

3DFit4Wear

Neue Wege zur wirtschaftlichen Herstellung von adaptierbaren und wiederverwertbaren Orthesen über 3D Druck

Programm / Ausschreibung	Produktion der Zukunft, PdZ - 2021 Nationale Projekte	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2022	Projektende	31.03.2025
Zeitraum	2022 - 2025	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Additive Fertigung, Orthesen, schnelle Drucktechniken, Multi-Materialien, Wiederverwertung		

Projektbeschreibung

3DFit4Wear zielt auf die wirtschaftliche Herstellung von Orthesen, die sich durch (i) eine verbesserte Wiederverwertbarkeit, (ii) einen hohen Tragekomfort, (iii) eine einstellbare Passgenauigkeit, (iv) eine gute Hautverträglichkeit, sowie (v) eine hohe Belastbarkeit/Stützfunktion auszeichnen. Als eine neue Generation von Orthesen sollen diese personalisiert mit DLP (digital light processing) basierter Stereolithographie (SLA) gefertigt werden. Obwohl die additive Fertigung als Schlüsseltechnologie für zukünftige Produktionsprozesse gilt, steckt ihre Anwendung in der Medizintechnik noch in den Kinderschuhen. Der industrielle Durchbruch von additiv gefertigten Medizinprodukten ist vor allem durch (i) die langsamen Baugeschwindigkeiten und (ii) der eingeschränkten Verfügbarkeit von biokompatiblen Harzsystemen mit ausreichend hohen mechanischen Eigenschaften limitiert. In Hinblick auf die wirtschaftliche Herstellung von personalisierten Orthesen begegnet 3DFit4Wear diesen Herausforderungen durch die Entwicklung neuer Drucktechniken und Harzformulierungen, die eine kontinuierliche Multi-Material-Fertigung bei drastisch reduzierten Prozesszeiten ermöglicht. Ziel ist ein orts aufgelöstes Ein- und Ausschalten der Photopolymerisation während des Druckes, wodurch Baugeschwindigkeiten von bis zu 2 m/h erreicht werden können. Für dieses innovative Konzept bedarf es der Entwicklung neuer leistungsstarker Projektoren, die bei zwei unterschiedlichen Wellenlängen arbeiten, sowie biokompatibler, photoreaktiver Harzformulierungen, die mit ausgewählten Polymerisationsinhibitoren versetzt sind.

Im Zuge der Werkstoffentwicklung werden die biokompatiblen 3D druckfähigen Photopolymere zusätzlich mit dynamisch austauschbaren chemischen Gruppen ausgestattet, die sowohl ein thermisch aktiviertes Anpassen als auch eine stoffliche Wiederverwertung der gedruckten Orthesen ermöglichen. In 3DFit4Wear werden insbesondere chemische Wiederverwertungsstrategien evaluiert, die eine Rückgewinnung von funktionellen Monomeren ermöglichen. Ausschlaggebend ist hierbei die Kosteneffizienz und Wirtschaftlichkeit der Prozesse, sowie der Verzicht auf umweltschädliche oder giftige Lösungsmittel. In weiterer Folge wird die Einsetzbarkeit dieser rückgewonnen Verbindungen in alternativen Produktkreisläufen untersucht und bewertet.

Darüber hinaus fokussiert 3DFit4Wear auf die Materialmodellierung der gedruckten Orthesen und ein ausgeklügeltes anatomisch angepasstes Design, um einen hohen Tragekomfort der Orthese zu gewährleisten. Durch einen Multi-Material-Ansatz, der es ermöglicht Strukturen mit harten (stützenden) Segmenten sowie weichen (elastischen) Bereichen herzustellen, soll das Auftreten von schmerzhaften Druckstellen vermieden werden.

Der kombinierte Ansatz aus hoher Baugeschwindigkeit und effizienter Wiederverwertbarkeit geht jedoch über den Medizinsektor hinaus, da er einen bedeutenden Durchbruch in der wirtschaftlichen Herstellung von 3D Objekten über SLA-Druckverfahren darstellt und dadurch für unterschiedlichste Industriezweige (u.a. Kunststoffindustrie, Automobil- und Flugzeugsektor) in Österreich einen Innovations-, Technologie- und Marktvorsprung bedeuten kann.

Abstract

3DFit4Wear aims at the cost-efficient and economic production of personalized orthotics, which are characterized by (i) an enhanced recyclability, (ii) high wear comfort, (iii) adaptable accuracy of fit, (iv) good skin compatibility and (v) high support function/resistance against mechanical stresses. As a new generation of orthotics, they should be anatomically designed and fabricated by DLP („digital light processing“). Although additive manufacturing techniques are considered to be key technologies in future production routines, their application in producing polymer parts for the medical and health care sector is still in its infancy. The industrial breakthrough of DLP-printed medical products is mainly limited by (i) the low build speed and (ii) the limited availability of biocompatible resin formulations with sufficiently high mechanical performance (e.g. toughness). In terms of a cost-efficient production of personalized orthotics, 3DFit4Wear aims to overcome these limitations by the development of new printing techniques and resin formulations, which enable a continuous multi-material production at substantially reduced process times. Spatially controlled switching on and off of the photopolymerization during the DLP printing can realize a building speed of up to two meters per hour. For this innovative concept, high-performance light engines have to be developed, which operate at two different wavelengths. In addition, biocompatible and photoreactive resin formulations are required, which contain selected photopolymerization inhibitors.

For the material development, dynamic exchangeable chemical groups will be introduced into biocompatible, 3D printable photopolymers, which enable a thermo-activated reshaping and a recycling of the 3D printed orthotics. In 3DFit4Wear, chemical recycling concepts are particularly evaluated, which enable a recovery of functional monomers. Key parameters of such recycling concepts are cost-efficiency and the avoidance of organic solvents in the process which are toxic or harmful to the environment. In addition, the applicability of the recovered organic compounds in alternative product cycles will be studied and assessed.

Along with material and process development, 3DFit4Wear focuses both on a material modelling of the printed orthotics and the realization of sophisticated anatomically adapted design guidelines to ensure a high wear comfort of the orthotics. To avoid the emergence of pressure sores, 3DFit4Wear pursues a multi-material strategy, which facilitates the manufacturing of structures with stiff (supporting) segments and soft (elastic) areas.

The combined approach of high build speed and efficient recyclability goes beyond the applicability in the health care and medical sector, since it paves the way towards an industrially relevant and cost-efficient manufacturing of 3D objects by DLP and stereolithography. This offers significant advantages for various industry sectors (e.g. automotive and aircraft sector as well as polymer industry) in Austria by establishing and securing leaderships in innovation, technology and markets.

Projektkoordinator

- Polymer Competence Center Leoben GmbH

Projektpartner

- IN-VISION Technologies AG
- Luxinergy GmbH
- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe (KC)

- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe