

A horizontal band across the middle of the slide features a microscopic view of a textile fiber. The fiber is shown in cross-section, revealing a complex, porous, and fibrous internal structure. The color is a vibrant green, and the texture is highly detailed, showing the intricate arrangement of fibers and voids within the material.

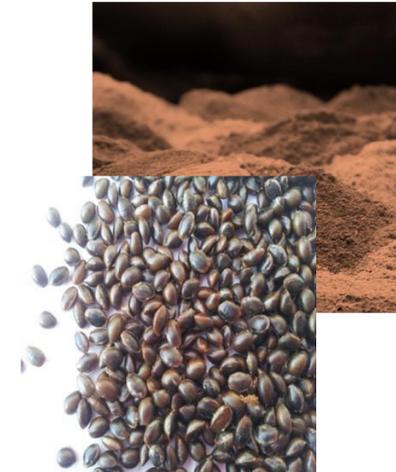
Lignin: Abfall wird zum vielversprechenden Rohstoff für die Textilbeschichtung

T. Stegmaier, C. Kaya, G. Gresser

Laubholztage 20-21.06.2024, Göppingen

Ausgangslage / Motivation

- Lignin ist ein Abfallprodukt in der Papierherstellung aus Holz
- bildet die größte nachwachsende Quelle aromatischer Bausteine
- Lignin ist biologisch abbaubar –
je nach chem. Struktur leichter oder schwerer
- Abbau von Holz (im wesentlichen Cellulose und Lignin)
dauert in der freien Natur mehrere Jahre
- Kraft-Lignin ist ein thermoplastisches Biopolymer



Quelle: Tecnar

Idee: Lignin als Schutzbeschichtung für Geotextilien aus Naturfasern entwickeln, um deren Haltbarkeit in der Natur zu verbessern.

Ausgangslage / Motivation

Geotextilien:

- Einsatz für Tief-, Wasser- und Verkehrswegebau
- Geotechnische Sicherungsarbeiten
- Bewehrungsmaterial im Erdbau für Filtern, Trennen, Schützen, Drainage, Erosionsschutz

Stand der Technik:

- Einsatz von sehr beständigen Chemiefasern
- Aber: häufig kein Rückbau, Textilien bleiben im Boden, Beitrag zu Mikroplastik
- Naturfasern zersetzen sich sehr schnell im Boden. Nach DITF Analysen innerhalb von wenigen Tagen bis einige Monate

Lösung: Naturfasergarne / Textilien mit Lignin als Schutzbeschichtung



*BETEX TP Vliesstoffe, Fa. Beco Bermüller GmbH
Vliesstoff aus Polypropylen für typische Lösungen
wie Filter-, Trenn- und/oder Schutzlage im
Straßen-, Hoch-, Tief-, Garten- und
Landschaftsbau.*



*Secutex® Green 100 %, Fa. Naue GmbH
Biologisch abbaubarer, mechanisch verfestigter
Vliesstoff für typische Lösungen:*

- Garten- und Landschaftsbau
- Temporärer Wege- und Straßenbau
- Ufersicherung/naturnaher Gewässerausbau,
Küstenschutz ...

Projektziele

- Beschichtungsrezepturen auf Basis von Lignin als Schutzschicht für Geotextilien aus Naturfasern zu entwickeln
- Standzeit von mehreren Jahren im Boden ermöglichen, um für bestimmte Anwendungen die fossilbasierten Polymerprodukte zu ersetzen.

Aufgaben



Aufarbeitung von Lignin für textile Beschichtungen mit Anpassung Rheologie, K-D Verhalten....



Weiterentwicklung der Auftragstechnologien
Erprobung verschiedener Applikationsmethoden
Nachweis der höheren Lebensdauer der neuen Geotextilien im Boden

Auswahlkriterien für Lignine

- Viele Lignine besitzen geringe mechanische Eigenschaften
- Neutraler Geruch (abhängig vom Verarbeitungsverfahren)
- Thermische Stabilität (210 °C) & Thermoplastisches Verhalten
- Konstante Qualität (Naturprodukt!)
- Verfügbarkeit
- Schwermetallfrei
- Feuchtigkeitsgehalt (5-7%)
- Schüttgewicht (250g/L)
- Gute Rieselfähigkeit (am besten in pelletierter Form)
- Preis ($\leq 1\text{€}/\text{Kg}$)



Quelle: tecnaro

Auswahlkriterien für Lignine



Thermoplastisches Lignin als Mischungspartner in Biopolymercompounds

- Fraktionen mit niedrigem Molekulargewicht
- Chemisch modifizierte Lignine, z. B. Zusatz von Weichmachern

→ führen zu verbesserten mechanischen (vor allem thermoplastischen) Eigenschaften

Thermisch inerte Lignine können als Verstärkerfüllstoff eingesetzt werden

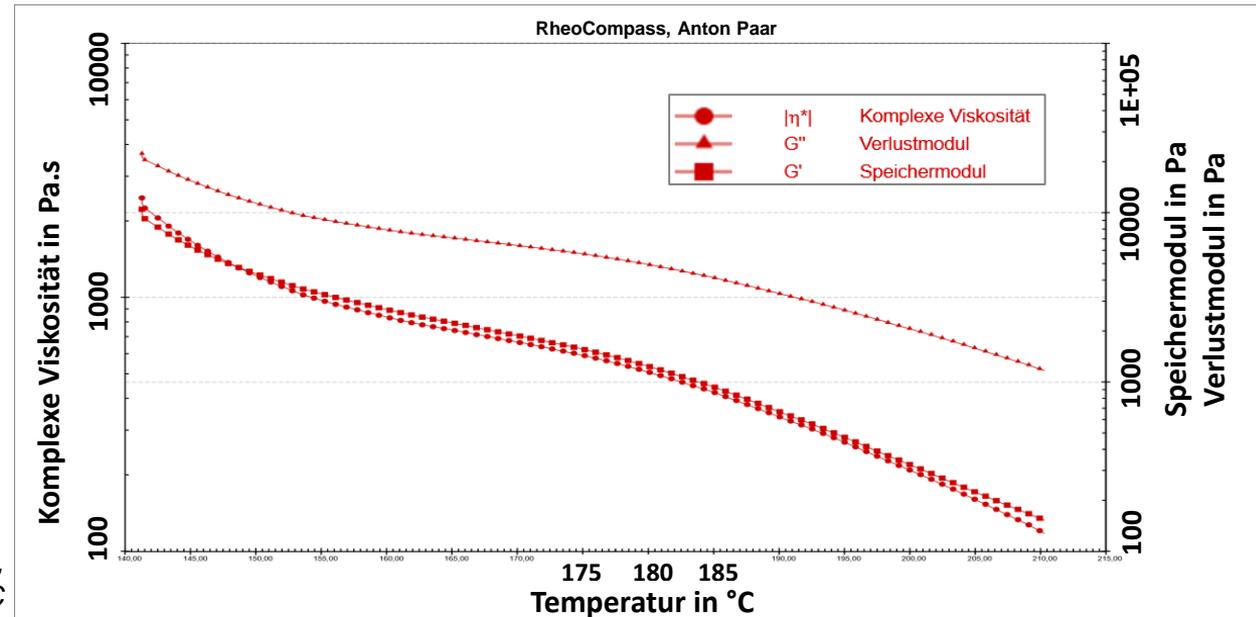
- Hauptsächlich Fraktionen mit hohem Molekulargewicht
- → verbessert die Steifigkeit von weichen Kunststoffen



Entwicklung Lignine für die Beschichtung

- Screening von potentiellen Ligninen
- Analytische Erprobung einer Auswahl von Ligninen (TGA und DSC Messungen, Rheologie, Schmelzbarkeit)
- Wärmelagerung

Rheologiemessungen
Lignintyp 2,
Timesweep bei 200°C



Entwicklung der Applikationstechniken

Flächenbeschichtung



Anlage mit modularem Aufbau: Rakel, Foulard, Hotmelt

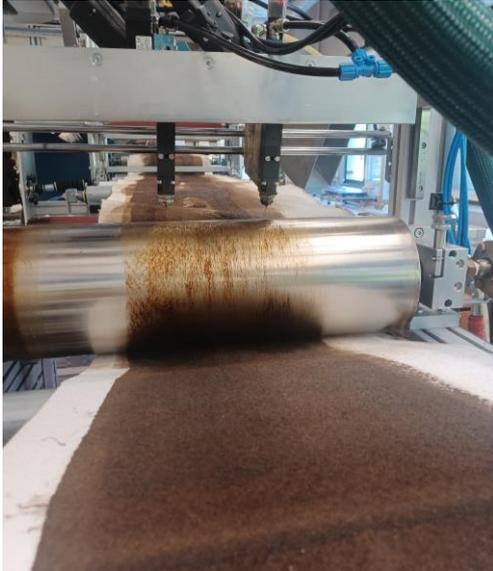
Garnbeschichtung



Extruder mit Ummantelungsdüse

Beschichtungen auf Institutsmaschinenpark

Flächenbeschichtung



Vliesstoff: 100% regenerierte Zellulose, mechanisch verfestigt

Anlagenparameter: Temperatur (Aufschmelzgerät und beheizbare Rollen): 180°C, Anpressdruck Walzen: 3400 N, Förderdruck: ca. 6 bar

Einzelgarnbeschichtung



Garn: 100% Baumwolle

Extruderparameter: Düse innen: \varnothing 1,0 mm, Düse außen: \varnothing 1,4 bzw. 2,0 mm
Produktionsgeschwindigkeit: 5 bzw. 10 m/min

Beschichtungen auf Institutsmaschinenpark

Einzelgarnbeschichtung



*Garndicke-Gesamt: 1327 μm
Beschichtungsdicke: 252 μm
Beschichtungsauflage: 0,864 g/m & 227 Gew.%*



*Garndicke-Gesamt: 1495 μm
Beschichtungsdicke: 393 μm
Beschichtungsauflage: 1,266 g/m & 333 Gew.%*



*Garndicke-Gesamt: 1849 μm
Beschichtungsdicke: 495 μm
Beschichtungsauflage: 2,128 g/m & 560 Gew.-%*

Beschichtungen auf Institutsmaschinenpark

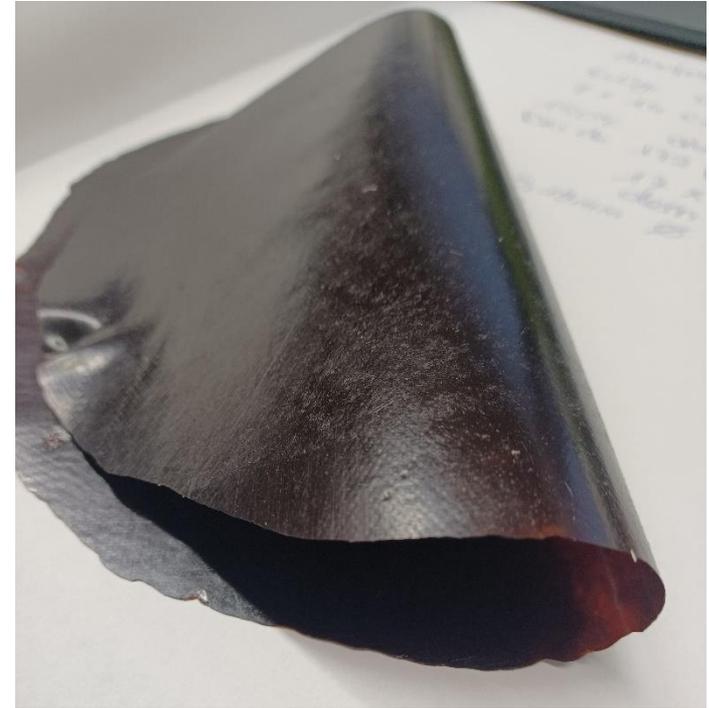
Folienherstellung

Lignin vermahlen mit 1 mm-Sieb

Folienherstellung: Heizpresse (150°C, 180 Pa, 1 min.)

Dickenvariationen:

- 0,2 mm
- 0,4 mm
- 0,6 mm



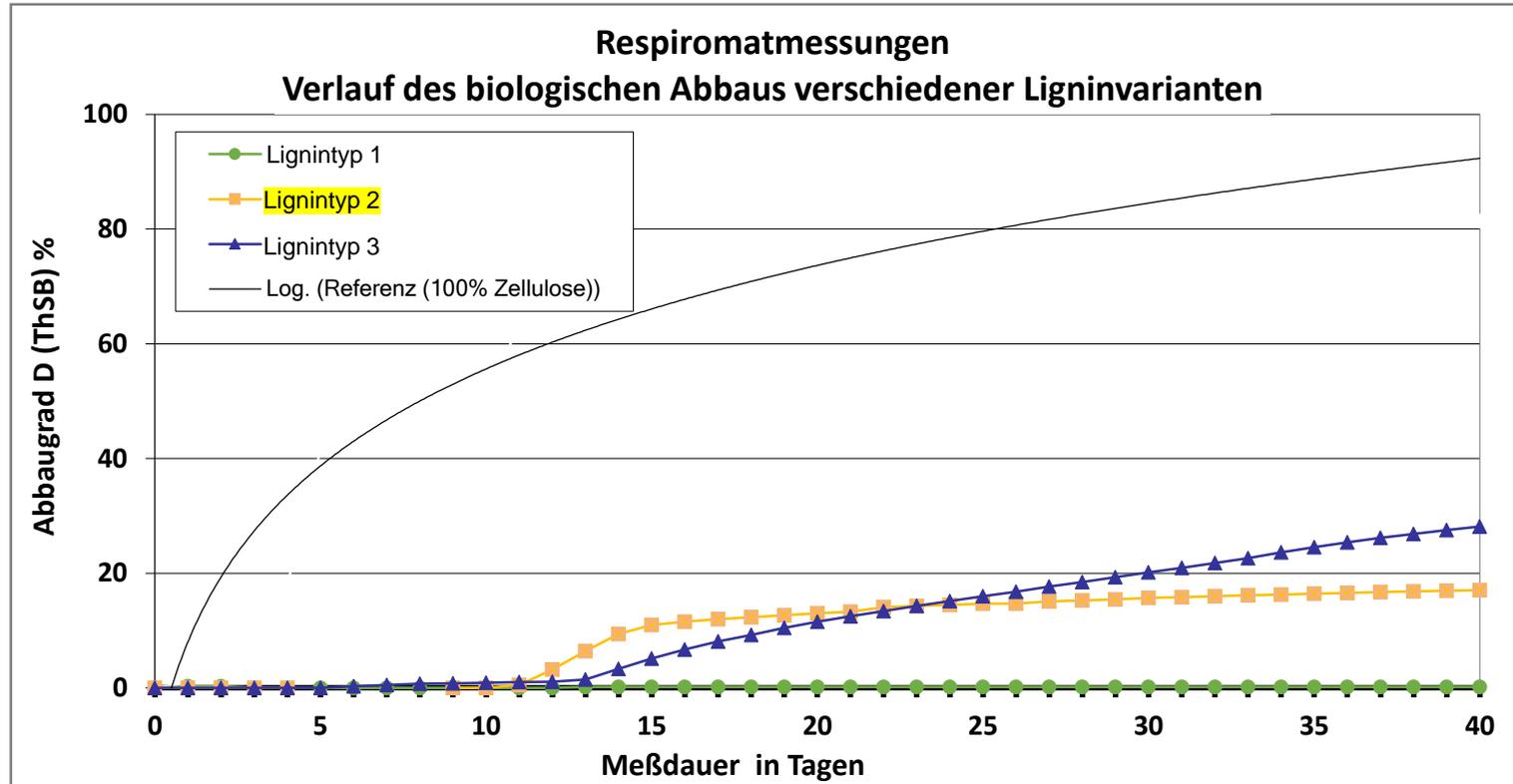
0,2 mm – Folie aus Lignin

Tests/Prüfverfahren zum biologischen Abbau

- Erdeingrabversuche im Klimaschrank mit zertifiziertem Humus (nach DIN EN ISO 11721-1 u. -2: Nachweis der Langzeitbeständigkeit einer verrottungshemmenden Ausrüstung) mit anschließenden mech. Prüfungen
- Erdeingrabversuche im Freiland mit zertifiziertem Humus mit zeitabhängigen mech. Prüfungen, Wetterdaten werden miterfasst.
- Freilandbewitterung auf der Dachanlage mit anschließenden mech. Prüfungen
- Respiromat: O₂ Verbrauch über 28 Tage, T=28°C, in Wasser mit Inokulum



Biologischer Abbau: in Wasser, aerob



Systematische Probenentnahme - Einzelgarne

Eingrabdauer im Outdoor - Testfeld [Tage]

7

21

54

90

123

158

unbeschichtete
Garnproben

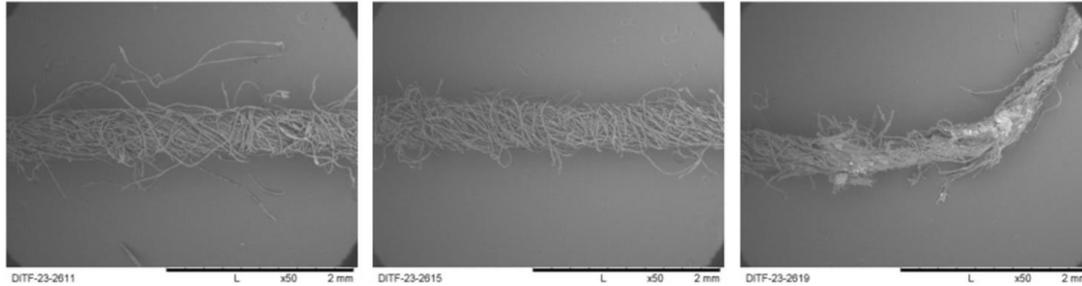


Keine Rückstände, vollständig abgebaut.

mit Lignin
beschichtete
Garnproben
(sample 1)



REM Aufnahmen nach verschiedenen Eingrabzeiten

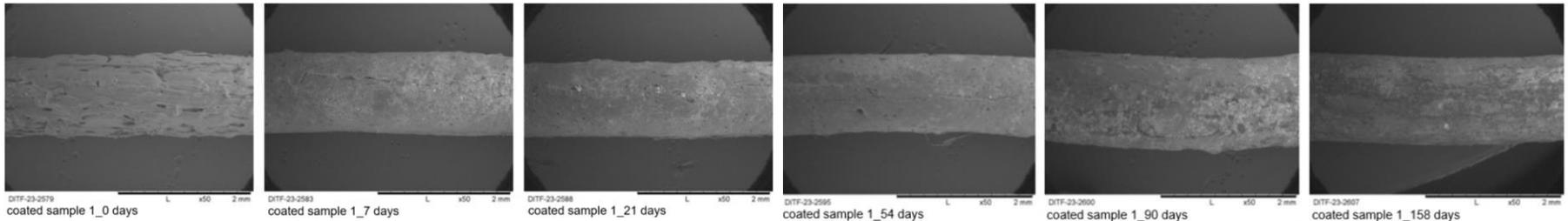


*Unbeschichtete Garnproben:
 bereits nach einer Eingrabzeit von 21 Tagen
 Faserbrüche sichtbar*

Eingrabdauer [Tage]: 0

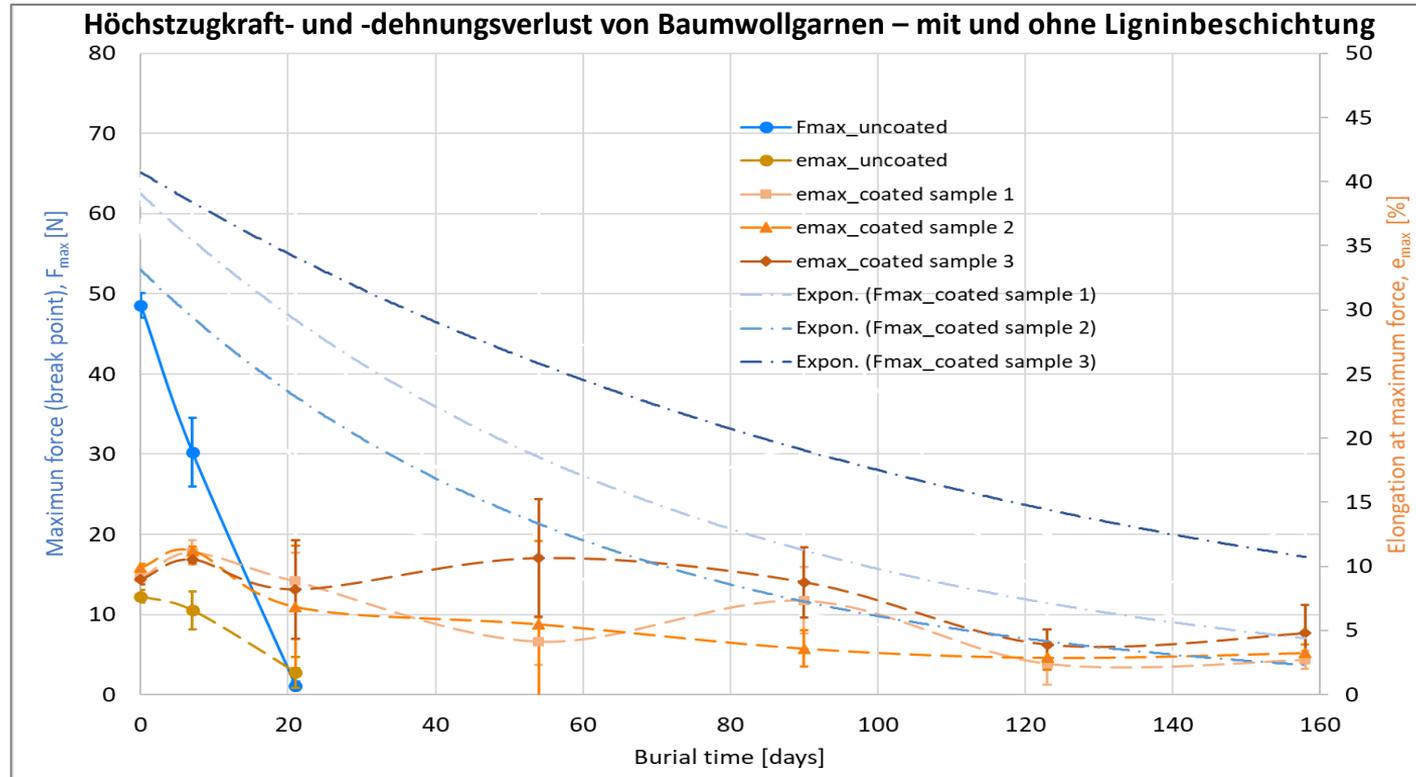
7

21



Mit Lignin beschichtete Baumwollgarne (sample 1): nach 158 Tagen optisch voll intakt.

Biologischer Abbau: im Outdoor-Eingrabfeld, Einzelgarne



Systematische Probenentnahme – Vliesstoff aus regenerierter Zellulose (weiß)

Eingrabdauer in Tagen

7

17

36

nicht-
beschichtet

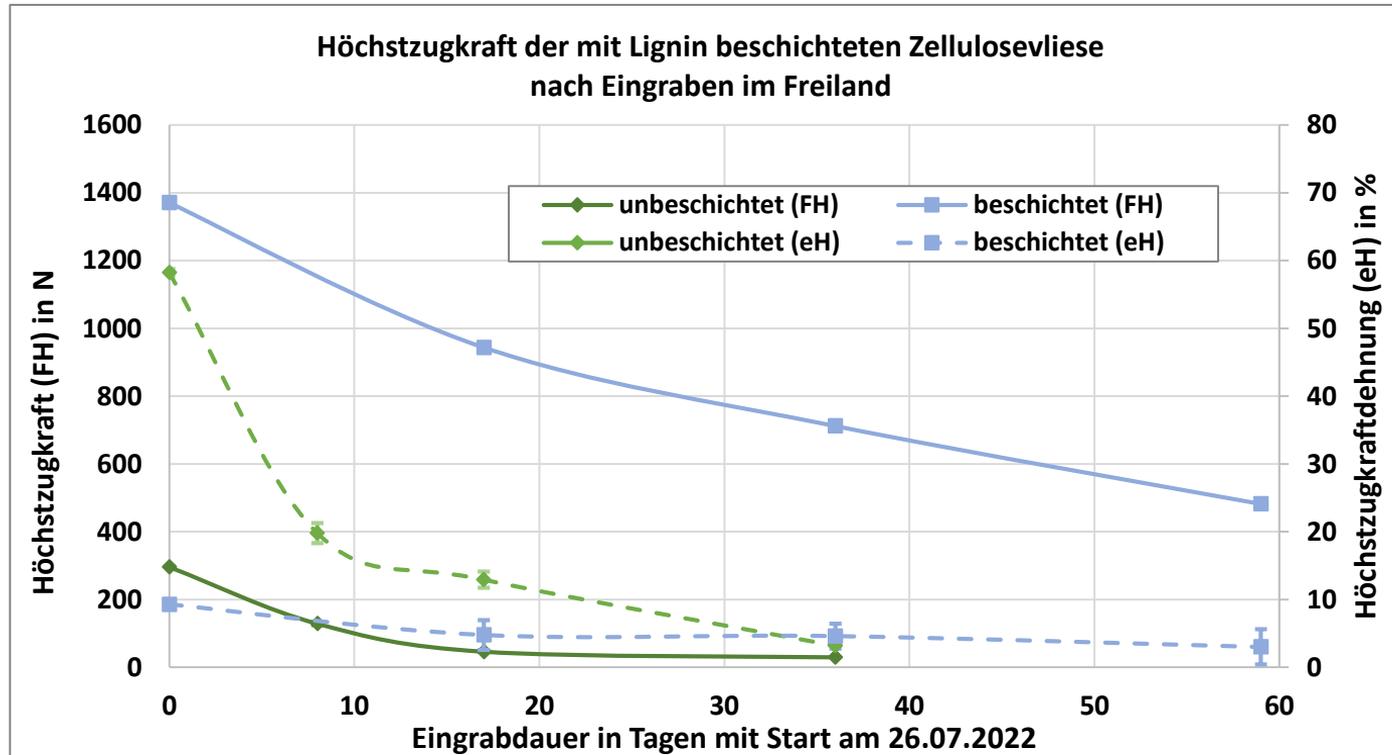


mit Lignin
beschichtet

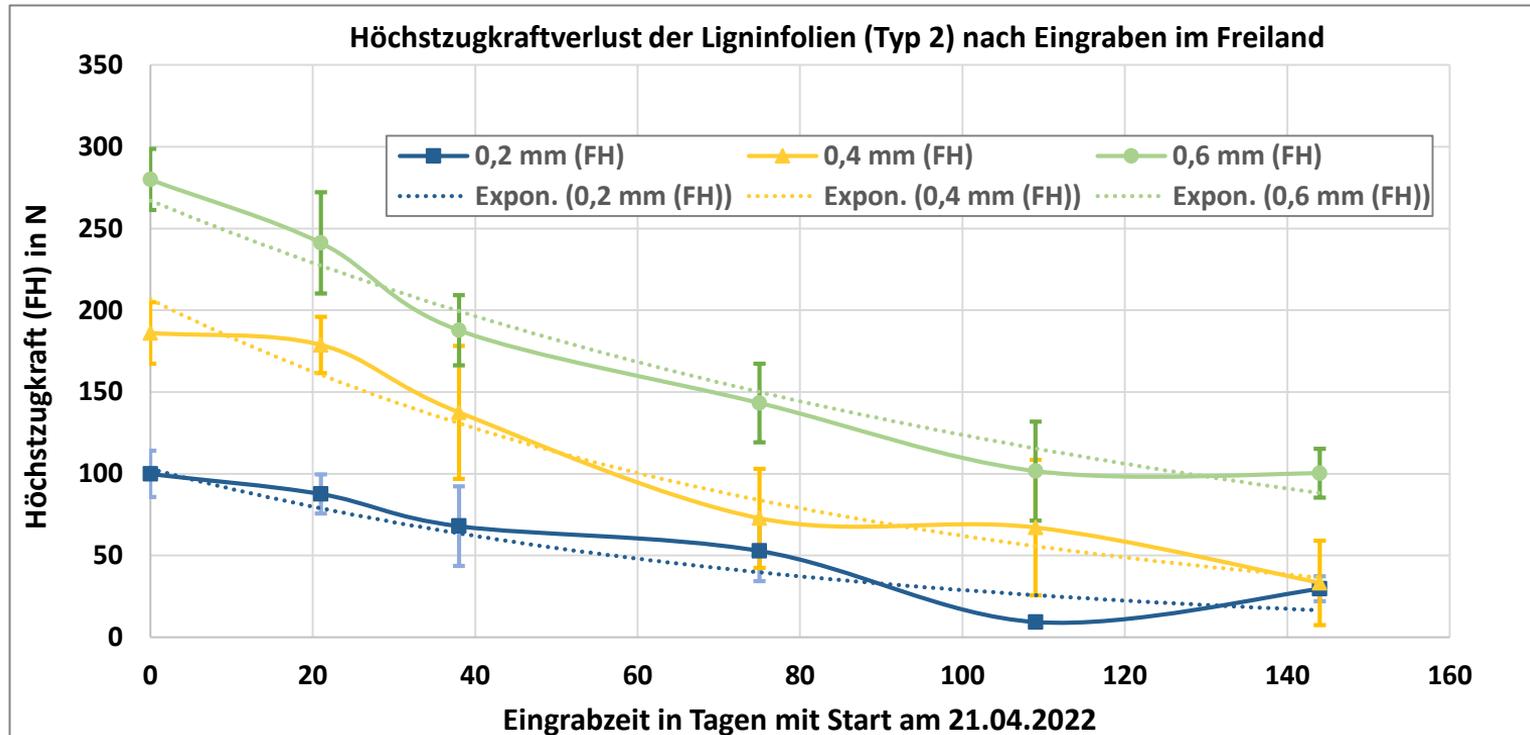
Keine Entnahme, da kein
Abbau erwartet wurde



Biologischer Abbau: im Boden Freiland, Vliesstoffe



Biologischer Abbau: im Boden Freiland, Ligninfolien



Zusammenfassung

- Angepasste Lignine sind für die thermoplastische Verarbeitung für Textilien sehr gut geeignet
- ligninbeschichtete Garne/Textilien weisen gute bzw. geeignete mechanische Eigenschaften auf
- ligninbeschichtete Garne/Textilien zeigen im Vergleich zu unbeschichteten Zellulosematerialien eine wesentlich längere Haltbarkeit im Boden auf
- Intensive Anfragen von Geotextilienherstellern nach nachhaltigen Textilien

Danksagung



Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

Projektpartner:



Dieses Projekt wurde durch das
Ministerium für Ernährung, Ländlichen
Raum und Verbraucherschutz Baden-
Württemberg unterstützt.

Förderkennzeichen BWIN110102



Bioökonomie Innovations- und
Investitionsprogramm für den
Ländlichen Raum (BIPL BW)

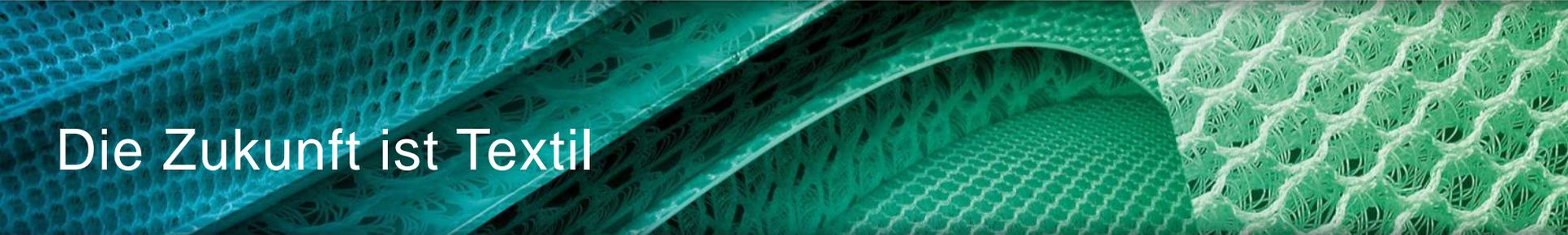
DITF

DEUTSCHE INSTITUTE FÜR
TEXTIL+ FASERFORSCHUNG

Kontakt:

thomas.stegmaier@ditf.de

cigdem.kaya@ditf.de



Die Zukunft ist Textil