

A horizontal band across the middle of the slide features a microscopic view of cellulose fibers. The fibers are shown in various shades of green and blue, with some appearing as a dense network and others as individual strands. The background of the slide is a light blue and white abstract design with flowing, curved lines.

Naturbasierte Farbstoffe für HighPerCell[®] Cellulosefasern

Marc P. Vocht, Antje Ota, Elias Feindler, Frank Hermanutz

Laubholztage 2024, 21.06.2024

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung

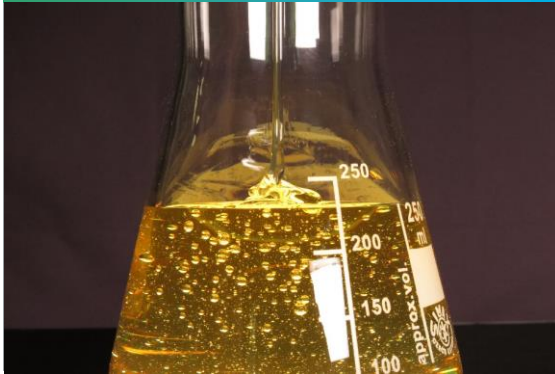


- Eines der größten Textilforschungseinrichtung Europas
- Gegründet 1921, Stiftung des öffentlichen Rechts
- 3 Forschungseinrichtungen, 1 Produktionsgesellschaft (ITVP)
- Anwendungsorientierte Forschung vom Molekül bis zum Produkt auf 25.000 m²
- Forschung mit industriellen Pilotanlagen, Fokus Technische Textilien und Life Science
- Anbindung an Universität Stuttgart und Hochschule Reutlingen über 3 Lehrstühle und 2 Professuren

Kompetenzzentrum Biopolymerwerkstoffe

Biopolymere

Etablierung neuer Ansätze

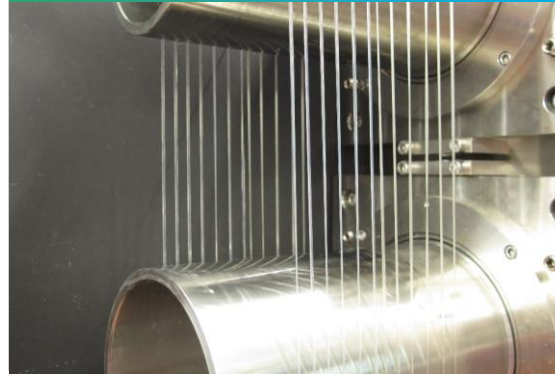


Nachwachsende Rohstoffe

- Nachhaltige Materialien aus Cellulose, Chitin, Keratin, Alginat
- Smarte, rezyklierbare Lösemittel

HighPerCell® Prozess

Moderne, flexible Spinnverfahren

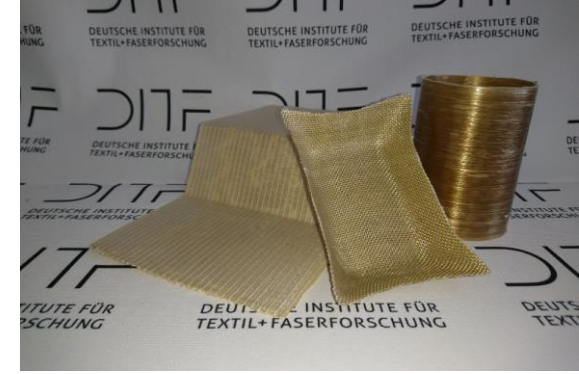


Verarbeitung Biopolymeren

- Herstellung von Biopolymerfasern für den textilen und technischen Einsatz
- Folien und Beschichtungen

Produktentwicklung

Leichtbau



Nachhaltigkeit und Recycling

- Fasern als Verstärkungsfasern
- Carbonfasern aus Cellulose
- Sortenreine Verbundwerkstoffe
- Bioflammschutz-Fasern

HighPerCell® technology - Spinning of Cellulose Filaments



Pulp
Solvent
Water



- **Nachhaltiger und ökologischer Prozess**
- REACH-zertifiziertes Lösungsmittel
- Rückgewinnungsrate >99,5%
- Wassersparendes Verfahren (kein Abwasser)

HighPerCell® - Cellulosefilamente

Was macht diese Technologie einzigartig?

- Kontinuierliches Filamentspinnverfahren
- Thermisch stabiles, inertes Lösungsmittel
- Frisches und recyceltes Lösungsmittel
- Hohe Polymerkonzentration in der Lösung
- Geschlossener Kreislaufprozess
- ✓ **Hohe Flexibilität der Fadeneigenschaften**
- ✓ **Hohe Variabilität des Ausgangsmaterials**
- ✓ **Attraktive Filamentverarbeitungsschritte**



F. Hermanutz, F. Gähr, E. Uerdingen, F. Meister, B. Kosan, *Macromol. Symp.*, **2008**, 262, 23–27; D. Ingildeev, F. Effenberger, K. Brederbeck, F. Hermanutz, *J. Appl. Polym. Sci.*, **2012**, 4141–4150; D. Ingildeev, *Dissertation Universität Stuttgart*, Aachen: Shaker Verlag, **2011**; K. Mundsinger, A. Müller, R. Beyer, F. Hermanutz, M. R. Buchmeiser, *Carbohydr. Polym.*, **2015**, 131, 34–40; J. M. Spörl, A. Ota, S. Son, K. Massonne, F. Hermanutz, M. R. Buchmeiser, *Mater. Today Commun.*, **2016**, 7, 1-10; J. M. Spörl, *Dissertation Universität Stuttgart*, Cuvillier Verlag: Göttingen, **2016**. F. Hermanutz, M.P. Vocht, N. Panzier, M.R. Buchmeiser: *Macromol. Mater. Eng.*, **2019**, 304, 1800450. F. Hermanutz, M.P. Vocht, M.R. Buchmeiser, in: M.B. Shiflett (Ed.), *Commercial Applications of Ionic Liquids*, Springer International Publishing, Cham, **2020**, pp.227-259. A. Ota, R. Beyer, U. Hageroth, A. Müller, P. Tomasic, F. Hermanutz, Michael R. Buchmeiser, *Polym. Adv. Techn.* **2020**, 1-8.

Färben mit Earth-Colors®

- Die Färbbarkeit von HighPerCell®-Gewirken wurde mit dem naturbasierten Earth-Colors®
- Nachhaltige Produkte aus landwirtschaftlichen Abfällen anstelle von Produkten auf Erdölbasis
- Farbstoffe auf Schwefelbasis

Diresul® Earth-Oak

manufactured using 100% ALMOND SHELLS from the food industry



Diresul® Earth-Cotton

manufactured using 100% COTTON PLANT residues from the cotton industry



Diresul® Earth-Sand

manufactured using 90% BITTER ORANGE residues from the herbal industry



Diresul® Earth-Clay

manufactured using 90% BEET residues from the food industry



Diresul® Earth-Forest

manufactured using 90% SAW PALMETTO residues from the herbal industry



Diresul® Earth-Stone

manufactured using 70% SAW PALMETTO residues from the herbal industry



Verfahren zum Färben mit Earth-Colors®

Waschen der
Gewebe

Proben-
vorbereitung

Färbelösungen
vorbereiten

Färbung

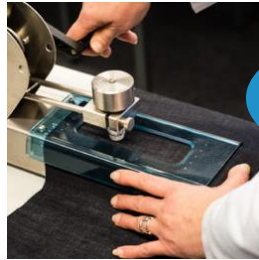
Fixierung
mit H_2O_2

Trocknung



Prozessbedingungen

Konzentration

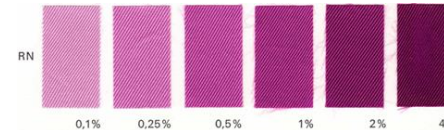


Zeit

Farb-
aufnahme

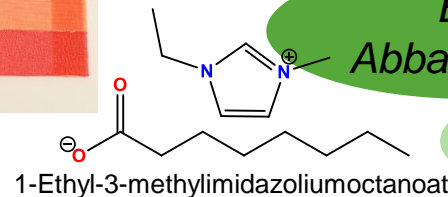
Farbstärke

Licht-
echtheit



Bio-
Abbaubarkeit

Wasch-
beständigkeit



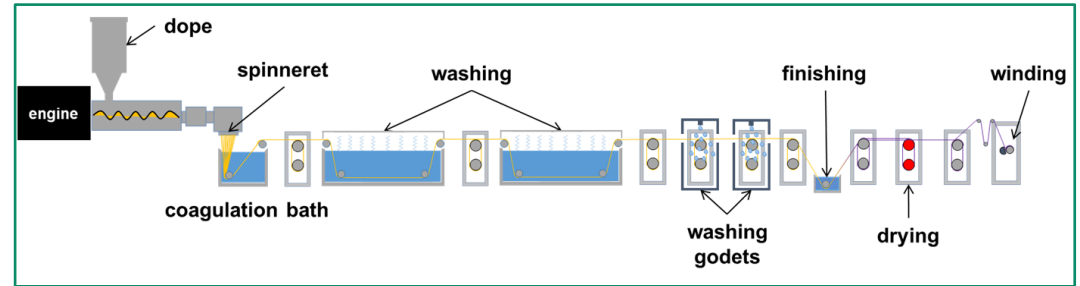
Temperatur

HighPerCell® Faserfilamente

- Rohstoffe: industrieller Holz-Zellstoff

Spinnparameter

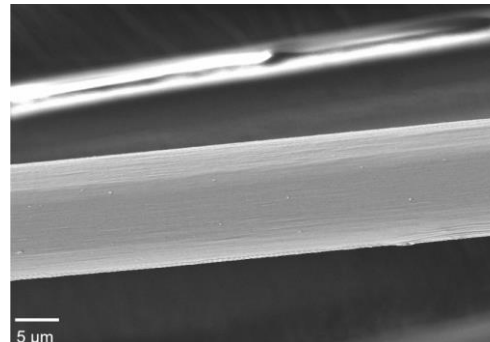
Degree of polymerisation (DP_{FeTNa})	670
Aschegehalt	< 0.1 wt.-%
Spinndüsenlöcher	64 / 250
Luftspalt	10 -15 mm
Dope Temperatur	65 °C



Eigenschaften

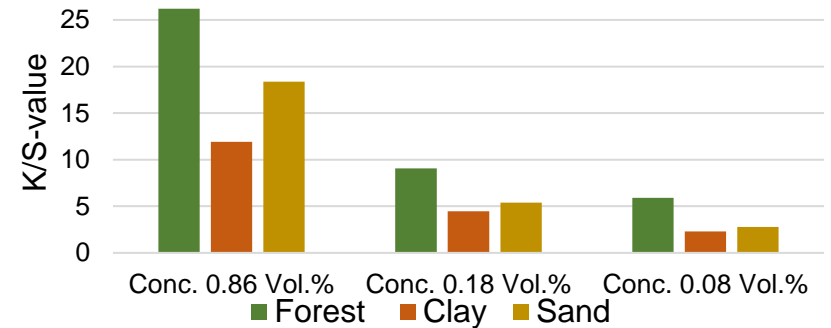
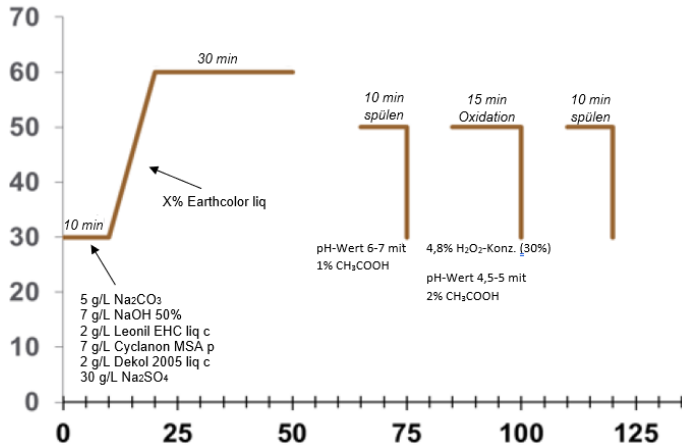
HW Pulp

Feinheit [dtex]	2.1 ± 0.2
Zugfestigkeit [cN/tex]	30.0 ± 2.0
Buchdehnung [%]	12.5 ± 1.5



Färbung - Farbstoffkonzentration

- Variation der Farbstoffkonzentration bei 60°C
- Standzeit: 30 min
- Kochrezept von Archroma:

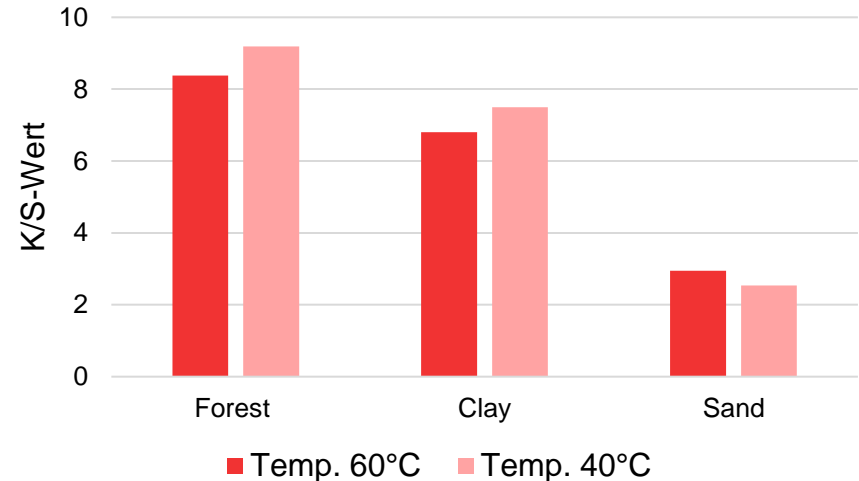


Färbung - Färbetemperatur

- Reduktion der Färbetemperatur von 60 °C auf 40 °C (c = 0.18 Vol.%, t = 30 min)



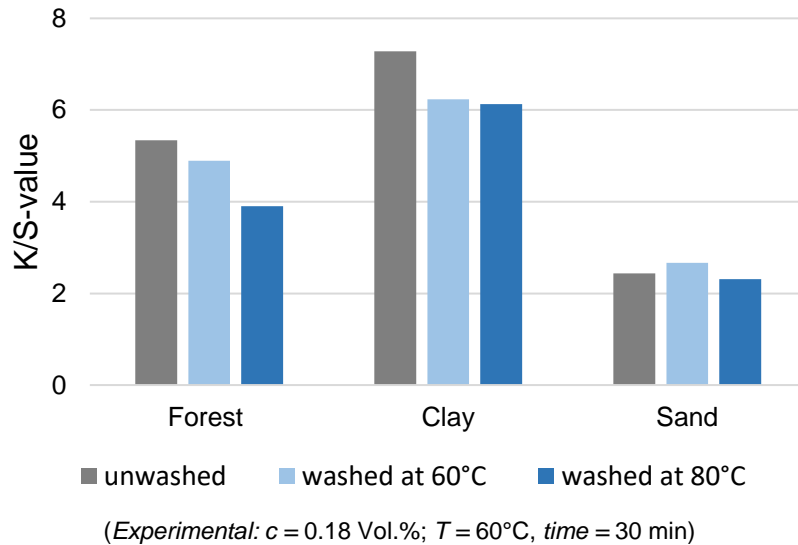
- Alle drei Earth-Colors®-Farbstoffe wiesen unabhängig von der Färbetemperatur einen ähnlichen Farbeindruck auf.



* K/S-Wert, gemessen am Maximum (Forest 580 nm, Clay 500 nm, Sand 580 nm)

Echtheit - Waschbarkeit

- Waschbarkeit bei 60 °C und 80°C



- Beste Farbfixierung mit „Sand“
- Minimale Reduzierung der Farbtiefe mit Forest und Clay bei 60 und 80°C

Farbechtheit - Reibechtheit

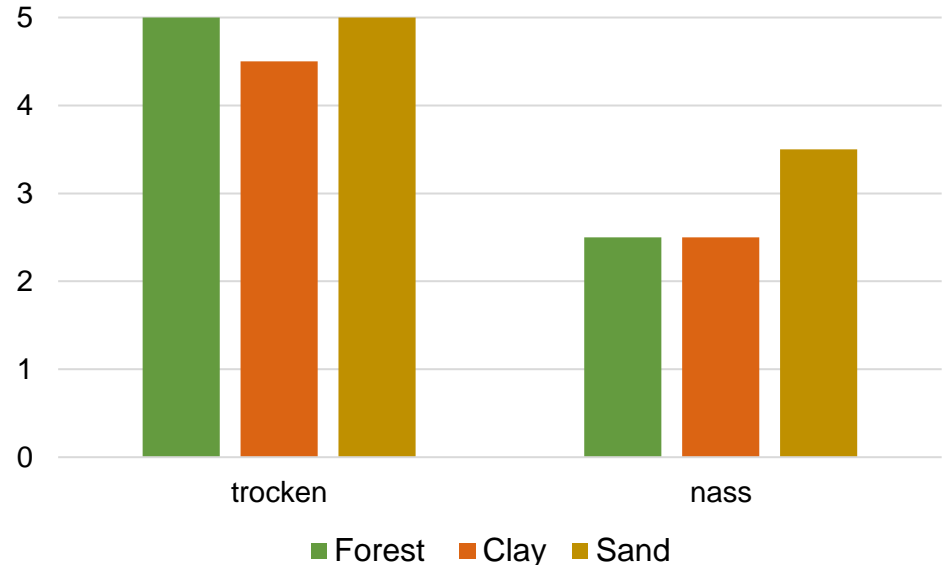
- Reibechtheit (Ausbluten von Baumwollreibgewebe)

TROCKEN

- Hohe Reibechtheit unter trockenen Bedingungen nachgewiesen (unabhängig von der Farbstoffkonz.)

NASS

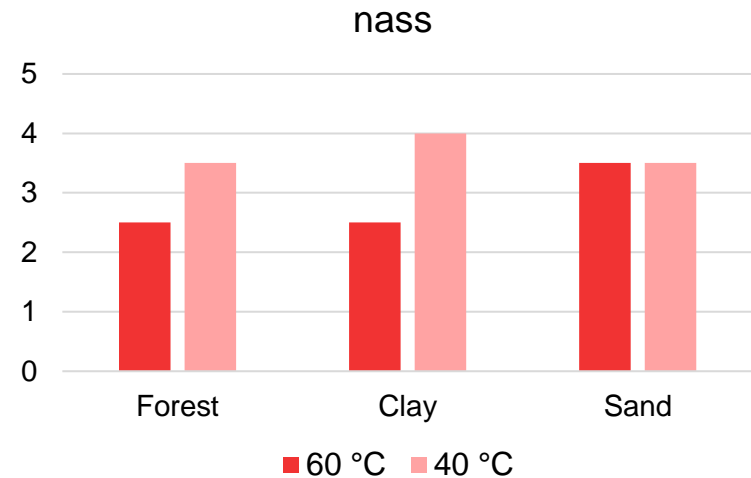
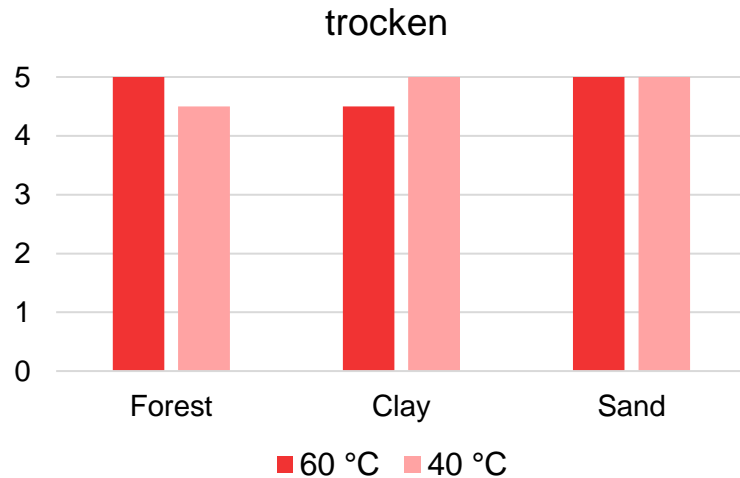
- „Sand“ höchste Reibechtheit
- Mit zunehmender Farbstoffkonz. höhere Reibechtheit



(Experimental: $c = 0.18$ Vol.%; $T = 60^\circ\text{C}$, $time = 30$ min)

Farbechtheit - Temperatur und Reibechtheit

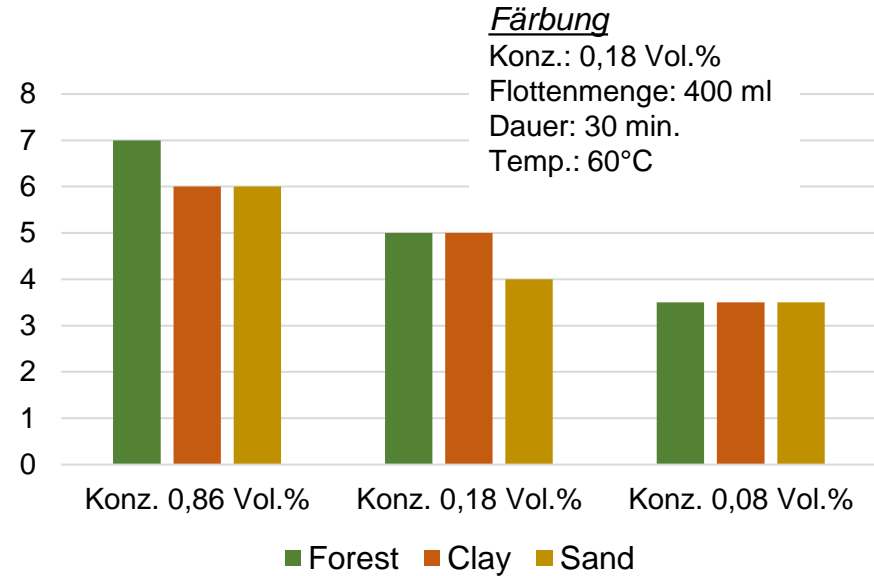
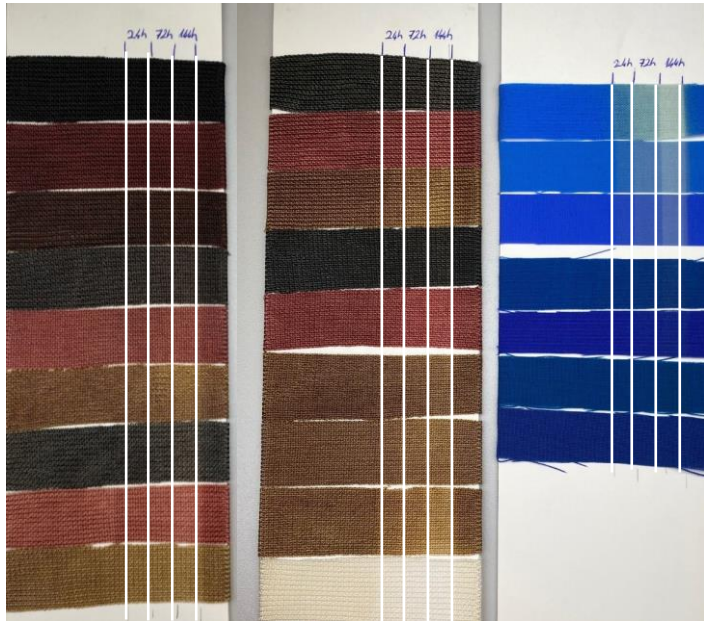
- Einfluss der Färbetemperatur auf die Reibechtheit
 - Kein Einfluss unter trockenen Prüfbedingungen
 - Erhöhte Nassreibechtheit durch niedrigere Färbetemperatur bei 40 °C



(Exper. $c = 0.18$ Vol.%; $time = 30$ min)

Farbechtheit - Lichtechtheit

- Farbechtheit bei 144 h Belichtung



→ Geringere Lichtechtheit mit sinkender
Farbstoffkonzentration

Abbaubarkeit der Stoffe

- Gewebe aus 100% HW wurden in torffreiem Boden getestet



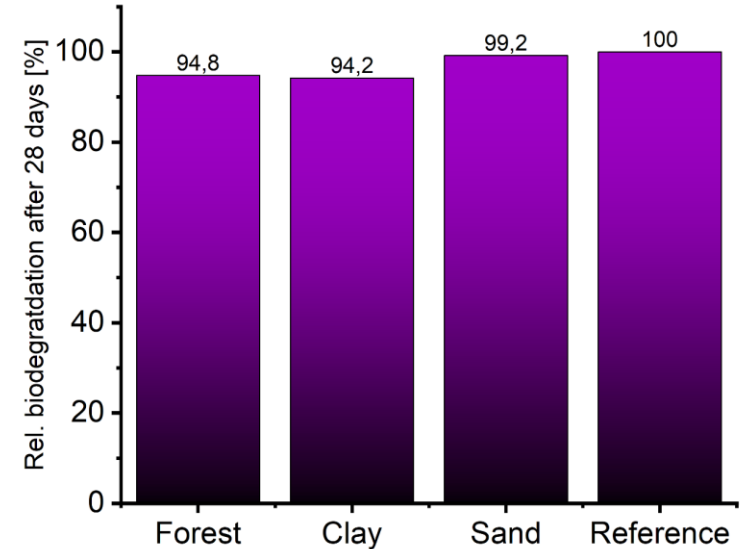
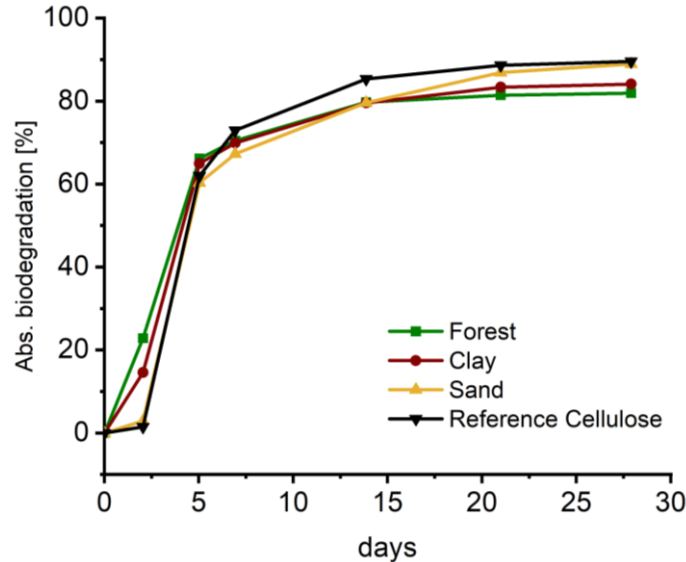
	Forest	Clay	Sand
0 Wochen	100%	100%	100%
4 Wochen	70%	82%	80%
8 Wochen	55%	80%	80%

Fabrics:

c = 0,19 Vol.-%, t = 30 min., T = 60°C

Abbaubarkeit der Stoffe

- Die aerobe biologische Abbaubarkeit der Prüfgegenstände Clay, Forest und Sand wurde in einem Meerwassertest gemäß ASTM D6691 (2017) bewertet.



Zusammenfassung

- Nachhaltige Spinntechnologie für Zellulosefilamente mit Wiederverwendung von Lösungsmittel und flexiblen Filamenteigenschaften
- Prozessoptimierung für erhöhte Farbtiefe und reduzierte Reibechtheit
- Nachgewiesene biologische Abbaubarkeit in der Meeresumwelt
- Zusatzstoffe und Co-Biopolymere können in die Spinnmasse eingearbeitet werden



Das Team Biopolymerwerkstoffe sagt Danke!

