

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

Abschlussbericht BIOTEXFUTURE FungalFibers

## **1. Beitrag zu den Förderzielen**

Im Rahmen der „Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“ hat das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt die Fördermaßnahme „Innovationsräume Bioökonomie“ bekannt gegeben. Mit dem innovativen Förderkonzept der Innovationsräume möchte das BMFTR die Entwicklung bioökonomischer Innovationen als Treiber des Strukturwandels hin zu einer nachhaltigen, biobasierten Wirtschaft deutlich beschleunigen. Ziel der Förderung ist es auch, Forschungsergebnisse umfassender als bisher zu nutzen und Innovationen anzustoßen, die einen größeren gesellschaftlichen Nutzen entfalten.

Vor dem Hintergrund der förderpolitischen Ziele konzentriert sich der Innovationsraum BIOTEXFUTURE auf die Textilindustrie. Die Vision von BIOTEXFUTURE ist es, die gesamte textile Wertschöpfungskette vollständig von erdölbasiert auf biobasiert umzustellen. BioTexFuture ist damit ein wichtiger Treiber des Strukturwandels hin zu einer biobasierten Wirtschaft in der Textilbranche.

Im Rahmen von BIOTEXFUTURE konzentriert sich das Projekt „Fungal Fibers“ auf die Entwicklung einer völlig neuen Prozesskette zur Herstellung biobasierter, veganer Textilien aus Chitosanfasern. Chitosan wird sowohl aus sekundären Rohstoffquellen (Abfallströme aus der industriellen Kultivierung von Schimmelpilzen) als auch aus primären Rohstoffquellen (industrielle Kultivierung von Schimmelpilzen) gewonnen. Ziel des Projekts „Fungal Fibers“ ist es, Chitosan aus der etablierten und weltweit dominierenden industriellen Zellfabrik *Aspergillus niger* mit sehr hoher Durchsatzrate, hoher Qualität und Reinheit, kurzen Produktionszeiten, schonender Extraktion sowie vielfältigen Veredelungs- und Formgebungsmöglichkeiten herzustellen. Darüber hinaus soll die Eignung des so gewonnenen Chitosans für textile Anwendungen nachgewiesen werden.

## **2. Wissenschaftliche und Technische Ergebnisse**

### **a. Wesentliche Ergebnisse**

Zu Beginn wurde im Rahmen des Arbeitspakets 3.1 eine Anforderungsmatrix für das in Sporttextilien zu verwendende Material definiert. Zu diesem Zweck wurden bestehende und relevante Anforderungen von adidas zusammengetragen und Prüfmethoden festgelegt. Anforderungen für synthetische und zellulosebasierte Fasern wurden bereitgestellt, sodass die neue Chitosan-Faser mit beiden Materialien als Referenzen verglichen werden kann. Die Produktkategorie wurde mit der Falke KGaA abgestimmt, und die Entwicklung eines nahtlosen Produkts wurde diskutiert.

Im Rahmen des Arbeitspakets 4 wurde die Beschaffung von kommerziellem, krabbenschalenbasiertem Chitosan durchgeführt. Es fand ein regelmäßiger Austausch mit der Falke KGaA sowie dem Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen bezüglich bestehender Chitosan-Fasern statt, was zur Bestellung kommerziell verfügbarer Chitosan-Stapelfasern von einem Industriehersteller führte. Diese dienten als Vergleichsbasis zu den pilzbasierten Chitosan-Fasern. In Abstimmung mit der Falke KGaA wurde eine Zusammensetzung aus Wolle/Tencel/Chitosan mit kommerziell verfügbarem Chitosan als Referenzmaterial ausgewählt. Auch Garnmischungen aus Wolle/Tencel wurden erhalten, um sie mit Chitosan-haltigen Garnen zu vergleichen.

Durch den Kontakt mit einem industriellen Lieferanten wurden folgende Erkenntnisse gewonnen: Anfangs war unklar, wie viel Chitosan-Zusatz in einer Faser notwendig ist, um einen funktionalen Nutzen zu erzielen. Da Chitosan ein teurer Zusatzstoff in der Zusammensetzung ist, ist es wichtig sicherzustellen, dass genügend Chitosan verwendet wird, um eine maximale Wirkung zu erzielen – jedoch nicht mehr als nötig. Chitosan-Strümpfe, die derzeit auf dem Markt erhältlich sind, enthalten zwischen 5–15 % Chitosan. Zwar ist es möglich, Fasern aus 100 % Chitosan zu verwenden, dies findet jedoch ausschließlich im medizinischen Bereich Anwendung.

Während des Projekts unterstützte adidas beratend das Arbeitspaket 7 „Entwicklung und Charakterisierung von Rundstrickwaren aus Chitosan-Fasern und -Filamenten“ im Rahmen eines regelmäßigen Austausch mit Falke KGaA, um sich auf einen Produktdemonstrator, das Design und die Strickmethode zu einigen. Dieser sollte sowohl aus kommerziell beschafftem Chitosan-Garn eines Industrieherstellers sowie im Laufe des Projektes auch aus dem im Projekt entwickelten Garn hergestellt werden.

Es wurde auch die anschließende Prüfung des Demonstrators aus kommerziellem Material definiert, um Erkenntnisse zu gewinnen, damit die Entwicklung und Prüfung des finalen Demonstrators aus pilzbasiertem Chitosan möglichst relevant und effizient gestaltet werden kann.

Basierend auf Arbeitspaket 8 hat adidas die von der Falke KGaA entwickelten Sportprodukte auf veränderte und verbesserte Eigenschaften in Folge des Einsatzes von Chitosan getestet. Die Zielprodukte waren lange Leggings, die von Falke KGaA aus kommerziellem Chitosan hergestellt wurden, um deren Leistung später im Projekt mit Leggings aus pilzbasiertem Chitosan vergleichen zu können.

Es war geplant, die kommerziellen Leggings über mehrere Tage hinweg zu testen, um mögliche Auswirkungen von Chitosan auf die Geruchsentwicklung zu untersuchen. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob Chitosan einen positiven Einfluss auf die Atmungsaktivität hat und zu höherem thermischem Komfort sowie einer geringeren Schweißwahrnehmung beiträgt.

Hierzu hat die Falke KGaA zwei Kategorien von schwarzen, langen Leggings in verschiedenen Größen entwickelt, mit den folgenden Namenscodes und Materialzusammensetzungen. Sie wurden mit handelsüblichen, auf Krabben basierenden Chitosanfasern gestrickt. Die Leggings wurden bei adidas hinsichtlich ihrer Haptik und des Tragegefühls sowie durch Athleten unter realen Bedingungen getestet.

1 - Aladin (mit Chitosan): 30 % Wolle, 18 % Tencel, 24 % Polyamid, 16 % Elasthan, 12 % Chitosan

2 - Sumner (ohne Chitosan als Referenz): 30 % Wolle, 30 % Tencel, 24 % Polyamid, 16 % Elasthan

Die Haptik der Leggings wurde in einem Blindtest von 12 Teilnehmern bewertet (siehe Abbildung 1). Die Tester berührten die Strumpfhosen, ohne sie anzusehen, um den visuellen Einfluss auf die Ergebnisse zu minimieren. Sie beantworteten Fragen zur allgemeinen Bewertung des Hautgefühls des Produkts und stuften es auf einer Skala von „sehr weich“ bis „sehr rau“ ein.



Abbildung 1. Haptiktest der Leggings

Die Ergebnisse sind in Abbildung 2 zu sehen.

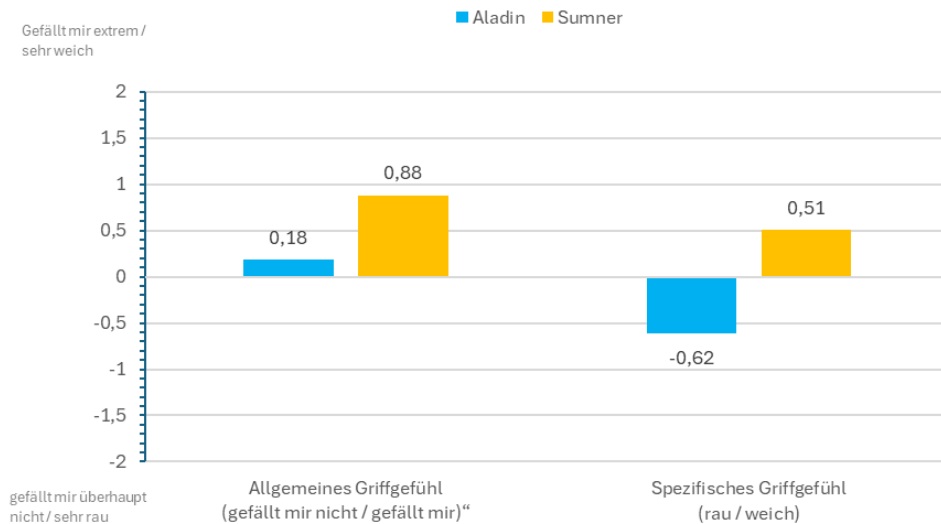


Abbildung 2. Ergebnisse des Haptiktest der Leggin mit Krabbenbasierten Chitosan

Die Aladin-Leggings mit Chitosan wurden als rauer empfunden, während die Sumner-Leggings ohne Chitosan weicher waren und von den Testpersonen bevorzugt wurden. Dies könnte auf Vorbehandlungen und Färbeprozesse des Garns zurückzuführen sein, die das Hautgefühl des Chitosans beeinträchtigt haben.

Basierend auf folgender Hypothese wurde der Tragetest mit Athleten durchgeführt:

1. Leggings mit Chitosan entwickeln innerhalb von 7 Tagen nach dem Training weniger unangenehmen Geruch im Vergleich zu Leggings ohne Chitosan.
2. Leggings mit Chitosan weisen ein besseres Schweiß- und Feuchtigkeitsmanagement auf als Leggings ohne Chitosan.

Das in Abbildung 3 dargestellte Protokoll wurde verwendet, um Geruchsentwicklung, Feuchtigkeits- und Temperaturmanagement sowie das Hautgefühl der Leggings durch Athleten zu testen.

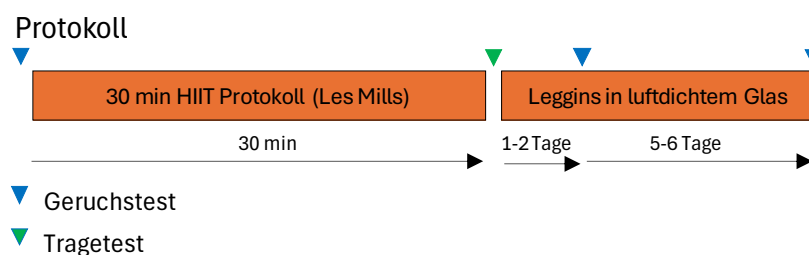


Abbildung 3. Protokoll zur Testung des Geruchs und durch Athleten von Chitosanhaltigen Leggings

Ziel des Tragetests war es, Feedback von Athlet:innen zu folgenden Kriterien zu erhalten:

- Atmungsaktivität + entsprechender Tragekomfort
- Feuchtigkeitsmanagement
- Nässewahrnehmung + entsprechender Tragekomfort
- Temperaturmanagement
- Hautgefühl und Materialkomfort
- Geruchswahrnehmung

Die Ergebnisse der Geruchstests sind in Abbildung 4 dargestellt. Der Geruch wurde einmal vor dem Training, einmal 1–2 Tage nach dem Training und ein weiteres Mal 7–8 Tage nach dem Training getestet.

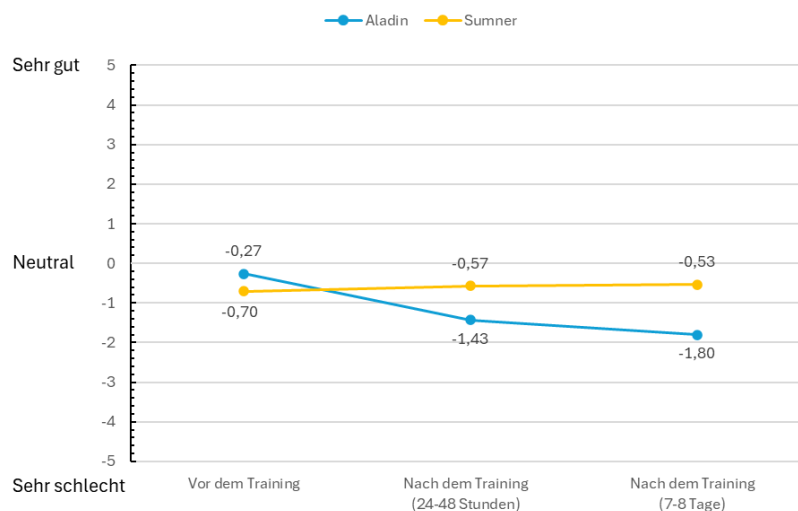


Abbildung 4. Ergebnisse des Geruchstest

Teilnehmende berichteten von einem stärkeren chemischen Geruch bei den Chitosan-Leggings. Die allgemeinen Ergebnisse fielen für die Chitosan-Leggings schlechter aus, was möglicherweise auf den chemischen Geruch der Chitosan-Leggings (Aladin) im Vergleich zu den Leggings ohne Chitosan (Sumner) zurückzuführen ist. Eine Person erwähnte, dass der Geruch nicht so unangenehm sei, als wäre die Tight aus Polyester gefertigt.

Zur Untersuchung der antimikrobiellen Eigenschaften von Chitosanfasern im Labor wurde eine Studie geplant und am Institut für Textiltechnik (iAMB) der RWTH Aachen durchgeführt. Für das Experiment wurden drei verschiedene Stoffe ausgewählt: ein Baumwollstoff, ein Stoff aus Wolle/Lyocell/Polyamid/Elastan sowie ein Stoff aus Wolle/Lyocell/Polyamid/Elastan mit Chitosan. Die Experimente lieferten keine ausreichenden Belege für antimikrobielle Eigenschaften dieses Materials in den Stoffen. Sie zeigten, dass die Anwesenheit von Chitosan im Stoff kaum bis keinen Einfluss auf die Überlebensfähigkeit von Bakterien hat – mit anderen Worten: Es gibt

keinen antimikrobiellen Effekt auf der Oberfläche. Diese Studie bestätigt die Theorie, dass die antimikrobielle Wirkung von Chitosan kontaktabhängig ist und nur bei direktem Kontakt mit Mikroben sichtbar wird. Daher wäre die Untersuchung der Ergebnisse in Nährmedien im Labor nicht repräsentativ für die antimikrobielle Eigenschaft von Chitosan.

Die Ergebnisse des Tragetests mit Athlet:innen sind in Abbildung 5 dargestellt:

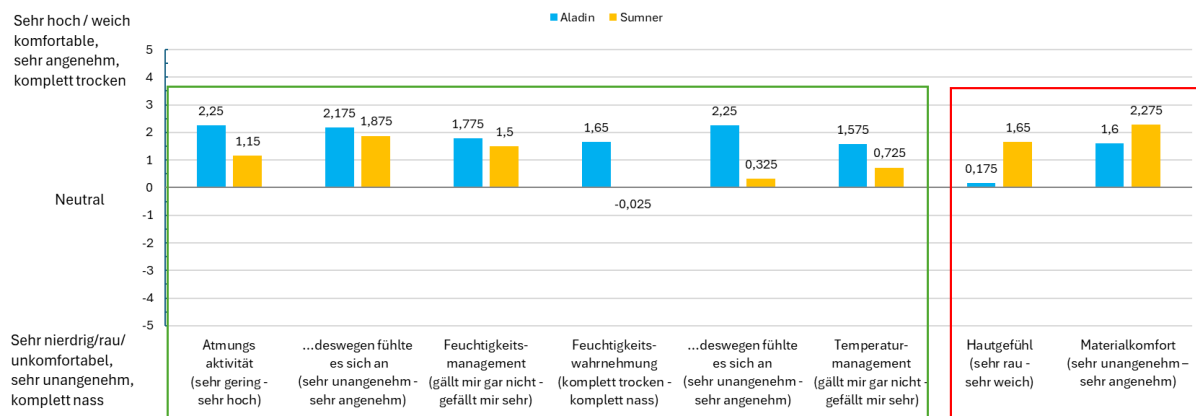


Abbildung 5. Ergebnisse des Athletentragetests

Die Atmungsaktivität und das Feuchtigkeitsmanagement der Chitosan-Leggings (Aladin) wurden von den Athlet:innen besser bewertet, wodurch sie sich beim Tragen dieser Leggings wohler fühlten. Die Chitosan-Leggings wurden nach dem Training auch als weniger nass wahrgenommen, was ebenfalls zu einem höheren Tragekomfort im Vergleich zu den Referenz-Leggings führte. Auch das Temperaturmanagement der Chitosan-Leggings wurde besser bewertet als das der Referenz-Leggings. Allerdings hatten – ähnlich wie bei den Ergebnissen des Handgefühl-Tests – die Leggings ohne Chitosan ein weicheres Hautgefühl und wurden als angenehmer auf der Haut empfunden.

Angesichts der verbesserten Nässewahrnehmung könnte das Pilzfaser-Material für den Einsatz in Outdoor-Unterwäsche (z. B. beim Skifahren oder Bergsteigen) in Betracht gezogen werden.

Um die Qualität und Eigenschaften von Stoffen mit Chitosan im Labor testen zu können, stellte Falke KGaA adidas Stoffe mit und ohne Chitosan zur Verfügung, um Feuchtigkeitsmanagement, Atmungsaktivität und mechanische Leistung auf Materialebene zu prüfen.

Die Stoffe wurden nach verschiedenen Qualitätsstandards getestet, und die Ergebnisse waren wie folgt:

Die Stoffe mit und ohne Chitosan zeigten ähnliche Ergebnisse bei Pillbildung und Fadenziehen und lagen im akzeptablen Bereich. Die Ergebnisse für Berstdruck (Gesamtfestigkeit) und Ballbersttest (lokaler Druck) waren bei dem Stoff ohne Chitosan höher.

Der Wärmeschrumpf (bei 170 °C/15 Sekunden) ist bei Wollmaterialien generell hoch. Jedoch war die Schrumpfung in Anwesenheit von Chitosan geringer – insbesondere in Breitenrichtung.

Tabelle 1. Physikalische und mechanische Eigenschaften der Stoffe

Test	Ergebnis (Mittelwert ± Standardabweichung)	
	Wolle/Tencel	Wolle/Tencel/Chitosan
Stoffgewicht (g/m <sup>2</sup> )	134,8	138,9
Stoffdicke (mm)	0,65	0,59
Pillbildung bei Wolle @7200 Umdrehungen	3–4	3–4
Pillbildung (Wiederholung)	3–4	3–4
Fadenziehen (Oberfläche/Haut) (Kette/Schuss)	4	4
Berstdruck (kPa)	165,36	143,72
Ballbersttest (N)	224,27	200,73
Wärmeschrumpfung Länge/Breite (%)	L: -7 / B: -3,9	L: -6,7

Die technische Leistungsfähigkeit der Stoffe wurde ebenfalls im Labor getestet, um ihr Potenzial für den Einsatz in der Sportindustrie zu bewerten. Die Ergebnisse des Wasseraufnahme-Tests (Tropfentest) waren für Stoffe mit Chitosan sehr negativ: Der

Wassertropfen wurde sowohl vor als auch nach dem Waschen innerhalb der gemessenen Zeit von 60 Sekunden nicht vom Stoff aufgenommen. Der Stoff ohne Chitosan zeigte bessere Ergebnisse, lag jedoch ebenfalls nicht im optimalen Bereich für Sporttextilien. Die Verdunstungsrate war bei Stoffen mit Chitosan höher, was die Verdunstung von Schweiß während sportlicher Aktivitäten begünstigt. Die Steighöhe (Wicking) vor dem Waschen war bei Stoffen ohne Chitosan höher. Nach dem Waschen war die Steighöhe jedoch deutlich besser bei Stoffen mit Chitosan. Auch die Luftdurchlässigkeit war bei Stoffen mit Chitosan höher. Die Trocknungszeit des nassen Stoffes im Test mit beheizter, schweißsimulierender Platte war bei Stoffen mit Chitosan länger, jedoch immer noch im akzeptablen Bereich für eine sportliche Basisschicht. Für kühlende Zwecke zeigte der Stoff ohne Chitosan einen höheren Wärmeverlust und eine bessere Leistung. Aufgrund der Materialbeschaffenheit, Zusammensetzung und Struktur ist dieser Stoff jedoch nicht für kühlende Anwendungen geeignet.

Tabelle 2. Ergebnisse zur technischen Leistungsfähigkeit der Stoffe

<b>Test</b>	<b>Wolle/Tencel</b>	<b>Wolle/Tencel/Chitosan</b>
Wasseraufnahme (Tropfentest) in Sekunden (vor dem Waschen)	7,67	60
Wasseraufnahme (Tropfentest) in Sekunden (nach dem Waschen)	6,33	60
Verdunstungsrate (g/h) (vor dem Waschen)	0,29	0,30
Verdunstungsrate (g/h) (nach dem Waschen)	0,21	0,30
Steighöhe (mm/10 Min)	11,5	3,5
Steighöhe (10 Min)	4,8	10,8
Steighöhe (10 Min)	11,5	3,5
Steighöhe (10 Min)	2,5	10,7

Test	Wolle/Tencel	Wolle/Tencel/Chitosan
Trocknungszeit (Minuten)	16	19,6
Luftdurchlässigkeit (mm/s)	739	770
Gesamtwärmeverlust (THL) (W/m <sup>2</sup> )	673,3	636,3
Verdunstungswärmeverlust (Evap THL) (W/m <sup>2</sup> )	523,1	491,5
Wärmeverlust durch Leitung/Konvektion (Cond/Conv THL) (W/m <sup>2</sup> )	150,2	144,9

Da die vorherigen Leggings mit Chitosan kein weicherer Griffgefühl als die Kontrollleggings aufwiesen, stellte die Falke KGaA adidas neue Leggings zur Verfügung, die weiterhin auf Krabben-basiertem Chitosan basieren. Diese Leggings wurden mit einer anderen Methode als die bisherigen schwarzen Leggings gefärbt, um das Griffgefühl zu verbessern (siehe Abbildung 6). Die Zusammensetzung der Leggings war ähnlich wie bei den vorherigen Versuchen:

- **Aladin:** 30 % Wolle, 18 % Tencel, 24 % Polyamid, 16 % Elasthan, 12 % Chitosan
- **Summer:** 30 % Wolle, 30 % Tencel, 24 % Polyamid, 16 % Elasthan



Abbildung 6. Leggings mit und ohne chitosan für Handföhltest

Das Griffgeföhl der Leggings wurde in einem Blindtest von 13 Teilnehmern bewertet. Die Fragen lauteten:

1. Allgemeine Bewertung des Hautgeföhl des Produkts auf einer Skala von „geföllt mir sehr“ bis „geföllt mir überhaupt nicht“.
2. Bewertung des Hautgeföhl des Produkts auf einer Skala von „sehr weich“ bis „sehr rau“.

Die Leggings mit Chitosan wurden als rau empfunden, wöhrend die Leggings ohne Chitosan als weicher wahrgenommen und von den Testpersonen bevorzugt wurden. Im Vergleich zu den vorherigen schwarz geförbten Leggings wurden die neuen rosa Strumpfhosen als weicher empfunden. Dennoch wurde die Strumpfhose ohne Chitosan deutlich weicher wahrgenommen als die mit Chitosan.

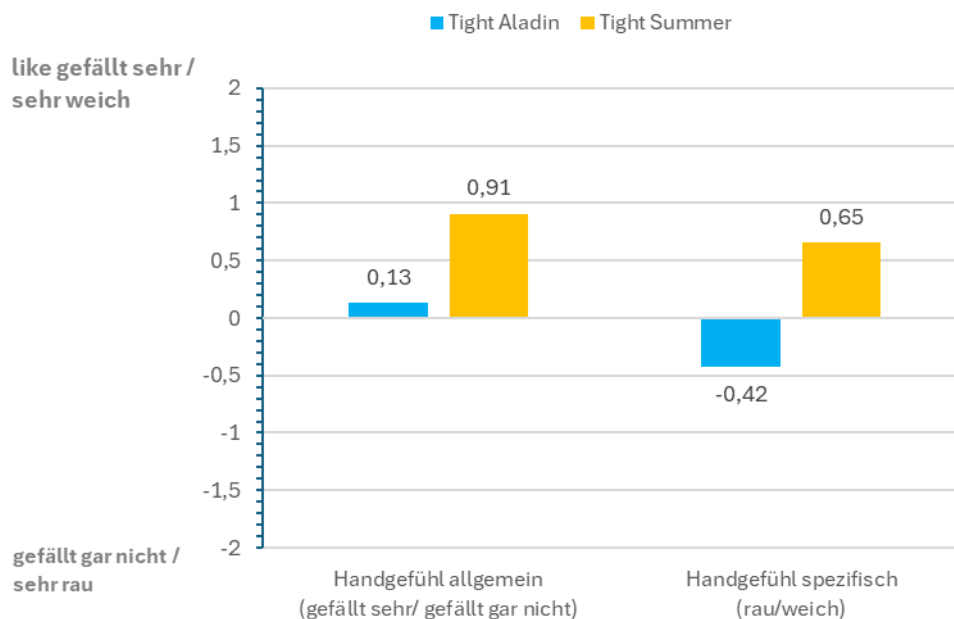


Abbildung 7. Ergebnisse des Griffgeföhl-Tests von Strumpfhosen mit Krabben-basiertem Chitosan

Leider erhielt adidas bis zum Ende des Projekts keine gesponnenen Garne aus pilzbasiertem Chitosan. Daher konnte keine Validierung für pilzbasiertes Chitosan durchgeföhrte werden, und die in diesem Bericht präsentierte Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf krabbenbasiertes Chitosan, das auf dem Markt verfügbare ist.

Im Rahmen von Arbeitspaket 8 (WP8) bewertete adidas das Marktpotenzial von Chitosanfasern für die Sportindustrie.

Synthetische Fasern, insbesondere Polyester, dominieren den globalen Fasermarkt. Dennoch gibt es einen zunehmenden Trend hin zu nachhaltigen und erneuerbaren Fasern, bedingt durch wachsende Umweltbedenken.

In den letzten Jahren haben sich die Nachhaltigkeitsbedenken der Verbraucher deutlich verstärkt, was die Nachfrage nach nachhaltig produzierten Textilien und Textilrecycling erhöht hat. Weltweit erwarten Konsumenten von Unternehmen, dass sie Verantwortung für ihre Umweltwirkungen übernehmen. Sie verlangen Transparenz hinsichtlich der verwendeten Materialien, einschließlich Herkunft der Rohstoffe und Produktionsländer. Unternehmen sollen langfristige ökologische und soziale Nachhaltigkeit mit ihren Produkten demonstrieren und mehr Transparenz entlang ihrer Wertschöpfungskette schaffen. Drittanbieter-Zertifizierungen haben sich etabliert, um zu kennzeichnen, welche Produkte „nachhaltig“ oder „zirkulär“ sind und was das konkret bedeutet.

Neben dem gestiegenen Bewusstsein der Verbraucher treiben auch Bekleidungsmarken die Entwicklung zirkulärer Produkte voran, um ihren ökologischen Fußabdruck zu reduzieren. Politische Maßnahmen haben der Branche ebenfalls einen verpflichtenden Impuls in Richtung Nachhaltigkeit gegeben und beeinflussen das Tempo von Wachstum und Recycling wichtiger Fasern.

Die Hauptfaktoren, die die Kleiderwahl der Kunden beeinflussen, sind Aussehen, Stil, Tragegefühl und Preis. Nachhaltigkeit wird oft als positiver Nebeneffekt von qualitativ hochwertiger, langlebiger Kleidung betrachtet. Komfort wird durch die Weichheit des Stoffes, die richtige Dicke und Flexibilität bestimmt.

Mehrere Faktoren treiben das Wachstum des Marktes für Chitosanfasern voran:

- **Nachhaltigkeit:** Chitosan ist biologisch abbaubar und umweltfreundlich und entspricht damit der wachsenden Nachfrage der Verbraucher nach nachhaltigen Produkten. Dies macht es zu einer attraktiven Option für umweltbewusste Konsumenten. Sollte jedoch kein pilzbasiertes Chitosan verfügbar sein, könnten Bedenken hinsichtlich der Verwendung von krabbenbasiertem Chitosan aufgrund des tierischen Ursprungs entstehen.
- **Antimikrobielle Eigenschaften:** Die natürlichen antimikrobiellen Eigenschaften von Chitosan machen es ideal für Sportbekleidung, da sie helfen, Kleidungsstücke frisch und geruchsfrei zu halten – ein Vorteil für Sportler und aktive Personen.
- **Leistungssteigerung:** Chitosanfasern bieten feuchtigkeitsableitende und atmungsaktive Eigenschaften, die den Komfort und die Leistung von Sporttextilien verbessern. Diese Eigenschaften sind entscheidend für das Wohlbefinden während körperlicher Aktivität.

Trotz seines Potenzials steht der Markt für Chitosanfasern vor mehreren Herausforderungen:

- **Kosten:** Die hohen Produktionskosten von Chitosan können eine Hürde für die breite Anwendung darstellen. Maßnahmen zur Senkung der Produktionskosten sind entscheidend für eine stärkere Marktdurchdringung.
- **Regulatorischer Rahmen:** Die Einhaltung verschiedener gesetzlicher Vorgaben kann für Marktteilnehmer eine Herausforderung darstellen. Die erfolgreiche Navigation durch diese regulatorischen Landschaften ist entscheidend für den Markterfolg.

Pilzbasiertes Filamentgarn aus Chitosan könnte unter Verwendung von reichlich vorhandenem industriellem Abfall als Rohstoff hergestellt werden, was zur Lösung der Kostenproblematik beiträgt. Durch die sorgfältige Auswahl von Lösungsmitteln und Fällungsmitteln sowie die effiziente Extraktion von Chitin und Chitosan aus Pilzbiomasse könnte der Produktionsprozess potenziell skaliert und die Kosten weiter gesenkt werden.

Die Atmungsaktivität, Feuchtigkeitsregulierung und antibakteriellen Eigenschaften von Chitosan machen es zu einem potenziellen Material für hautnahe Anwendungen wie Basisschichten oder Socken. Je nach Garn, mit dem das Chitosan gemischt wird, kann der Anwendungsbereich variieren. Beispielsweise zeigt eine Mischung aus Wolle/Tencel/Chitosan mehr Potenzial für Outdoor-Basisschichten als für den Einsatz im Fitnessstudio.

Insgesamt sieht das Marktpotenzial für Chitosanfasern in der Sporttextilindustrie vielversprechend aus – getrieben durch Nachhaltigkeitstrends, Leistungsmerkmale und laufende Innovationen. Die Entwicklung von Textilmaterialien, die den Qualitäts- und Designanforderungen von Marken entsprechen, zeigt, dass es möglich ist, zirkuläre Materialien zu schaffen, ohne Kompromisse bei Qualität oder Ästhetik einzugehen. Dieser Erfolg ist entscheidend für die breite Akzeptanz und Anwendung nachhaltiger Materialien.

#### **b. Publikationen und Präsentationen**

Keine

#### **c. Weitere Aktivitäten (falls zutreffend)**

Keine

### **3. Fortführung des Verwertungsplans**

#### **a. Verwertung der Ergebnisse**

Da keine Garne im Projekt aus Pilzbasiertem Chitosan hergestellt werden konnten,

#### **b. Verwertung im BIOTEXFUTURE-Folgeprojekt (falls zutreffend)**

Im Rahmen von BIOTEXFUTURE ist es nicht möglich weitere Projekte durchzuführen.

### **4. Änderungen am ursprünglichen Arbeitsplan**

Im Verlaufe des Projektes ergaben sich keine Veränderungen am Projektplan, im Sinne einer Veränderung der geplanten Tätigkeiten. Es konnten jedoch nicht alle Tätigkeiten wie ursprünglich geplant durchgeführt werden.

#### **Arbeitspakete/Aufgaben ohne Lösungen**

Bis zum Projektende erhielt adidas keine im Projekt gesponnenen pilzbasierten Chitosan-Filamentfasern. Daher konzentrierte sich die Arbeit bei adidas auf die Bewertung des kommerziell verfügbaren krabbenschalenbasierten Chitosans und das Verständnis seiner Eigenschaften durch Labortests sowie seiner Leistung durch Athletentests. Das Verständnis der Eigenschaften und Leistung von pilzbasiertem Filament-Chitosan und dessen Vergleich mit krabbenschalenbasiertem Kurzfaserver-Chitosan konnte jedoch nicht erfüllt werden.

### **5. Weitere Fortführungs-/Anknüpfungsmöglichkeiten**

Keine