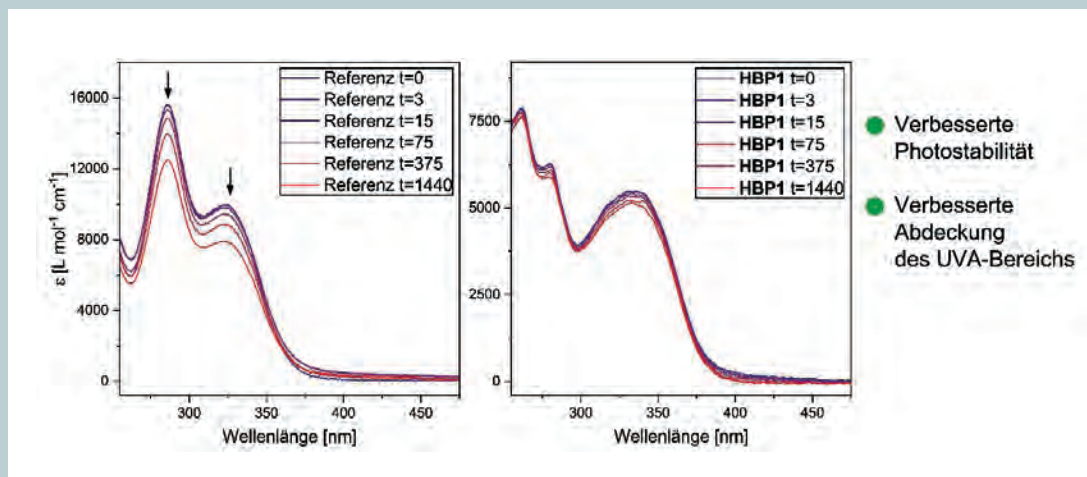


Abb. 1: Photostabilität von Lösungen aus biobasiertem HBP1 (rechts) und kommerzieller Referenz (links) unter Belichtung mit UVA (320-400 nm, 23 mW/cm²). Zeitangaben in Minuten.

Fig. 1: Photostability of solutions of biobased HBP1 (right) and commercial reference (left) under exposure to light with UVA (320-400 nm, 23 mW/cm²). Times are given in minutes.

Feststoff). Nach Applikation auf Kiefernholz wurde die Farbänderung nach künstlicher Bestrahlung gemäß DIN EN ISO 16474-2 ermittelt und mit lichtstabilisatorfreien Ansätzen sowie kommerziellen Referenzen verglichen.

ERGEBNISSE

Über mehrstufige Synthesen konnten fünf neuartige, biobasierte Lichtschutzkandidaten hergestellt werden, wovon zwei wasserlöslich sind. In den UV/Vis-spektroskopischen Untersuchungen zeigten ausgewählte biobasierte HBP-Derivate sowie ein Anthrachinon bei Bestrahlung mit einer Hg-Mitteldruckdampflampe mit 320 – 400 nm Bandpassfilter eine gegenüber Referenzabsorbieren verbesserte Photostabilität, während andere Kandidaten stärkere spektrale Veränderungen aufwiesen. Dieser Befund spiegelte sich auch in den Oberflächenuntersuchungen der Beschichtungen wider. Ausgewählte biobasierte HBP-Derivate erreichten in lösemittelbasierten und wässrigen Klarlacken

RESULTS

Using multi-step syntheses, five novel biobased light-stabilizer candidates were prepared, two of which are water-soluble.

In UV/Vis investigations, selected biobased HBP derivatives as well as one anthraquinone, irradiated with a medium-pressure mercury lamp fitted with a 320 – 400 nm bandpass filter, showed improved photostability compared with reference absorbers, whereas other candidates exhibited stronger spectral changes. This finding was also reflected in coating performance tests: selected biobased HBP derivatives achieved light protection in solvent-borne and water-borne clear coats that were comparable to, or better than, conventional HBPs while maintaining transparency. Further candidates, including the anthraquinone-based ones, also provided high protection but, due to intrinsic colour, are more suitable for pigmented systems or tinted stains. The functional principle of biobased UVA absorbers for protec-

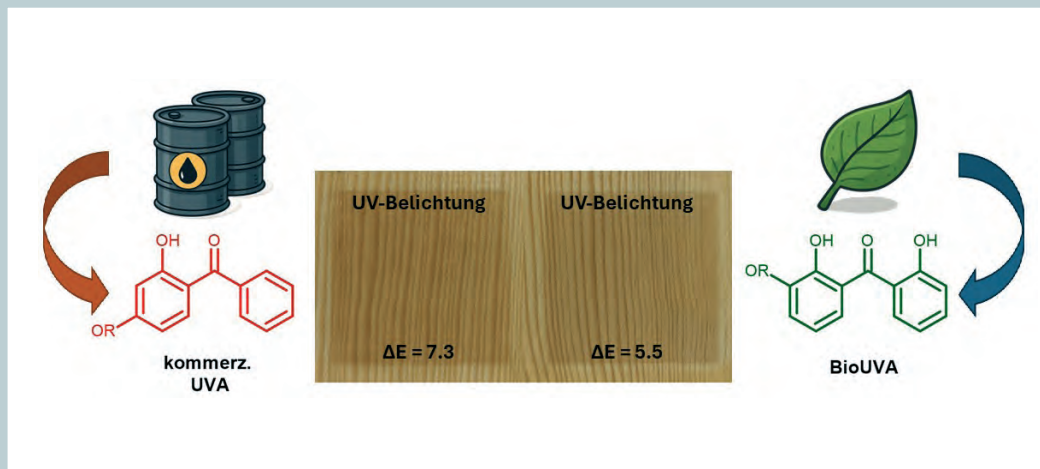


Abb. 2: Leistungsvergleich von beschichtetem Kiefernholz mittels Belichtungsprüfung angelehnt an DIN EN ISO 16474-2 mit verbesserter Farbechtheit.

Fig. 2: Performance comparison of coated wood tested via irradiation based on DIN EN ISO 16474-2 with improved colour fastness

einen mit konventionellen HBPs vergleichbaren oder verbesserten Lichtschutz bei gleichzeitig erhaltener Transparenz. Weitere Kandidaten, darunter die Anthrachinonbasierten, lieferten ebenfalls eine hohe Schutzwirkung, sind jedoch aufgrund einer Eigenfärbung eher für pigmentierte oder getönte Systeme geeignet. Das Funktionsprinzip biobasierter UVA-Absorber für den Lichtschutz von Holzoberflächen konnte somit im Labormaßstab nachgewiesen werden. Damit liegt ein belastbarer Satz an Struktur- und Formulierungskonzepten für unterschiedliche Beschichtungssysteme vor. Als wesentliche Hürde für eine spätere wirtschaftliche Umsetzung wird derzeit noch die Optimierung einzelner Syntheseschritte gesehen, um eine Wettbewerbsfähigkeit zu erreichen. Die Ergebnisse eröffnen Perspektiven für nachhaltigkeitsorientierte Produktlinien und bilden eine solide Grundlage für weitere FuE-, Transfer- und Verwertungsaktivitäten.

ting wood surfaces was thus demonstrated at laboratory scale.

A robust set of structure and formulation concepts for different coating systems was developed. A key hurdle currently still identified for later economic implementation is the optimization of specific synthesis steps in order to achieve competitiveness. The results open perspectives for sustainability-oriented product lines and provide a solid basis for further R&D, transfer and exploitation activities.