

BMBF SPIELENDE für Textinction /TEXCAMPUS

02.09.2025

Deutscher Titel:

PFAS-freie POF und Vibrationsverbreiterungsstrukturen für soziale Präsenz durch immersive, emotionale und lebendige Erfahrungen von Nähe auf Distanz

English Title:

PFAS-free POF and vibration-enhancing structures for social presence through immersive, emotional and vivid experiences of closeness at a distance

Autorinnen und Autoren:

Pätzel, M.*; Danchen, Z.; Rekik, S.; Gries, T.

Eirichtungen:

ITA - Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University, Otto-Blumenthal-Straße 1, 52074 Aachen

*Korrespondent: Mark Pätzel, M. Sc., mark.paetzel@ita.rwth-aachen.de, Tel.: +49 241 80 23480

Rubrik:

Rohstoffe, Fasern, Nachhaltigkeit, Smart Textiles

Schlagwörter:

Clothtech, POF, PFAS-frei, TPU, 3D-Druck

Zusammenfassung für TEXCAMPUS:

Das durch das BMBF geförderte dreijährige Projekt „SPIELENDE - Soziale Präsenz durch immersive, emotionale und lebendige Erfahrungen von Nähe auf Distanz“ beschäftigt sich mit der Frage, wie technikunterstützte Spiele gestaltet sein sollten, um Teilnehmenden auch über Entfernungen hinweg das Gefühl der sozialen Nähe zu vermitteln. Explizit zählt hierzu die Repräsentation des Gegenübers bzw. der Mitspielenden. Um die entstandene Nähe messen zu können werden die entsprechenden Evaluationsmöglichkeiten im Rahmen des Projektes aus der psychologischen und kognitionswissenschaftlichen Forschung abgeleitet. Im Rahmen des Projektes werden unterschiedliche, digitale Augmented Reality Spiele designt, umgesetzt und getestet. Um eine immersive und emotionale Erfahrung zu ermöglichen und ein verstärktes Gefühl der sozialen Präsenz zu erzeugen, werden die Augmented Reality Spiele unter Einbezug von smarten, funktionalen Textilien entwickelt.

Bericht

1. Abstract

s. o. unter Zusammenfassung

2. Einleitung

Unsere Gesellschaft befindet sich im Wandel: Ausbildung, Studium und Beruf, aber auch die Knappheit von Wohnraum in Ballungszentren stellen zunehmend steigende Ansprüche an die Mobilität der Bürgerinnen und Bürger [1]. Gleichzeitig erweist sich das Reisen hinsichtlich seiner ökologischen und ökonomischen Konsequenzen als nicht dauerhaft tragfähige Lösung [2]. Das Social Distancing in der COVID-19-Pandemie verschärfte die Separierung von Familien, Freunden, Vereinsmitgliedern und Kirchengemeinden. Nach [3] hatten 69 % der Befragten keine privaten Treffen während der Corona-Maßnahmen 2020. Gleichzeitig beschleunigte sich pandemiebedingt die Digitalisierung des sozialen Austauschs. Jede 2. Person im Alter 16-29 Jahre nutzte Videoanrufe, um sich mit Familie und Freunden auszutauschen [4]. Während diese Entwicklungen vor dem Hintergrund der Ressourceneffizienz begrüßenswert erscheinen, zeichnen sich gleichzeitig auch negative Auswirkungen der digitalen Kommunikation ab, die soziale Nähe fehlt: Videokonferenzen können reale Treffen nicht ersetzen; es fehlt an Spontanität, nonverbalem Austausch, Spiel und Emotionalität. Die sogenannte "Zoom-Fatigue" macht sich breit [5]; selten sind Personen gewillt, privat noch eine Videokonferenz mit Familie und Freunden abzuhalten.

Das Ziel des dreijährigen BMBF-Projektes SPIELEND ist die Entwicklung eines Systems, das körperlich-emotionale Immersion im Kontext einer spielerischen Interaktion auf Distanz zur Intensivierung eines Nähegefühls ermöglicht. Dabei werden bekannte Spielkonzepte genutzt, weiterentwickelt und um sensorische Qualitäten insbesondere durch polymeroptische Fasern (POF) und 4D-Textilien erweitert. So lässt sich erreichen nahestehende Menschen, die unter den sozialen Nebenwirkungen räumlicher Trennung leiden, zu unterstützen. Für die Erweiterung der sensorischen Qualitäten wird insbesondere auf smarte Textilien gesetzt. Im Fokus der Untersuchung stehen dabei die Einflussfaktoren der Repräsentation des Mitspielers, der multimodalen Stimulation, sowie der Spielelemente inklusive gemeinsamer Aktivitäten auf die soziale Präsenz.

3. Material und Methoden

Zur physische Distanzinteraktion werden zwei Arten von smarten Textilien eingesetzt: Zum einen textile Emitter in Form von polymeroptischen Fasern (POF), zum anderen 4D-Textilien.

POF werden entweder als Endlichtfasern oder als Seitenlichtfasern konzipiert. Endlichtfasern leiten das eingekoppelte Licht von der lichtquellennahen Stirnseite der Faser zur lichtquellenabgewandten Stirnseite. Seitenlichtfaser hingegen emittieren zusätzlich Licht über die gesamte Mantelfläche der POF. Endlicht-POF können somit für den Einsatz einer Punktbeleuchtung und integriert in eine textile Struktur für den Einsatz einer Linienbeleuchtung eingesetzt werden. Seitenlicht-POF können als Linienbeleuchtung und integriert in eine textile Struktur als Flächenbeleuchtung eingesetzt werden (s. Abb. 1). Alle kommerziellen lichtleitenden Fasern aus Kunststoff bestehen aus zwei Polymerwerkstoffen. Zum einen Polymethylmethacrylat (PMMA) im Faserkern. Zum anderen einem Fluorpolymer im Fasermantel. Die kommerzielle POF ist daher durch PFAS belastet. Im Rahmens des Projektes werden mögliche alternative Mantelmaterialien eruiert und PFAS-freie POF mittels des Bikomponentenschmelzspinnverfahren hergestellt.

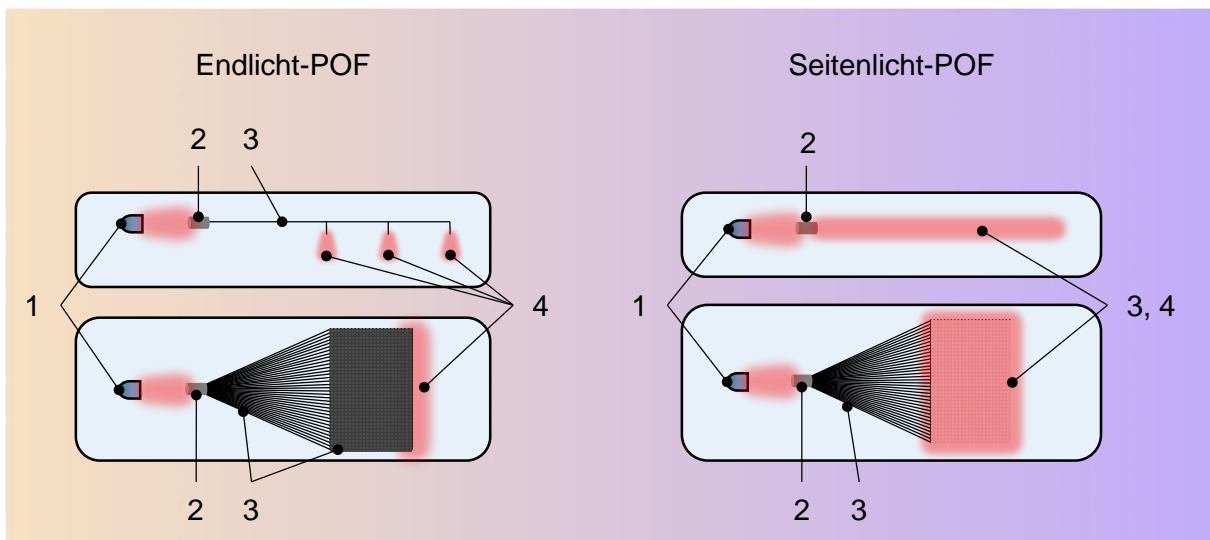


Abb. 1: Darstellung verschiedener Verwendungsoptionen von Endlicht-POF und Seitenlicht-POF, jeweils nicht in eine textile Struktur eingebettet (oben) und in eine textile Struktur (unten) eingebettet mit den folgenden Komponenten – 1: Lichtquelle, 2: Bündelung mittels Ferrule, 3: POF, 4: Bereich der Lichtemission

Gängige Materialien für textiler Aktuatoren sind PLA (Polylactid) und TPU (Thermoplastisches Polyurethan). Kritisch sind bzgl. textiler Aktuatoren die Adhäsionseigenschaften und Gewährleistung der Flexibilität des Textils. Für die Vibrationsverbreitungsstruktur wurden die Polymere TPU und PLA, sowie die zwei Textilien, Eurojersey und Buttinette betrachtet.

4. Ergebnisse

Durch ein theoretisches Material-Screening anhand von optischen, thermischen und wirtschaftlichen Bewertungskriterien konnten die folgenden Polymere als mögliche Alternativen zum derzeitig verwendeten Fluormaterial gefunden werden: Polymethylpenten (PMP) und Polymilchsäure (PLA) – wobei ersteres in praktischen Vorversuchen vielversprechender scheint. Durch ein Material-Screening anhand von optischen, rheologischen und thermischen Bewertungskriterien konnten drei Arten von Polymethylpenten (PMP-Grades) zur Erprobung ausgewählt werden: TPX MX002, TPX DX820 und TPX RT18 – alle von Mitsui Chemicals, Inc., Tokio (Japan) (s. Abb. 2). Durch mehrfach iterative, experimentelle Analysen mittels des Bikomponentenschmelzspinnversuchen sowie anschließenden geometrischen, mechanischen und optischen Bewertungsmethoden konnten Erkenntnisse und Verbesserungen in der Herstellung PFAS-freier erzielt werden. So konnten PFAS-freie POF mit einer Rundheit von über 99 % mit den drei PMP-Grades und jeweils PMMA 7N von der Röhm GmbH, Darmstadt (Deutschland) produziert werden. Die erzielten feinheitensbezogenen Festigkeiten sind vergleichbar mit kommerziellen POF. Mit DX820 als Mantelmaterial, einer maximalen Temperatur des Mantelextruders von 255 °C und einem Durchmesser der Düsenlochkapillare von 3,5 mm wurden PFAS-freie POF (Durchmesser 500 µm) mit der niedrigsten Dämpfung produziert.

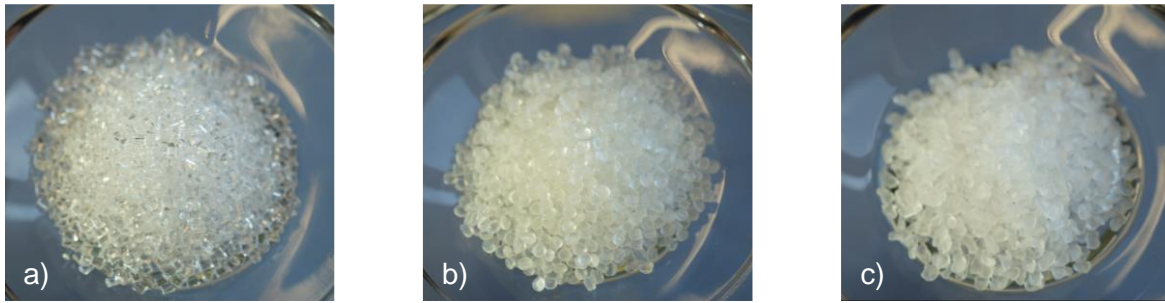


Abb. 2: Darstellung der verwendeten Granulate a) PMMA 7N als Kernpolymer, b) PMP TPX MX002 als Mantelpolymer und c) PMP TPX DX820 als Mantelpolymer

Für die Anwendung textiler Aktuatoren auf Textilien zeigte sich, dass die gängigen Materialien PLA und TPU mittels Fused Deposition Modeling (FDM) gedruckt werden können. TPU zeigte eine überlegene Haftung im Vergleich zu PLA und wurde aufgrund seiner besseren Adhäsionseigenschaften sowie seiner Flexibilität als geeignetes Material für smarte Textilien ausgewählt. Zur Identifikation geeigneter Materialkombinationen der Vibrationsverbreitungsstruktur wurden die Adhäsion an der Grenzfläche zwischen den Polymeren und den Textilien systematisch analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass PLA die besten Haftungseigenschaften auf Buttinette-Textilien aufweist, während TPU eine verbesserte Adhäsion auf Eurojersey-Textilien zeigt. Diese Materialkombinationen wurden als optimal für die weitere Entwicklung der Vibrationsverbreitungsstruktur bestimmt. Im Rahmen der Untersuchung textiler Aktuatoren wurden TPU und Eurojersey als geeignete Materialkombination identifiziert. Die Auswahl erfolgte basierend auf der weichen Beschaffenheit von TPU sowie dessen verbesserter Adhäsion auf Eurojersey. Diese Eigenschaften ermöglichen eine optimale Interaktion mit der textilen Struktur und sind besonders vorteilhaft für die Umsetzung eines taktilen Feedbacks (s. Abb. 3).

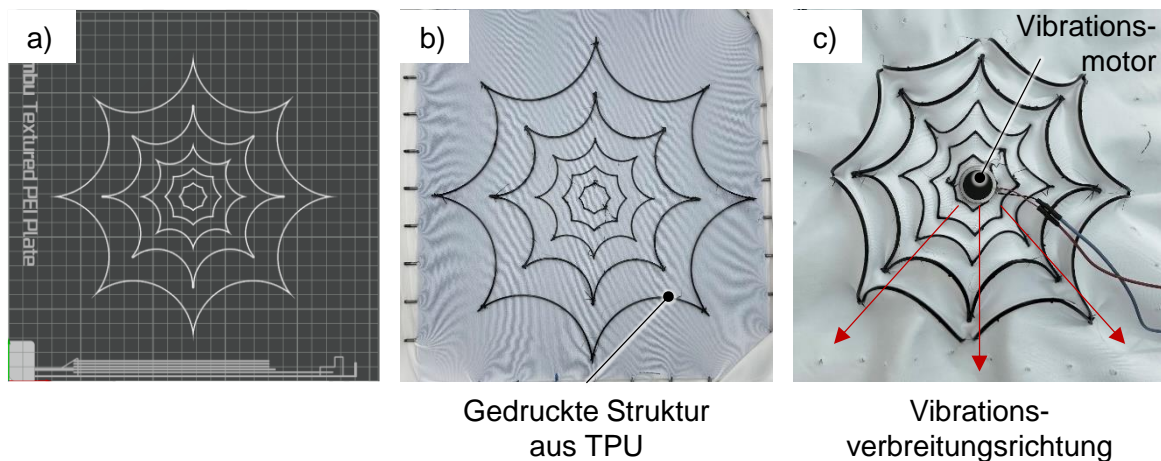


Abb. 3: Darstellung Vibrationsverbreitungsstruktur a) 3D-Modell der Struktur, b) 3D gedruckte Struktur auf vorgespanntes Textil, c) Struktur nach Lösen der Vorspannung im entspannten, gekrümmten Zustand

5. Zusammenfassung

Das Projekt SPIELEND stellt auf zwei Ebenen einen innovativen Ansatz dar das Erlebnis von digitalen Spielen zur Distanzinteraktion zu erweitern und somit nahbarer zu machen (s. Abb. 4). So werden Vibrationsverbreitungsstrukturen auf Textilien exploriert, welche das Spielerlebnis physisch erlebbar zu machen. Somit kann ein Feedback direkt an den Spieler

weitergegeben werden. Als beste Materialkombination wurde thermoplastisches Polyurethan auf einem Eurojersey-Textil eruiert. Zum anderen ermöglicht der Einsatz von lichtleitenden Fasern aus Kunststoff (polymeroptische Faser, POF) das Spielerlebnis durch realerlebbare visuelle Reize zu erweitern. Hierfür wurden PFAS-frei POF theoretisch konzipiert und praktisch mittels des Bikomponentenschmelzspinnverfahrens hergestellt, welche somit nicht durch fluorhaltige Stoffe kontaminiert sind.

POF-Leuchtband von Scilif Steuerung: RoboHeart



Vibrationsstruktur

Abb. 4: *Smarte Weste mit POF Leuchtband, der Vibrationsverbreiterungsstruktur und der Ansteuerung durch das RoboHeart vom Projektpartner Augmented Robotics*

6. Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) für die Förderung des Forschungsprojekts SPIELEND (FKZ: 16SV9098). Zudem möchten wir allen Beteiligten in diesem Projekt für ihre Beiträge und ihr Engagement danken.

Gefördert durch:



7. Literaturverzeichnis

[1] Deutschland Bundeszentrale für Politische Bildung, Datenreport 2021 ein Sozialbericht für die Bundesrepublik Deutschland. 2021.

[2] Europäische Kommission und Generaldirektion Mobilität und Verkehr, „EU transport in figures : statistical pocketbook 2021“. Publications Office, 2021. Zugegriffen: 11. Februar 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://data.europa.eu/doi/10.2832/733836>

[3] „Statista: Häufigkeit von privaten Treffen pro Woche vor und während der Corona-Maßnahmen 2020“, 2020. <https://bit.ly/3BICgOj> (zugegriffen 11. Februar 2022).

[4] „Statista: Umfrage zu erhöhter Nutzung von Videoanrufen während der Corona-Krise nach Alter 2020“.

<https://bit.ly/3HOOG3n> (zugegriffen 11. Februar 2022).

[5] J. N. Bailenson, „Nonverbal Overload: A Theoretical Argument for the Causes of Zoom Fatigue“, *Technol. Mind Behav.*, Bd. 2, Nr. 1, Feb. 2021, doi: 10.1037/tmb0000030.