

# ENTWICKLUNG EINER HYDROPHOBEN UND OLEOPHOBEN AUSRÜSTUNG AUF BASIS VON ANKERPEPTIDEN ALS ERSATZ FÜR PFAS

FORUM FUNKTIONALISIERUNG  
30.01.2025

**Rahel Heesemann<sup>1</sup>, Henning Löcken<sup>1</sup>, Roshan Paul<sup>1</sup>, Thomas Gries<sup>1</sup>,  
Yannik Brack<sup>2</sup>, Amanda Staudt<sup>2</sup>, Ulrich Schwaneberg<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ITA – Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University

<sup>2</sup>DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien e.V.

**BIOTEXFUTURE<sup>1</sup>**

# BIOTEXFUTRE

From petroleum-based to bio-based

Was ist notwendig, um die textile Wertschöpfungskette von einer erdöl-basierten zu einer bio-basierten Industrie umzuwandeln?



Biobasierte Beschichtung und Imprägnierung

Biobasierte elastische & funktionelle Garne

Biobasierte Materialien für Maschenware, Gewebe & Vliesstoffe

Biobasierte Farben & bio-basierte Verfahrenschemikalien

# TEXTILE IMPRÄGNIERUNG

Performance & Eigenschaften



Antiviral & antibakteriell



Wasser- & Ölabweisung



Flammbeständigkeit



UV-Beständigkeit



# TEXTILE IMPRÄGNIERUNG

## PFAS Chemikalien

- Aktuell bestehen die meisten **Imprägnierungen** für funktionale Textilien aus nicht biobasierten Materialien
- **PFAS** Chemikalien im Einsatz
  - eine Gruppe von synthetischen fluororganischen chemischen Verbindungen
  - hohe thermische und chemische Stabilität
  - bekanntes Beispiel: Teflon (PTFE - Polytetrafluorethylen)

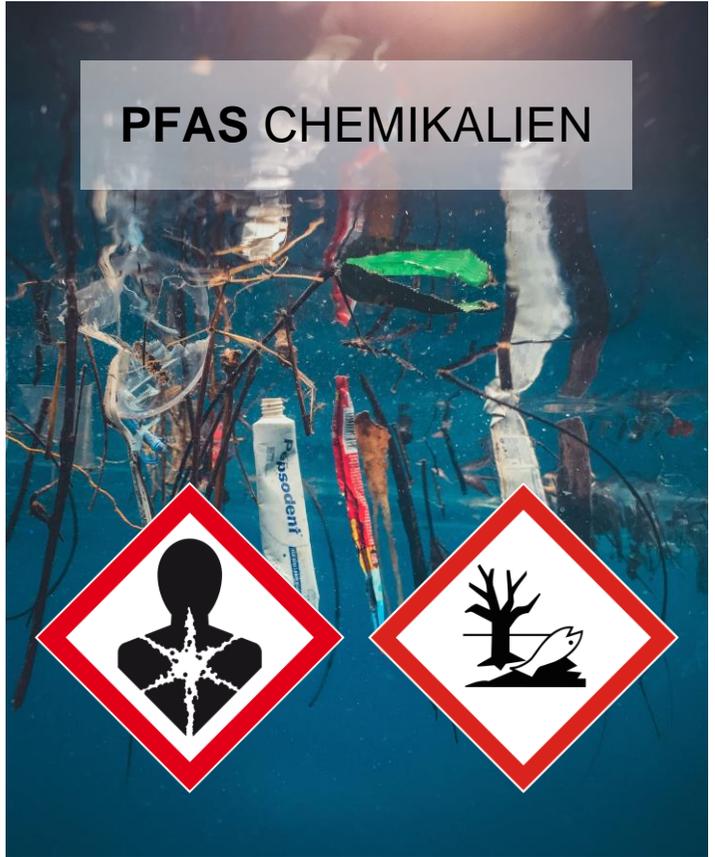


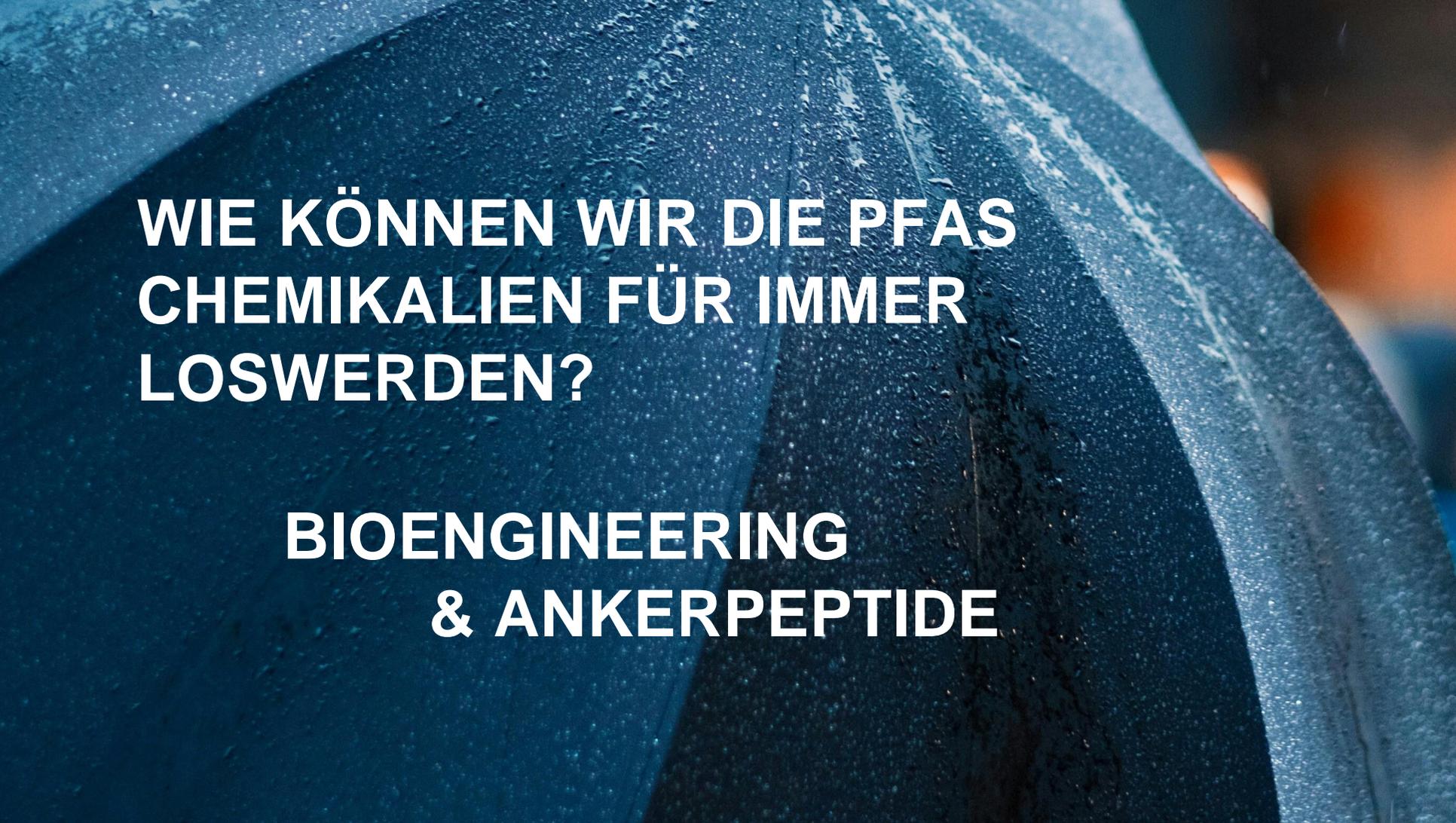
# TEXTILE IMPRÄGNIERUNG

## PFAS Chemikalien

- **Persistenz in der Umwelt:** PFAS werden nicht abgebaut
- **Gesundheitliche Risiken:** PFAS stehen im Verdacht, Krebs zu verursachen, unfruchtbar zu machen und das Immunsystem zu schwächen
- **Bioakkumulation:** Reichert sich im menschlichen Körper an
- **Weitverbreitete Kontamination:** In zahlreichen Konsumgütern und verunreinigt weltweit die Wassersysteme
- **Regulatorische Maßnahmen:** Im Januar 2023 wurde bei der Europäischen Chemikalienagentur ECHA ein Vorschlag zur umfassenden Beschränkung von PFAS eingereicht

## PFAS CHEMIKALIEN



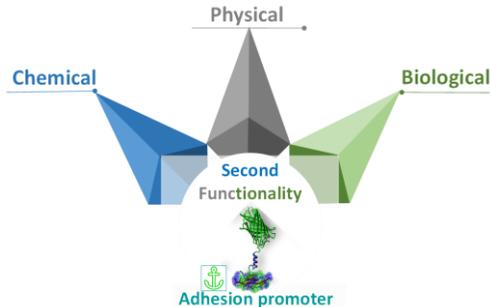


**WIE KÖNNEN WIR DIE PFAS  
CHEMIKALIEN FÜR IMMER  
LOSWERDEN?**

**BIOENGINEERING  
& ANKERPEPTIDE**

# WAS SIND ANKERPEPTIDE?

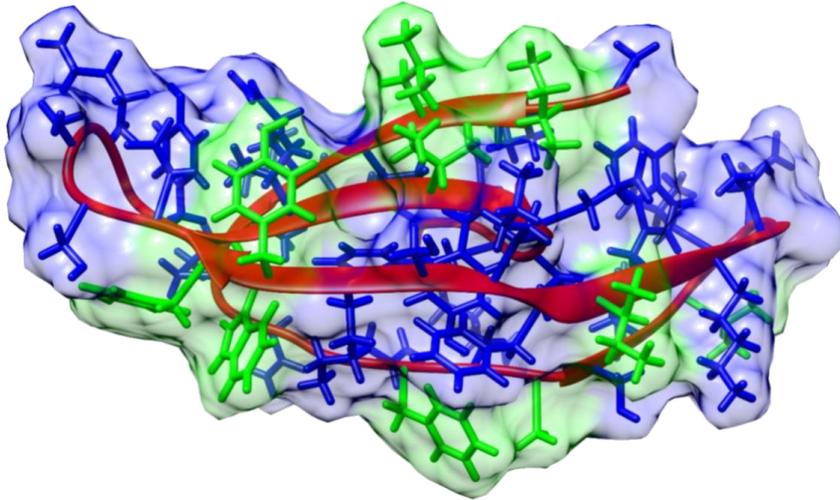
- Aminosäuresequenzen mit einer einzigartigen Fähigkeit zur material(-spezifischen) Bindung
- Verbindung zwischen Ankerpeptiden und funktionellen Proteinen (z. B. einem wasserabweisenden Protein) ermöglicht die Darstellung dieser Proteine auf verschiedenen Oberflächen



## Gecko Prinzip:

**eine große Anzahl schwacher nicht-kovalenter Wechselwirkungen führt zu einer starken Bindung**  
 (Hydrophobe Wechselwirkungen | Wasserstoffbrückenbindungen | Elektrostatische Wechselwirkungen)

# WAS SIND ANKERPEPTIDE?



Starke & einstellbare  
Bindungsstärke durch Protein-  
Engineering



Anwendbar bei  
Umgebungstemperatur als  
wässrige Lösung/Suspension



Materialspezifische Bindung  
(Frucht/Pflanzenblatt → antikörper-  
ähnlich)



Hohe Imprägnierungsdichte



Skalierbare & kostengünstige  
Produktion (1 g pro 250 m<sup>2</sup>)

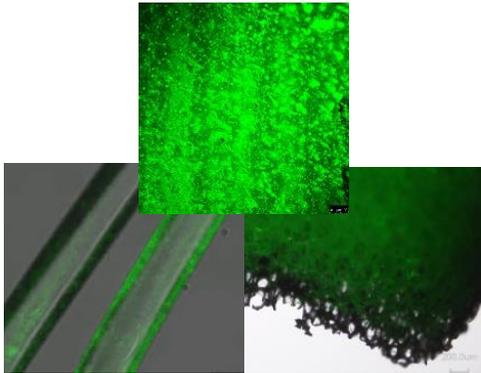


Kompatibel mit herkömmlichen  
Tauch-imprägnierungs- oder  
Sprühtechnologien

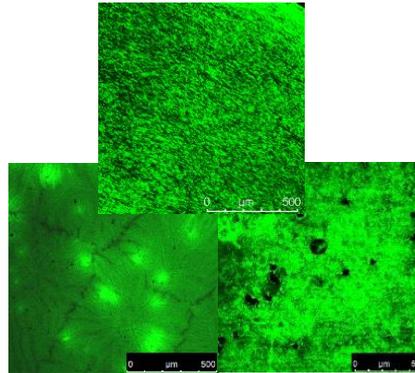
# WAS SIND ANKERPEPTIDE?

- Die Funktionalisierung von Textilien über Ankerpeptide führte zu antimikrobiellen, benetzbaren (BioCoat) und flammhemmenden Materialien (Heesemann et al. 2023)

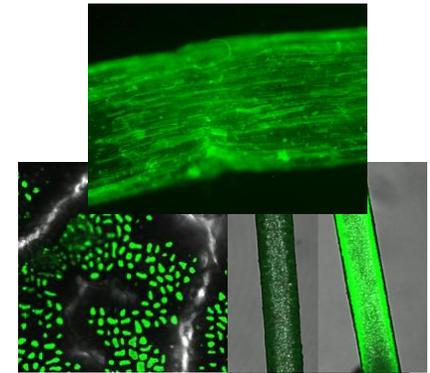
Polymere



Metalle/Legierungen/Keramik

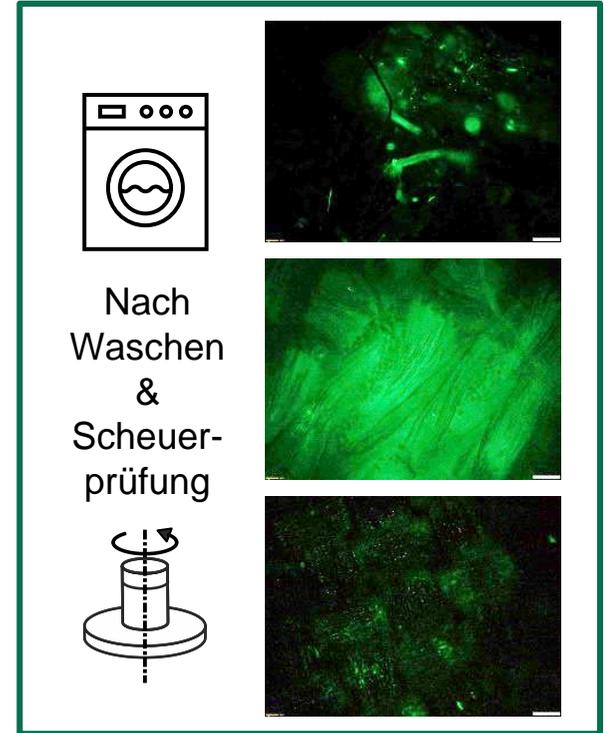
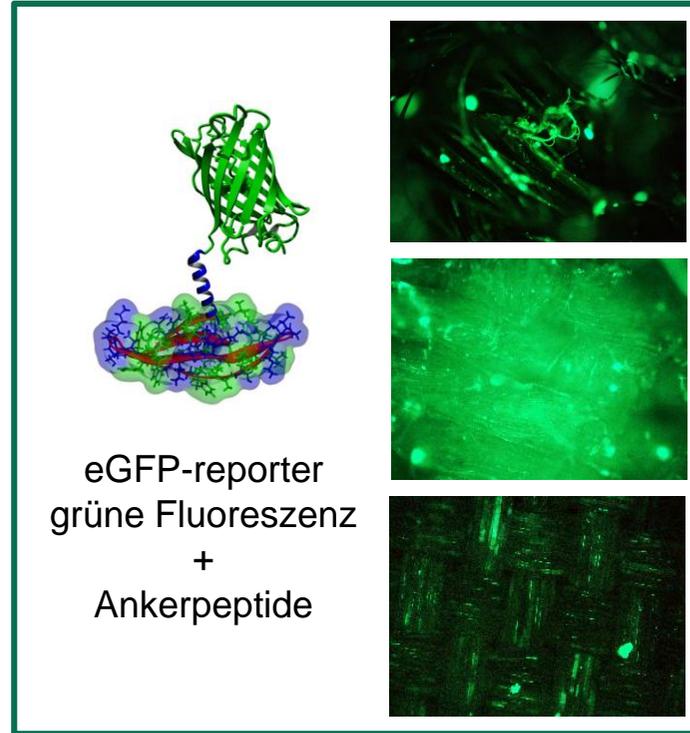
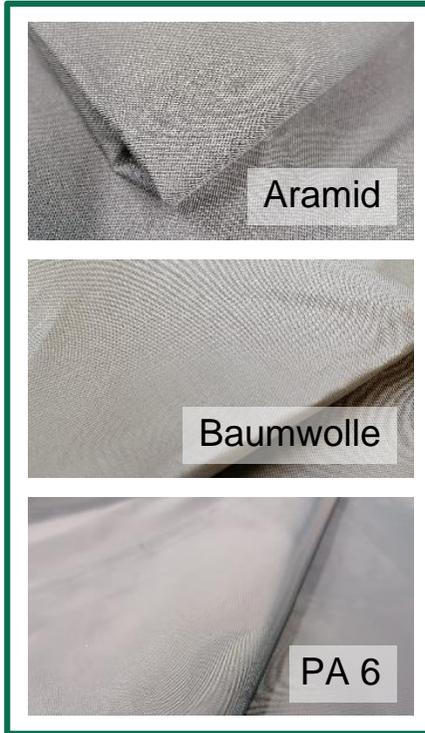


Natürliche Oberflächen



# ERSTE ERGEBNISSE

Hydrophobie und chemische Beständigkeit

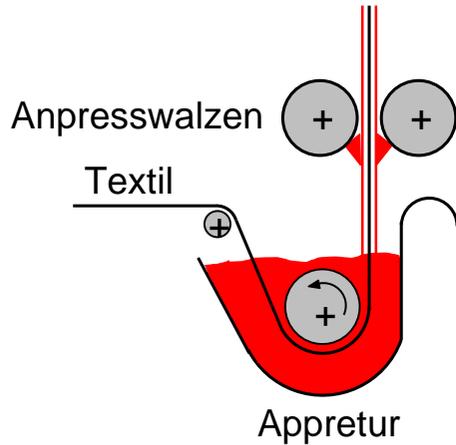




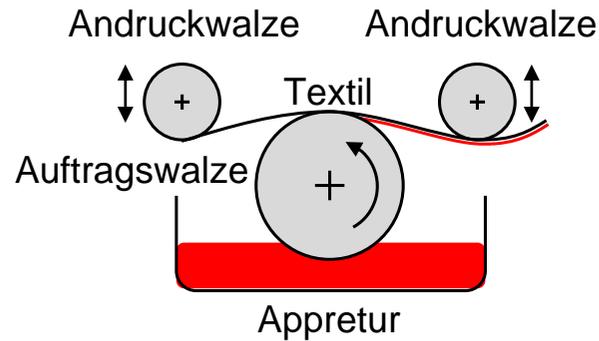
**AUSWAHL EINES  
IMPRÄGNIERUNGSVERFAHRENS**

# AUSWAHL EINES GEEIGNETEN IMPRÄGNIERUNGSVERFAHREN

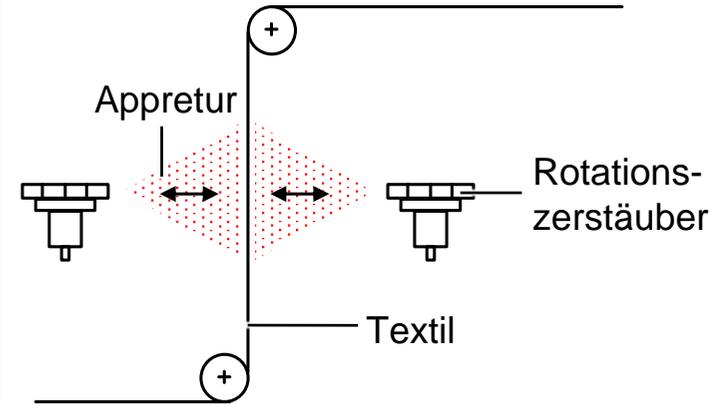
## Foulard



## Walzenauftrag



## Sprühavivage



# AUSWAHL EINES GEEIGNETEN IMPRÄGNIERUNGSVERFAHREN

	Anwendungen	Auftragsmenge	Viskosität Appretur	Beidseitige Ausrüstung
Foulard	Konfektionierte Systeme (Handschuhe), Flächenware	5 - 500 g/m <sup>2</sup>	Flüssig	Ja
Walzenauftrag	Präzisionsaufträge, Streifenbeschichtung (Markisen), Kunstleder	5 - 100 g/m <sup>2</sup>	Pastös	Nein
Sprühverfahren	Lack- und Kleberauftrag, Applikation von Weichmachern, Antistatika	1 - 5 g/m <sup>2</sup>	Flüssig	Ja

# ANFORDERUNGEN AN DAS IMPRÄGNIERUNGSVERFAHREN

Eigenschaft	Anforderung
 <p data-bbox="285 331 571 375"><b>Auftragsdicke</b></p>	<p data-bbox="809 274 1296 317"><b>Geringe Dicke (<math>&lt; 50 \mu\text{m}</math>)</b></p> <p data-bbox="809 331 1823 430">Keine wesentliche Beeinträchtigung der Funktionalität des Textils zulässig</p>
 <p data-bbox="233 481 620 579"><b>Appreturauftrag einseitig/beidseitig</b></p>	<p data-bbox="809 511 1012 554"><b>Beidseitig</b></p>
 <p data-bbox="262 689 595 732"><b>Gleichmäßigkeit</b></p>	<p data-bbox="809 656 1676 699"><b>Hohe Qualität der Ausrüstung (<math>\text{CV}\% &lt; 5 \%</math>)</b></p> <p data-bbox="809 714 1518 757">Sichere Ausrüstung hat hohe Priorität</p>
 <p data-bbox="247 867 610 910"><b>Verfahrenskosten</b></p>	<p data-bbox="809 867 1518 910">Wettbewerbsfähige Verfahrenskosten</p>

# BEURTEILUNG DER IMPRÄGNIERUNGSVERFAHREN

Durchführung einer Nutzwertanalyse

## • Gewichtung G

- Die Kriterien werden nach ihrer Wichtigkeit miteinander verglichen (A mit B, A mit C).
- Die Gewichtung der einzelnen Kriterien erfolgt nach:

$$G_X = \frac{n_X}{n_{Ges}}$$

Geringe Auftragsdicke	0,2	A	
Beidseitiger Auftrag	0,3	B	B
Gleichmäßigkeit	0,4	C	C B
Verfahrenskosten	0,1	D	C B A

→ Die Gleichmäßigkeit der Imprägnierung ist das wichtigste Kriterium

# BEURTEILUNG DER IMPRÄGNIERUNGSVERFAHREN

Durchführung einer Nutzwertanalyse

## • Bewertung B

- Die Konzepte werden danach bewertet, wie die Kriterien erfüllt werden
- Wert 3: schlecht; Wert 6: mäßig; Wert 9: gut
- Einstufung der Ergebnisse nach:

$$B_{Kon1} = Kri_A * G_A + \dots + Kri_X * G_X$$

	Foulard	Walzenauftrag	Sprühverfahren
Geringe Auftragsdicke	6	6	9
Beidseitiger Auftrag	9	3	9
Gleichmäßigkeit	9	6	3
Verfahrenskosten	9	6	9
<b>Ergebnis mit Gewichtung</b>	<b>8,4</b>	<b>5,1</b>	<b>6,6</b>

# ANFORDERUNGEN AN DEN FOULARD

- Einstellbarer Anpressdruck
- Einstellbare Aufwickelgeschwindigkeit
- Leicht zu reinigen
- Anforderungen an Anpresswalzen
  - Sehr glatt
  - Verschiedene Weichheitsgrade müssen getestet werden
  - Gummiert
  - Keine Absorption von Flüssigkeit
  - Beständigkeit gegen Säuren und Laugen





**NÄCHSTE SCHRITTE**

# NÄCHSTE SCHRITTE



Entwicklung einer hydrophoben und einer oleophoben Verbindung, die eine Imprägnierung von 10 m<sup>2</sup> Oberfläche ermöglicht



Anpassung des Foulardverfahrens für die oleophobe und hydrophobe Imprägnierung im Labormaßstab und Abschätzung von Prozessparameter für die Pilotproduktion



Überprüfung der hydrophoben und oleophoben Eigenschaften



Herstellung von bis zu 30 Metern Textil in einem Imprägnierverfahren mit Ankerpeptiden

# ENTWICKLUNGSPARTNER

**SCHÜLER & CO.**  
|  
TEXTILVEREDLUNG

## Upscale der Imprägnierung



### Demonstratorentwicklung

**DWI**  
Leibniz-Institut für  
Interaktive Materialien



**ITA**  
Institut für  
Textiltechnik und  
Lehrstuhl für  
Textilmaschinenbau

**RWTH AACHEN**  
UNIVERSITY

# DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

FÜR WEITERE INFORMATIONEN KONTAKTIEREN SIE BITTE

**Institut für Textiltechnik der  
RWTH Aachen University**

**Henning Löcken**  
Otto-Blumenthal-Straße 1  
52074 Aachen  
[henning.Loecken@ita.rwth-aachen.de](mailto:henning.Loecken@ita.rwth-aachen.de)

**DWI-Leibniz-Institut für  
Interaktive Materialien e.V.**

**Yannik Brack**  
Forckenbeckstraße 50  
52074 Aachen  
[brack@dwil.rwth-aachen.de](mailto:brack@dwil.rwth-aachen.de)

WEITERE INFORMATIONEN KÖNNEN  
HIER EINGESEHEN WERDEN:

[www.biotextfuture.de](http://www.biotextfuture.de)

# DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

FÜR WEITERE INFORMATIONEN BEZ. BIOTEXFUTURE KONTAKTIEREN SIE BITTE

**adidas AG**  
Innovation Team

**Dr. Christine Anstaett**  
Adi-Dassler-Str.1  
91074 Herzogenaurach  
[christine.anstaett@adidas.com](mailto:christine.anstaett@adidas.com)

**RWTH Aachen University**  
Institut für Textiltechnik (ITA)

**Nicole Espey**  
Otto-Blumenthal-Str. 1  
52074 Aachen  
[nicole.espey@ita.rwth-aachen.de](mailto:nicole.espey@ita.rwth-aachen.de)

**RWTH Aachen University**  
Lehrstuhl für Technik- und  
Organisationssoziologie (STO)

**Dr. Marco Schmitt**  
Eilfschornsteinstr. 7  
52062 Aachen  
[mschmitt@soziologie.rwth-aachen.de](mailto:mschmitt@soziologie.rwth-aachen.de)

WEITERE INFORMATIONEN KÖNNEN  
HIER EINGESEHEN WERDEN:

[www.biotextfuture.info](http://www.biotextfuture.info)