

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University

**BioTurf - Neuartige nachhaltige Kunstrasensysteme aus biobasierten
Polymeren**

Verantwortliche Autoren: Franz Pursche, Rahel Heesemann

031B1213B

**„Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 031B1213B
gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der
Autorin/beim Autor.“**

TEIL I – Schlussbericht - Kurzbericht

Zuwendungsempfänger:

Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University

Förderkennzeichen:

031B1213B

Vorhabenbezeichnung:

Innovationsraum: BioTexFuture – BioTurf – Umsetzungsphase, TP B –

Laufzeit des Vorhabens:

01.12.2021 – 30.11.2023

Mit dem Ziel, Unterhaltskosten zu senken, wird beim Bau neuer Sportflächen zunehmend auf Kunststoffrasensysteme zurückgegriffen. Im Vergleich zu Naturrasen bieten diese eine pflegeleichte, unkrautfreie und wetterunabhängige Oberfläche, die weder bewässert noch gedüngt werden muss. Für das Jahr 2020 wird in Europa von über 90.000 (ca. 260 Mio. m²) Kunststoffrasenfeldern ausgegangen, die hauptsächlich für den Fußballbetrieb genutzt werden. Ein Kunststoffrasenplatz besteht aus einem mehrschichtigen Aufbau verschiedener Komponenten. Auf den Untergrund (Baugrund, Tragschicht ohne Bindemittel, ggf. Asphalttschicht) folgt eine Elastikschicht oder eine gebundene elastische Tragschicht. Darauf liegt eine stabilisierende Rückenschicht, auf der sich der eigentliche Kunststoffrasen befindet. Dieser besteht aus Filamentgarnen, die in einen textilen Träger getuftet sind. Oft wird die Faserschicht zusätzlich mit Sand und Gummigranulat verfüllt. Die unterschiedlichen Rohstoffe und Polymere in Pol- und Trägerschicht sowie Infill erschweren das werkstoffliche Recycling. Beim elastischen Füllstoff wird jährlich mit einem Verlust und damit einem Nachfüllbedarf von 70 g/m² (500 kg/Feld) gerechnet. Dies entspricht auch der Menge, die potenziell als Mikroplastik in die Umwelt gelangt. Das Ziel des Projekts „BioTurf“ ist daher die Entwicklung einer Kunstrasenstruktur aus Bio-Polyethylen (PE) als Polymerrohstoff. Durch die Monomaterialstruktur soll ein hochwertiges stoffliches Recycling im Sinne einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft ermöglicht werden. Zudem soll der Kunstrasen ohne die Zugabe von Einfüllgranulat auskommen, also eine sogenannte Non-Infill-Struktur aufweisen, und damit den Eintrag von Mikroplastik in die Umwelt minimieren (derzeit ca. 500 kg pro Platz und Jahr). Die Ziele und Lösungswege der Arbeitspakete unter Leitung bzw. Mitwirkung des ITA sind wie folgt:

Ziel des **Arbeitspaketes 1** für das ITA ist die Entwicklung von Polfasern sowie Bändchenfasern für das Backinggewebe der Kunstrasenstruktur und die Entwicklung des Backinggewebes selbst. Als Ausgangsmaterial wurden dazu Spinnversuche mit Bio-PE-basierten Materialien durchgeführt. Im Verlauf der Versuche traten jedoch Schwierigkeiten beim Spinnen der Materialien auf. Ein hoher Düsendruck baute sich sehr schnell auf, was auf Unregelmäßigkeiten und mögliche Verunreinigungen im Material hinweist. Ein weiteres getestetes, nicht gelabeltes Polymer ließ sich gut spinnen, aber die resultierenden mechanischen Eigenschaften lagen unter denen des Total Materials. Für das Backinggewebe wurde daher herkömmliches PE-Bändchenmaterial gewählt. Das Ziel hinsichtlich der Polfasern konnte durch die Verwendung eines zusätzlichen, gekräuselten Garnmaterials erreicht werden. Dieses Füllgarn ist ein texturiertes Monofilament, das die primäre Garnstruktur mechanisch stabilisiert.

Ziel des **Arbeitspaketes 2** ist die Weiterentwicklung des Produktionsprozesses für die bio-basierte Non-Infill-Kunstrasenstruktur. Aufbauend auf den in AP1 entwickelten Halbzeugen wurde der zweite

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor

Demonstrator gemäß Prüf- und Praxisergebnissen konstruiert, inklusive modifizierter Ausspinnrezepte für bio-basierte PE-Garne und angepasster Web-, Tuft- und Beschichtungsparameter. Der ITA-Fokus lag auf der Optimierung des Webprozesses für das Backing-Gewebe, wobei verschiedene Kett- und Schussdichten getestet wurden. Die Anpassungen der Prozessparameter basierten auf labortechnischen Verfahren und qualitativem Nutzerfeedback.

*Ziel des **Arbeitspaketes 3** war die Herstellung von Demonstratoren zur Prüfung der Praxistauglichkeit im Reallabor. Ein Labormaßstabs-Demonstrator (ca. 200 m²) wurde für Tests wie Längendehnungsmessungen und Polnoppenauszugskräfte produziert. Ein weiterer Demonstrator (ca. 400 m²) wurde in einer Soccerbox am Hochschulsportzentrum der RWTH Aachen University (HSZ) verlegt, um intensive Bespielbarkeit zu testen.*

*Ziel des **Arbeitspaketes 4** war die Erfassung und Bewertung von Nutzerfeedback. Es wurden 8 allgemeine und 6 spezifische Fragen zum Demonstrator formuliert. Insgesamt nahmen 44 Personen teil, darunter 33 Männer und 11 Frauen im Alter von 14 bis 32 Jahren. Für den Demonstrator in der Soccerbox wurde ebenfalls Nutzerfeedback eingeholt. Das Feedback zur Spielbarkeit war sehr positiv.*

Die Zusammenarbeit im Konsortium erfolgte entlang spezifischer Kompetenzfelder wie Garnherstellung, Trägerherstellung, Erzeugung der 3D-Textilstruktur durch Tufting sowie Polnoppeneinbindung und Rückenbeschichtung. Dabei fand ein intensiver Informationsaustausch sowohl digital als auch durch persönliche Präsenzbesuche statt.

Im Verlauf des Projekts wurde deutlich, dass die gesetzten Ziele – die Entwicklung eines bio-basierten Kunstrasens ohne Infill und die Reduktion von Treibhausgasemissionen durch den Einsatz bio-basierter Rohstoffe – sowohl technisch als auch im industriellen Maßstab (Scale-up bei Morton Extrusionstechnik) realisierbar sind.

TEIL II – Schlussbericht - Eingehende Darstellung

Zuwendungsempfänger: Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University	Förderkennzeichen: 031B1213B
Vorhabenbezeichnung: BioTurf Innovationsraum: BioTexFuture – BioTurf – Umsetzungsphase, TP B	
Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2021 – 30.11.2023	

1. Was sind die Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten?

Die durchgeführten Arbeiten sowie die dafür aufgewandten Ressourcen waren notwendig und angemessen, da sie der im Projektantrag detailliert dargelegten Planung entsprachen und die im Arbeitsplan formulierten Aufgaben erfolgreich bearbeitet wurden. Darüber hinaus mussten keine zusätzlichen Ressourcen zur Durchführung des Vorhabens aufgewandt werden. Die erzielten Ergebnisse des Vorhabens und die bei der Projektbearbeitung gewonnenen Methoden und Erkenntnisse bieten dem ITA im Bereich der Forschung und Qualifizierung die Möglichkeit weitere Projektideen zu generieren und im Rahmen von Schulungen, Weiterbildung und direkten Industrieprojekten die Ergebnisse in andere Produktbereich zu transferieren. Die Zuwendung wurde entsprechend dem Verwertungsplan verwendet, um die geplanten Ergebnisse zu erzielen.

Die Zuwendung wurde wirtschaftlich und sparsam verwendet. Es wurden nur Ausgaben getätigt, die für die Erreichung der Zielsetzung des Vorhabens notwendig waren. Die Komplexität der Entwicklung eines voll recyclingfähigen biobasierten Kunstrasensystems ohne Infill war nur durch die Zusammenarbeit der beiden Forschungsstellen zusammen mit dem Industriepartner möglich. Dies spiegelt sich im Besonderen dadurch wider, dass fachliche Kompetenzen für die Herstellung polymerbasierter Garne, Trägerentwicklung (Webstrukturen), Tuftingstrukturen und Veredlungsverfahren sowie der Anwendungstechnik und der Übertragung auf reale Spielfelder (Großdemonstrator) benötigt wurden.

2. Was sind die voraussichtliche Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit der Ergebnisse?

Die Entwicklungen im BioTurf Projekt haben gezeigt, dass sowohl das Mikroplastik Granulat als Infill zur Faserschonung als auch die Latex-Beschichtung als Fixierung des Polgarns am textilen Träger ersetzt werden können, ohne die benötigten Spieleigenschaften des Kunstrasens zu beeinträchtigen. Dies führt nicht nur zu einer Kosten- und Energieeinsparung, sondern reduziert auch den Austrag an Mikroplastik deutlich. Dies ist eine Voraussetzung der zukünftigen Kunstrasenherstellung, gemäß der EU-Restriktion zur absichtlichen Inverkehrbringung von Mikroplastik.

Die Verwendung von biobasiertem Polyethylen (PE) als Polgarn und biobasiertem PE und Polypropylen (PP) im Träger trägt zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen bei und stärkt somit das

Marktpotenzial des neuartigen, biobasierten Kunstrasens. Für einen biobasierten Kunstrasen, der zu 100% einer Polyolefingruppe entspringt, ist ein werkstoffliche Recycling machbar und stellt somit einen marktpolitischen Vorteil dar. Insofern geht MET davon aus, dass ab 2024 ein Marktanteil von 10% erreicht werden kann. Das große Interesse an der Einweihung vom Großdemonstrator am Hochschulsport Zentrum (HSZ) der RWTH Aachen University unterstreicht diese Schätzung. Das positive Feedback der Nutzer trägt ebenfalls zur Stärkung des BioTurf Kunstrasens bei. Gespräche für die Installationen von BioTurf auf den Trainingsplätzen von Alemannia Aachens Jugend finden momentan statt und ergänzen die Nachfrage nach Ausstellungstücken auf Messen (z.B. TechTextil und Dornbirn MFC).

Neben den Vorträgen und Veröffentlichungen bei Tagungen und Konferenzen, die unter Punkt 4 einzeln aufgeführt werden, wurden Presse- und Interviewtermine (siehe z.B. Artikel der Aachener Nachrichten vom 25.11.2023) gemeinsam wahrgenommen. Eine Veranstaltung zur Einweihung des am HSZ installierten Kunstrasens unter Beteiligung von Sportverbänden, des Bundesinstituts für Sport, des Dezernats V/ Sport der Stadt Aachen und der Stabsstelle Nachhaltigkeit der RWTH fand zum Ende der Projektlaufzeit statt, um der Öffentlichkeit und den Fachgremien das Projekt vorzustellen. Ein von ADIDAS initiiertes Videodreh mit Interviews zur Erläuterung der BioTurf-Herstellung findet am 24. Und 26.07.2024 statt. Zusätzlich existieren Bestrebungen auf Seiten des Innovationsraums BioTexFuture im Zuge der 2024 in Deutschland laufenden EM BioTurf beim Deutschen Fußballbund zu bewerben.

Zudem hat sich das Konsortiums des Projektes BioTurf neu formiert bzw. erweitert, um den vollständigen Werkstoffkreislauf der Polymere nach der Nutzung zu realisieren. Es wurde ein Antrag für ein Anschlussprojekt beim BMBF eingereicht, um nach erfolgreicher Entwicklung des biobasierten Kunstrasens nun auch die Rückführung der benutzten Polymere zum Recycling auf gleichem Niveau zur Erstellung eines neuen Kunstrasens zu garantieren. Dieses Nachfolge-Vorhaben schließt den Rückbau von Kunstrasenplätzen ein, die nicht einer Polymergruppe angehören, sondern mit Latex und Polyurethan kontaminiert sind, was das Recycling extrem erschwert.

3. Was sind die Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens, die während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen sind?

Eine in der Endphase des Projektes durchgeführte Patentrecherche von Seiten MET hat ergeben, dass keine vergleichbaren Entwicklungen im Bereich des Kunstrasens von Mitbewerbern stattgefunden haben, die mit den im Projekt verfolgten Zielen übereinstimmen.

4. Was sind die erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NKBF/NABF?

- Novel sustainable Artificial Turf Systems from Biobased: Polymers - BioTexFuture BioTurf; Vortrag auf Fiber Society Spring Conference in 06/2022
- 26.03.-28.03.2023: Konferenz Clothing Body Interaction, Berlin: Vorstellung und Verwertung der ersten Ergebnisse im Projekt in Form eines Posters: Development of a sustainable bio-based artificial turf system and evaluation of the influence on football players and their playing behaviour
- BioTexFuture – BioTurf: Microplastic – free solution for sport turfs. Vortrag beim Member Day in Brüssel 07.12.2023.
- BIOTURF – Der Kunstrasen der Zukunft ist wieder „grün“. Die Projekte im Innovationsraum BIOTEXFUTURE (online verfügbar unter <https://biotextfuture.info/projects/bioturf/>;

- Development of a sustainable bio-based artificial turf system with improved recycling abilities. Poster Member Day Spring 2023 Aachen.
- BioTurf: Joining forces for the large playable demonstrator. BIOTEXFUTURE Newsletter: 2/2023
- Die Zukunft eines nachhaltigen Kunstrasens kommt aus Aachen. Artikel in den Aachener Nachrichten vom 25.11.2023
- Tausende Kunstrasenplätze vor dem Aus. BIOTEXFUTURE Newsletter: 1/2024
- Geplanter Videodreh am 26.07.2024 im Technikum des TFI zur Herstellung des BioTurf Kunstrasens durch das Team AG4, initiiert durch ADIDAS

Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse

AP1: Prozessentwicklung Non-Infil + AP2: Prozessoptimierung

Der Anforderungskatalog wurde im Rahmen der Projektbesprechungen erarbeitet. Damit der neue biobasierte Kunstrasen auch nach Abschluss des Projektes nach der industriellen Umsetzung mit auf dem Markt etablierten Produkten vergleichbar ist oder sogar bessere Nutzungseigenschaften aufweist, hat das Konsortium ein Benchmark Produkt ausgewählt, was zurzeit noch erdölbasiert ist. Die Qualitätseigenschaften dieses erdölbasierten Produktes wurden als Lastenheft auf die angestrebten Produkteigenschaften des neuen biobasierten Produktes übertragen.

Ziel des Arbeitspakets für das ITA ist die Entwicklung von Polfasern sowie Bändchenfasern für das Backinggewebe der Kunstrasenstruktur sowie die Entwicklung des Backinggewebes selbst. Als Eingangsmaterial wurden dazu Spinnversuche mit den Bio-PE basierten Materialien der Firma Tecnar Arboblend 3709, Ilsfeld, Deutschland, durchgeführt. In der Iterationsschleife der Prozessoptimierung wurden darüber hinaus Materialien der Firma Total Polymers (M2010EP und M3427) genutzt, ebenfalls basierend auf Bio-PE.

Für die Prozessentwicklung wurde dabei zunächst auf eine Runde Düse zurückgegriffen. Basierend auf den Materialien von Tecnar eine Standardprozesssetup entwickelt, was aus Gründen der Vergleichbarkeit dann auf die anderen getesteten Polymere übertragen wurde und nur für finale Optimierungen angepasst wurde:

- Extrudertemperaturen: 240 – 245 – 250 – 255 – 260 – 290 (Zone 1 bis Spinnkopf)
- Spinnverzug: 3,18
- Verstrecktemperatur: 90°C
- Verstreckung: 6,37
- Filter: 50 – 80 – 200 (µm)

Im Verlauf haben sich Schwierigkeiten beim Spinnen der Materialien Arboblend 3709 und M2010EP gezeigt. So baut sich mit Arboblend 3709 sehr schnell ein hoher Düsendruck auf, der auf Unregelmäßigkeiten und evtl. Verunreinigungen des Materials zurückschließen lässt.

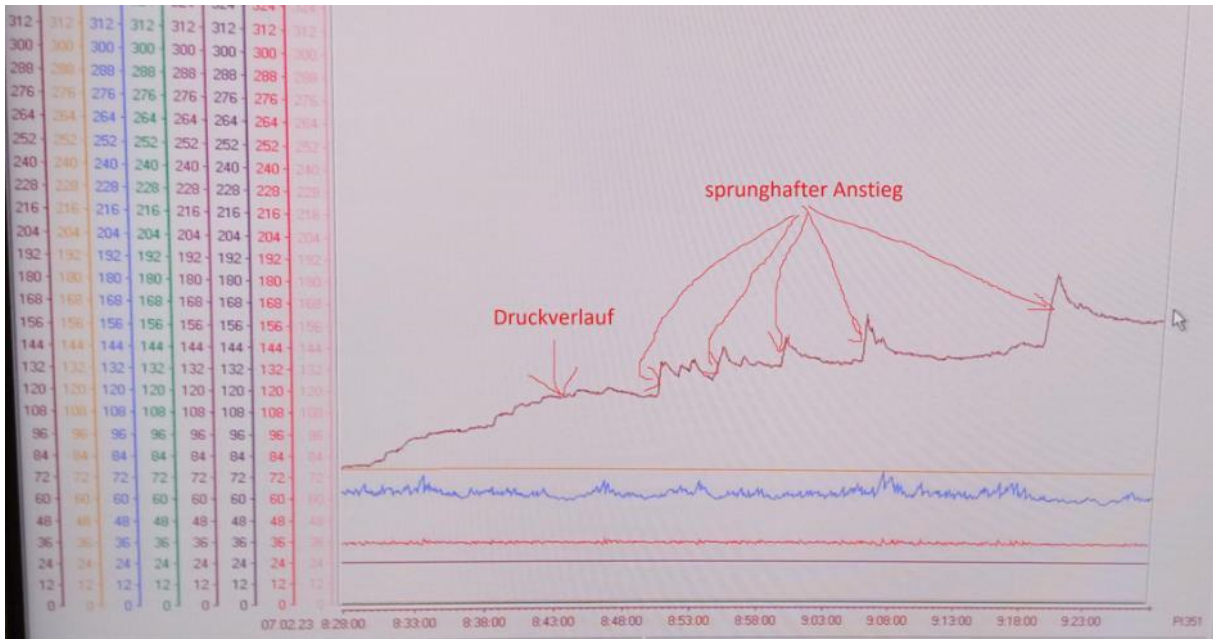


Abbildung 1: Druckverlauf bei Spinnversuchen mit Arboblend 3709 und Filteraufbau 50 – 80 – 200 (Masche)

Entsprechend wurden die Versuche mit diesem Material nicht fortgesetzt, da sich trotz intensiver Prozessanpassung kein stabiler Prozess finden lies. Beim Material M2010 gestaltet sich das Ausspinnen ebenfalls als schwierig, da der Extruderdruck stark schwankt. Dem kann durch eine manuelle, langsame Erhöhung der Spinnpumpendrehzahl und eine anfängliche manuelle Führung der Extruderdrehzahl, bis sich ein stabiler Prozess einstellt, entgegengewirkt werden. Eine mögliche Ursache hierfür ist die niedrige melt-flow-rate von 0,9 g/10min.

Trotz des Erreichens einer Prozessführung, die ein Ausspinnen von M2010 ermöglicht, schwankt der Extruderdruck weiterhin kontinuierlich. Entsprechend eignet sich das Material nicht für Industrierversuche, da auch unregelmäßige Durchmesserschwankungen auftraten.

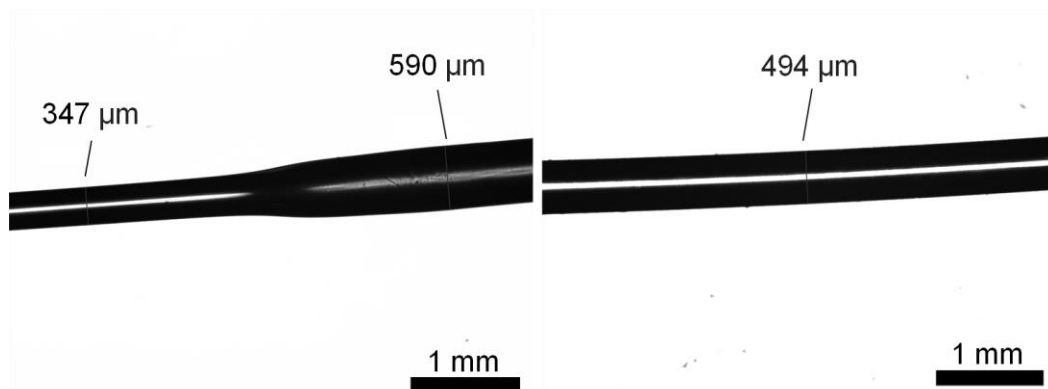


Abbildung 2: Durchmesserunregelmäßigkeit bei niedriger Verstreckung und hoher Verstreckung Versuch 6

Das Material M3427 lässt sich mit einer entsprechend großen Düse gut spinnen. Dabei muss die Düse so gewählt werden, dass die Monofilamente nach der Verstreckung den gewünschten Durchmesser von 0,5 mm erreichen. Die Verstreckung kann so eingestellt werden, dass Querschnittsunregelmäßigkeiten im Filament nicht mehr auftreten. Dies kann durch eine Untersuchung des Materials in der Mikroskopie bestätigt werden. Hierbei sollte aber ein gewisses Maß an

Verstreckung nicht überschritten werden, da es sonst zu einer Abnahme der Regelmäßigkeit kommt, die eventuell durch den hohen Druck an den Galetten, verursacht durch die Verstreckung, entsteht. Für das Material M3427 führen Verstreckungsgrade ab 6,4 zu dem gewünschten Zieldurchmesser. Bei dem Material liegen zudem keine Probleme mit einem schwankenden Extruderdruck vor, dieser bleibt in einem konstanten und akzeptablen Bereich. Entsprechend wurde beschlossen, mit dem Material M3427 zunächst fortzufahren und dieses Material für die weitere Entwicklung zu nutzen.

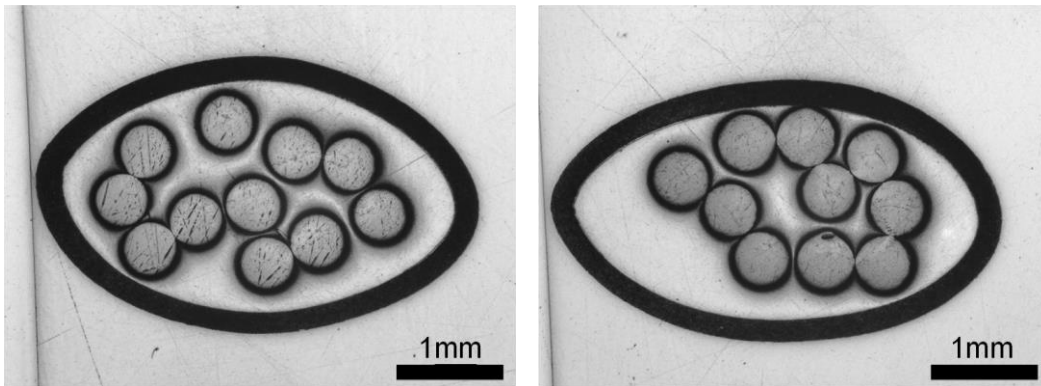


Abbildung 3: Querschnitt der hergestellten Filamente

Darüber hinaus wurde ein weiteres nicht gelabeltes Polymer der Firma Tecnaro getestet, was sich gut spinnen ließ. Allerdings lagen die resultierenden mechanischen Eigenschaften unterhalb des Total Materials. Die folgende Abbildung zeigt ein Kraft-Dehnungs-Diagramm des Total Materials:

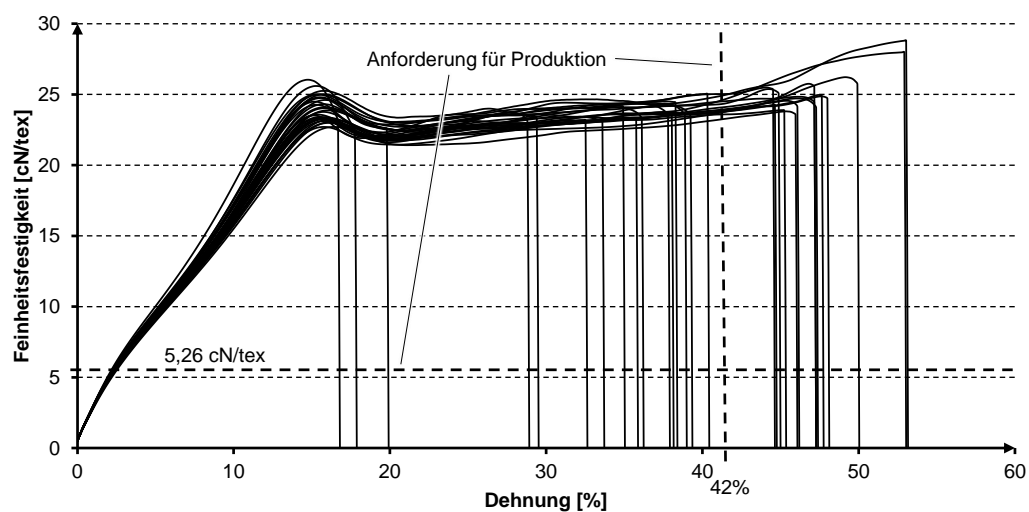


Abbildung 4: Kraft-Dehnungs-Diagramm der Fasern basierend auf dem Total 3427 Polymer

In einer Reihe von Webversuchen im Labormaßstab wurden verschiedene Trägergewebe aus PE-Folienbändchen hergestellt und analysiert, um die optimale Gewebedichte für den nachfolgenden Tufting-Prozess zu ermitteln. Diese Versuche wurden unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt, um genaue und reproduzierbare Ergebnisse zu gewährleisten.

Die Gewebe wurden auf einer Nadelbandwebmaschine (Abbildung 5) hergestellt, die über einen doppelten Schusseintrag verfügt und eine Webbreite von 20 cm ermöglicht. Ein doppelter Schusseintrag bedeutet, dass zwei Schussfäden gleichzeitig eingetragen werden. Daher ist die tatsächliche Schussdichte doppelt so hoch wie der angegebene Wert (z. B. 5/cm \cong 10/cm). Die Kettfäden wurden

vom Gatter mit Tangentialabzug abgezogen, wodurch eine gleichmäßige Spannung der Kettfäden während des Webvorgangs sichergestellt wird.





Abbildung 5: Weben von PE Bändchen auf Nadelbandwebmaschine











Als Bindung wurde die Leinwandbindung gewählt, die eine der stabilsten Webbindungen darstellt. Die Leinwandbindung gewährleistet, dass die resultierenden Gewebe eine gleichmäßige Struktur aufweisen und für den Tufting-Prozess geeignet sind. Die Leinwandbindung ist die Bindung mit der höchsten Festigkeit und Strapazierfähigkeit. Daher ist diese Bindung für ein Trägergewebe einsetzbar.

Insgesamt wurden zwölf verschiedene Gewebe hergestellt, wobei jede Variante eine unterschiedliche Kett- und Schussdichte aufwies. Diese Variationen wurden gezielt eingeführt, um eine umfassende Analyse der Gewebeigenschaften zu ermöglichen und die am besten geeignete Fadendichte für den Tufting-Prozess zu ermitteln. Durch die hohe Anzahl an Gewebeproben konnte ein breites Spektrum an Dichten abgedeckt werden, um die optimalen Bedingungen für den anschließenden Tufting-Prozess zu finden. Die verschiedenen Kett- und Schussdichten können der Tabelle 1 entnommen werden.

Die Webversuche lieferten Ergebnisse bez. der Auswirkungen unterschiedlicher Dichten auf die Leistungsfähigkeit der Gewebe während des Tufting-Prozesses. Diese Daten sind entscheidend für die Optimierung der Produktionsprozesse und die Verbesserung der Qualität des Endprodukts. Die gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, effizientere und robustere Tufting-Gewebe zu entwickeln, die den spezifischen Anforderungen der Industrie gerecht werden.

Tabelle 1: Verschiedene Kett- und Schussdichten der Tufting-Gewebe

Gewebe	Kettichte	Schussichte
	5/cm	3/cm
	5/cm	4/cm

	5/cm	5/cm
	5/cm	6/cm
	6/cm	3/cm
	6/cm	4/cm
	6/cm	5/cm
	6/cm	6/cm
	7,5/cm	3/cm
	7,5/cm	4/cm
	7,5/cm	5/cm
	7,5/cm	6/cm

Mit den verschiedenen Geweben werden Tufting-Versuche am TFI durchgeführt. Das Gewebe mit einer Kettichte von 7,5/cm und einer Schussdichte von 5/cm (doppelter Schusseintrag) erzielt die besten Ergebnisse. Aufbauend auf den Erkenntnissen werden zusammen mit den LECO-Werken Lechtreck GmbH & Co. KG, Emsdetten Tufting-Gewebe für den 40 qm Demonstrator hergestellt. Die folgenden Parameter werden festgelegt:

- Schussdichte: 7,2/cm
- Kettichte: 10/cm

Die Kette wurde in drei verschiedenen Varianten vorbereitet:

- **Variante 1:** Hierbei werden abwechselnd drei Polypropylen (PP) Bändchen und ein Polyethylen (PE) Bändchen verwendet.
- **Variante 2:** Hierbei werden abwechselnd zwei Polypropylen (PP) Bändchen und ein Polyethylen (PE) Bändchen verwendet
- **Variante 3:** Hierbei werden abwechselnd ein Polypropylen (PP) Bändchen und ein Polyethylen (PE) Bändchen verwendet

Auch der Schuss wurde variiert:

- **Variante 1:** 100 % PP
- **Variante 2:** 3:1 PP:PE
- **Variante 3:** 2:1 PP:PE

Für diese Versuche werden Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE) mit besonders hoher UV-Stabilität und Festigkeit ausgewählt. Diese Materialien sind so konzipiert, dass sie den extremen Witterungsbedingungen eines Fußballplatzes standhalten können. Durch die hohe UV-Stabilität wird sichergestellt, dass die Materialien auch bei intensiver Sonneneinstrahlung nicht an Festigkeit verlieren und ihre strukturellen Eigenschaften über einen langen Zeitraum beibehalten.

Der Abzug der Kettfäden erfolgt von einem Gatter. Als Webmaschine wird eine Greiferwebmaschine der Lindauer DORNIER GmbH, Lindau verwendet. Die Webbreite beträgt 97 cm.

Das Ziel ist es, ein Flächengewicht von etwa 135 g/m² zu erreichen. Diese Planung berücksichtigt die verschiedenen Kett- und Schussvarianten, um die bestmöglichen Ergebnisse im Hinblick auf die strukturelle Integrität sowie die Tuftbarkeit des Demonstrators zu erzielen. Die verschiedenen Kombinationen von PP und PE Bändchen sollen unterschiedliche Materialeigenschaften hervorbringen, um die optimale Zusammensetzung für den 40 qm Demonstrator zu finden. Die verschiedenen Tufting-Gewebe werden am TFI getuftet (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6: Tufting der LECO-Träger-Gewebe am TFI

Die durchgeführten Tufting-Versuche verliefen jedoch nicht erfolgreich (siehe Abbildung 7). Mehrere Herausforderungen beeinträchtigten den Prozess und das Ergebnis, insbesondere in Bezug auf die Fadendichte und die Handhabung der Tufting-Nadeln.

Hohe Fadendichte:

Sowohl die Schuss- als auch die Kettdichte des Trägergewebes waren so hoch, dass die Tufting-Nadeln Schwierigkeiten hatten, das Gewebe zu durchdringen. Dies führte zu einer erheblichen Behinderung des Tufting-Prozesses und beeinträchtigte die Effizienz und Qualität der Arbeit.

Schwierigkeiten mit den Tufting-Nadeln:

Die Tufting-Nadeln konnten nicht ordentlich durch das dichte Trägergewebe arbeiten. Aufgrund der hohen Fadendichte wurde der Widerstand für die Nadeln so groß, dass ein korrektes Einarbeiten der Tuft-Fäden nicht möglich war. Dieser Widerstand führte zu einer erheblichen Belastung der Nadeln und des gesamten Tufting-Prozesses.

Herausforderungen mit den Tuft-Fäden:

Eine weitere Herausforderung war das Reißen der Tuft-Fäden. Durch die hohe Dichte und den Widerstand im Trägergewebe wurden die Fäden übermäßig belastet, was dazu führte, dass viele von ihnen während des Prozesses rissen. Das Reißen der Fäden beeinträchtigte nicht nur die Effizienz des Verfahrens, sondern auch die Qualität des Endprodukts.



Abbildung 7: Getuftetes Träger-Gewebe mit gerissenen Fäden

Zusammenfassung:

Insgesamt zeigte sich, dass die hohen Fadendichten im Trägergewebe erhebliche Herausforderungen für den Tufting-Prozess darstellten. Die Tufting-Nadeln konnten ihre Arbeit nicht effektiv verrichten, was zu einer übermäßigen Beanspruchung und schließlich zum Reißen der Tuft-Fäden führte. Diese Herausforderungen verdeutlichen die Notwendigkeit, die Fadendichten zu verringern und möglicherweise auch die Tufting-Technik anzupassen, um in zukünftigen Versuchen bessere Ergebnisse zu erzielen und die angestrebte Produktqualität zu erreichen.

Für den Spielfeld-Demonstrator wurde aufgrund der Ergebnisse ein herkömmliches PP-Trägergewebe verwendet.

AP3: Reallabor – Demonstratoren + AP4 Stakeholder Feedback

Für die ersten kleineren Demonstratoren (Abbildung 8) wurde die Einholung von Nutzerfeedback genutzt. Die Ergebnisse bez. des ersten kleineren Demonstrators sind in Abbildung 9 dargestellt.



Abbildung 8: Nutzertest am ersten Demonstrator aus PE mit herkömmlichen Backing aus PP

Für die Nutzerumfrage wurden insgesamt 8 allgemeine Fragen formuliert (Alter, Geschlecht, Mitglied im Verein, Niveau, Spielerfahrung, Anzahl Trainings, wichtige Eigenschaften von Fußballplätzen, Beschaffenheit von Fußballplätzen) sowie 6 spezifische Fragen zum Demonstrator (Aussehen, Gefallen im Vergleich zu anderen Kunstrasen, sicherer Stand, Haptik des Demonstrators, Markteinführung des Kunstrasens). Insgesamt gab es 44 Teilnehmer, darunter 33 Männer und 11 Frauen im Alter zwischen

14 und 32 Jahren.

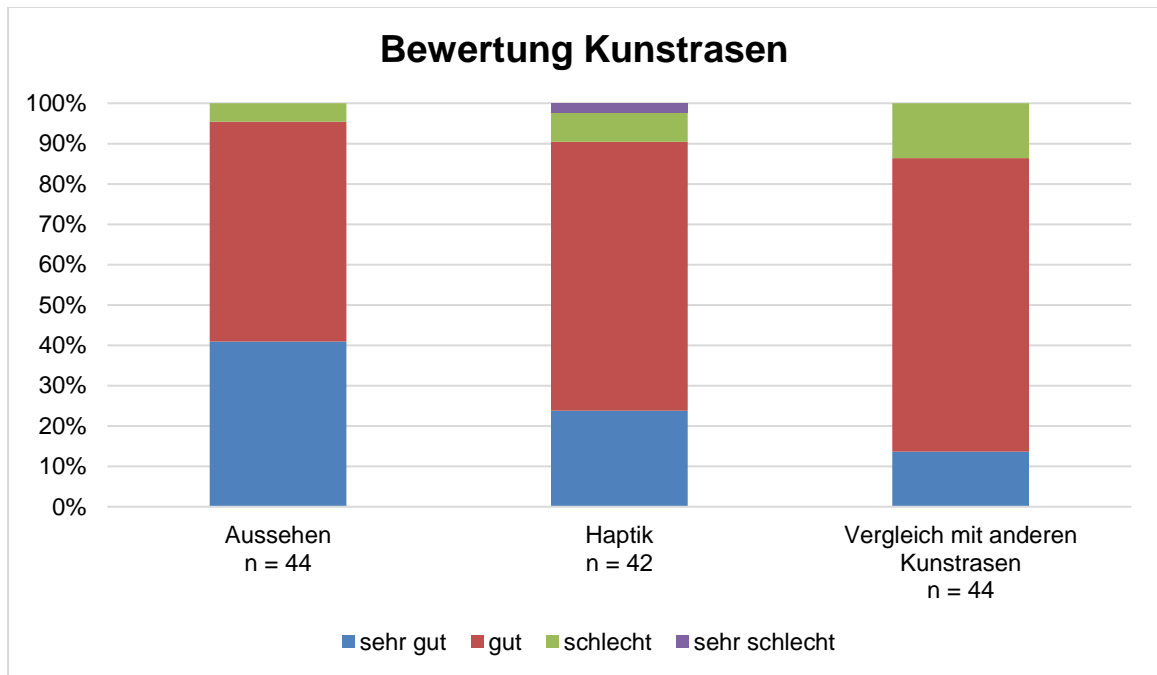


Abbildung 9: Bewertung des Kunstrasensystems

Für die Einführung des Kunstrasen nannten die Teilnehmer folgende Punkte:

- Nachhaltig
- Guter Stand
- Gutes Aussehen
- Angenehmes Spielgefühl
- Guter Grip

Im Vergleich zu Naturrasen nannten die Teilnehmer jedoch, dass der Kunstrasen etwas zu weich und abdämpfend ist. Insgesamt erfährt der Kunstrasen ein durchweg sehr positives Feedback.

Nach der Auswertung der Umfrage erfolgten im Projekt weitere Iterationsschleifen zur Umsetzung des Nutzerfeedbacks. Ein Kleinspielfeld-Demonstrator wurde hergestellt. Im Rahmen des Reallabors wurde in gemeinsamer Arbeit mit dem Hochschulsportzentrum der RWTH Aachen und MET das hergestellte Kleinspielfeld mit dem entwickelten Kunstrasensystem ausgerüstet und bespielt. Auch für diesen Demonstrator wurde Nutzerfeedback eingeholt. Darüber hinaus fanden öffentlichkeitswirksame Arbeiten statt.

Der Spielplatz wurde und wird auch im Rahmen der Hochschulgruppe Fußball regelmäßig genutzt. Das Feedback zur Spielbarkeit ist sehr positiv:

- Grundsätzlich ist die Spielbarkeit sehr ähnlich zu konventionellen Kunstrasenplätzen
- Die „dichtere“ Konstruktion mit einem erhöhten Anteil von Kunstrasenfilamenten fällt auf. Diese erzeugt nach Aussagen eine „weiche“ Struktur mit einem angenehmen Feedback für Fußdrehungen.
- Die Nassspieleigenschaften sind exzellent und wurden positiv hervorgehoben

- Nach Aussagen des Hochschulsports ist der neu ausgerüstete Platz sehr beliebt und hat eine höhere Buchungsauslastung im Vergleich zu den anderen beiden Plätzen.



Abbildung 10: Nutzung des BioTurf Spielfeldes

AP6: Ökologische Bilanzierung

Die Hauptaufgabe des ITA im Bereich der ökologischen Bilanzierung lag in der Bereitstellung von Verbrauchsdaten zu den Herstellungsprozessen der Faser und der Weberei. Die Durchführung der LCA fand beim TFI mit Unterstützung durch das ITA im Bereich der Datenbeschaffung statt. Das Hauptergebnis ist in folgender Tabelle (Quelle TFI) abgebildet:

Groß- und Kleinspielfelder	Bezug	Einsatz von Polmaterial LDPE biobasiert (Zuckerrübe) anstelle von LDPE fossil	
		Fläche gesamt [m ²]	Einsparung von Treibhausgasemissionen als durchschnittliches Personenäquivalent [Personen]
Bestand	EU-27	300.000.000	267.669
Neuinstallation, jährlich		22.684.700	20.241
Bestand	DE	42.200.000	32.273
Neuinstallation, jährlich		1.983.400	1.517

Abbildung 11: Einsparung der Treibhausgasemissionen als durchschnittliches Personenäquivalent infolge der Bilanzierung und Abschätzung der Edukt- und Produktmengen der verschiedenen Ströme beim Faserspinnen

Das Einsparpotential der Technologie ist enorm, wie der Abbildung bzw. Tabelle entnommen werden kann. Bezogen auf die Faserspinnerei wurden im Rahmen einer Prozesskostenrechnung die verschiedenen Ströme wie Materialien, Energie, Hilfsmedien (Wasser, Luft, etc.) sowie Leistungsaufnahmen bestimmt für die verschiedenen Teilprozessschritte

- Extrusion
- Wasserbad Kühlung
- Verstreckung Galettenantrieb

- Verstreckung Heizung
- Wicklung

Dazu wurden Datenblätter recherchiert, Experteninterviews mit dem Anlagenhersteller durchgeführt sowie Eigenmessungen durchgeführt. Bei den Experteninterviews hat sich gezeigt, dass den Anlagenherstellern sehr häufig die eigenen Verbräuche selbst nicht bekannt sind. Bezogen auf die Energieverbräuche der Teilprozessschritte ergibt sich das folgende Bild:

Tabelle 2: Energieverbräuche der Teilprozessschritte

Energieverbrauch	Einheit	Menge
Extrusion	kWh	451,44
Wasserbad Kühlung	kWh	36,72
Verstreckung Galettenantrieb	kWh	1,54
Verstreckung Heizung	kWh	52,80
Wicklung	kWh	14,4

Die Prozesse Extrusion, Wasserbad Kühlung sowie Verstreckung Heizung benötigen wie erwartet den Höchstanteil an Energie, wobei die Extrusion einen Anteil von fast 80 % aufweist. Grundsätzlich lassen sich die verwendeten Bio-PE Materialien sehr ähnlich wie fossiles PE verarbeiten, die Extrusionsparameter unterscheiden sich nur marginal. Entsprechend ist durch die Nutzung von biobasiertem PE kein Einsparpotential im Vergleich zu fossilem PE im Bezug auf die Prozessführung zu erwarten. Potentiale ergeben sich in der Ökobilanz durch die Nutzung von erneuerbaren Materialien.

Gleichfalls drängt sich die Frage auf, ob neue Biopolymere auf konventioneller Anlagentechnik verarbeitet werden sollten oder diese Anlagentechnik nicht auch eine Anpassung Bedarf, um Energieeinsätze und Kosten zu minimieren sowie die Eigenschaften zu Maximieren.

AP7: Projektkoordination

Dieser Bericht fasst die Ergebnisse und Erkenntnisse der regelmäßigen Projekttreffen zusammen, die im Rahmen des Projekts durchgeführt wurden. Ziel dieser Treffen war es, den Fortschritt zu überwachen, Herausforderungen zu identifizieren und Lösungen zu erarbeiten, um die Projektziele fristgerecht und im vorgesehenen Budgetrahmen zu erreichen.

Die ITA internen Projekttreffen wurden im zweiwöchentlichen Rhythmus abgehalten. Diese Treffen fanden regelmäßig statt und umfassten die Teilnahme aller relevanten ITA-Teammitglieder.

Ergebnisse der ITA Internen Treffen:

- Regelmäßige Aktualisierung des Projektstatus
- Identifikation und Lösung technischer und organisatorischer Probleme
- Optimierung des Ressourceneinsatzes
- Abstimmung der Arbeitspakete und Aufgabenverteilung

Die Treffen mit allen Projektpartnern wurden alle vier Wochen durchgeführt. Diese Besprechungen umfassten die Teilnahme von Vertretern aller beteiligten Partnerorganisationen.

Ergebnisse der Treffen mit allen Partnern:

- Präsentation und Diskussion des Projektfortschritts
- Förderung der Zusammenarbeit und des Informationsaustauschs zwischen den Partnern
- Identifizierung und Bewertung von Projektrisiken
- Gemeinsame Entscheidungsfindung zu wichtigen Projektthemen
- Abstimmung zur Kommunikation mit externen Partnern und konstante Erarbeitung der Ergebnisverwertung
- Zusammenfassung

Die regelmäßigen Projekttreffen haben eine effektive Steuerung und Überwachung des Projekts ermöglicht. Die enge Zusammenarbeit zwischen den ITA-Teammitgliedern und den Projektpartnern hat zur erfolgreichen Umsetzung der Projektziele beigetragen.

Darüber hinaus wurde im Rahmen der Projektkoordination intensiv an der Zusammenarbeit mit interessierten Stakeholdern, wie beispielsweise dem Hochschulsport der RWTH, gearbeitet und die Installation des Reallabors koordiniert.