

InnoProKMU – Konzepte zum Recycling von Sicherheitsschuhen



C. Schadewell, S. Dill
Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e.V.

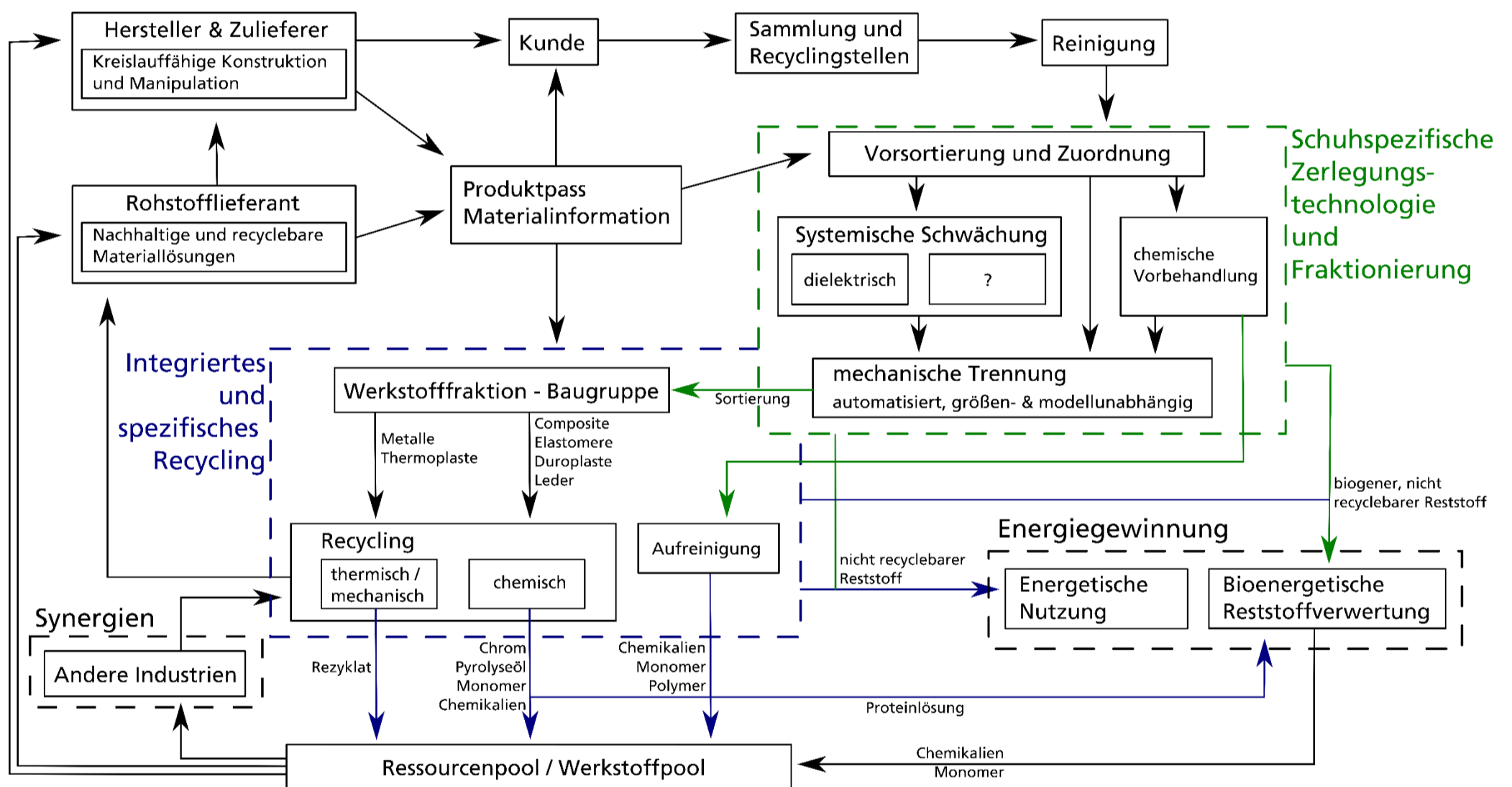
27. Technomer, 4. und 5. November 2021, Chemnitz

Herausforderung und Zielsetzung

Das Projekt InnoProKMU befasst sich mit der Entwicklung von Konzepten für nachhaltige Verbundbauteile am Beispiel von Sicherheitsschuhen. Eine besondere Herausforderung bietet die modellunabhängige Zerlegung in sortenreine Materialfraktionen. Nur diese ermöglicht die Erschließung von neuen Werkstoffkreisläufen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Ziele sind die Entwicklung eines modularen Zerlegeverfahrens für verschiedenste Schuhaufbauten, deren Ecodesign und die Konzeption des gesamten Recyclingablaufes. Zudem soll die Einführung einer geeigneten Informationsstruktur angeregt und die Integration eines Sammelsystems angestrebt werden. Weiterhin werden Vorschläge erarbeitet, um Herstellern ein recyclingoptimiertes Schuhdesign zu ermöglichen, z.B. über Reduzierung der Materialvielfalt oder Modifikationen der Fügeverbindungen.

Mechanische Trennung

Für die mechanische Zerlegung der Schuhe erfolgt die Entwicklung eines automatisierten, modularen Fraktioniersystems. Abhängig von Vorbehandlungsverfahren und Modell erfolgt zunächst die Trennung in die Sohlen- und Schaftbaugruppen sowie die Entfernung von Zehenschutzkappen, Durchtrittsschutzeinlagen und zusätzlichen metallischen Bauteilen. In den nächsten Fraktionierschritten sollen die Baugruppen, abhängig von ihrer Zusammensetzung und den nachfolgenden Recyclingoptionen, weiter aufgetrennt werden. Ein oder mehrere Reinigungsschritte sowie ein Detektions- und Sortiersystem sind der Fraktionierung vorgeschaltet. Im Rahmen des Projektes wird betrachtet, inwieweit sich ein Produktpass am Schuh integrieren lässt, der alle für eine Wiederverwendung wichtigen Materialinformationen enthält. Somit sollen sich die getrennten Bauteile einzelnen Werkstoffgruppen zuordnen lassen.



Voruntersuchungen zur systemischen Schwächung

Zur Erleichterung der mechanischen Zerlegung soll vorab eine systematische Schwächung der Fügeverbindungen erfolgen. Bislang wurden verschiedene physikalische und chemische Ansätze getestet, wobei sich vor allem eine dielektrische Behandlung als erfolgsversprechend erwies. Durch Bestrahlung in einem Ethos.Lab Labor-Mikrowellengerät der Firma MLS-MWS konnten mit 2,45 GHz bei 400 W in weniger als 30 Sekunden modifizierte Naht- und Klebwerkstoffe sowie Haftvermittler signifikant geschädigt werden. Die Versuchsreihen wurden mit allen in der Schuhindustrie gängigen Materialkombinationen durchgeführt. Hierbei konnte eine gezielte Reduzierung der Nahtfestigkeit von (19,34±1,30) N/mm auf (5,47±1,01) N/mm erreicht werden, wobei die unbehandelten Nähte auf dem Niveau konventioneller Nahtverbindungen liegen. Eine Schwächung von Klebeverbindungen ist bislang noch von den gefügten Materialien abhängig. Es konnten Reduzierungen der Schälfestigkeit um 81 % bis 88 % erzielt werden. Die Ausgangswerte erreichten hierbei zwar die Mindestanforderungen der Norm DIN EN ISO 20345 erreichen jedoch nur annähernd vergleichbare Festigkeiten wie die Referenzwerkstoffe.

Aufgrund der vergleichsweise geringen zu erwartenden Materialmengen sollen diese Werkstoffgruppen (Metalle, Leder, Elastomere, etc.) möglichst in bestehende Recycling- und Wiederaufbereitungsverfahren integriert werden.

Ausblick

Die nächsten Schritte befassen sich mit der Adaption der bisherigen Kenntnisse zur systematischen Schwächung einzelner Verbindungen auf gesamte Schuhe. Voraussetzung ist hier, dass sich die modifizierten Fügwerkstoffe im Rahmen der herkömmlichen Produktion einarbeiten lassen, gleichzeitig darf eine Schwächung nicht während des Produktlebenszyklus auftreten. Zudem müssen die Eigenschaften der zu recycelnden Werkstoffe weitgehend erhalten bleiben, eine thermische / chemische Zerstörung ist zu vermeiden. Zudem erfolgt die Inbetriebnahme der ersten Module des mechanischen Fraktioniersystems. In diesem sollen die vorbehandelten Schuhe in erste Baugruppen zerlegt werden. Parallel laufen Voruntersuchungen, um einzelne Werkstoffcluster und deren Recyclingoptionen mit den jeweiligen Unternehmen abzustimmen. Hierdurch ergeben sich entsprechende Vorgaben zur Sortenreinheit für die Fraktionierung. Ergänzend finden Gespräche mit Rohstofflieferanten, Herstellern, Verwertern und Verbänden statt, um die logistischen und technologischen Rahmenbedingungen vorzubereiten.



Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e.V.
Marie-Curie-Str. 19
66953 Pirmasens | Germany
www.pfi-germany.de | www.innoprokm.de

Ansprechpartner
Dipl. Ing. (FH) Christian Schadewell
Tel. 06331-2490-843
christian.schadewell@pfi-biotechnology.de



Das Projekt InnoProKMU (Fördernummer: 84003434) wird durch Mittel des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und durch das Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau (MWVLW) gefördert.

EUROPÄISCHER FONDS FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG