

# InnoProKMU – Labeling: Recycling-Informationen über den Schuh



P. Schultheis  
Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e.V.

27. Juli 2022, InnoProKMU-Workshop, Pirmasens

## Herausforderung: Flexible Anpassung an Schuh

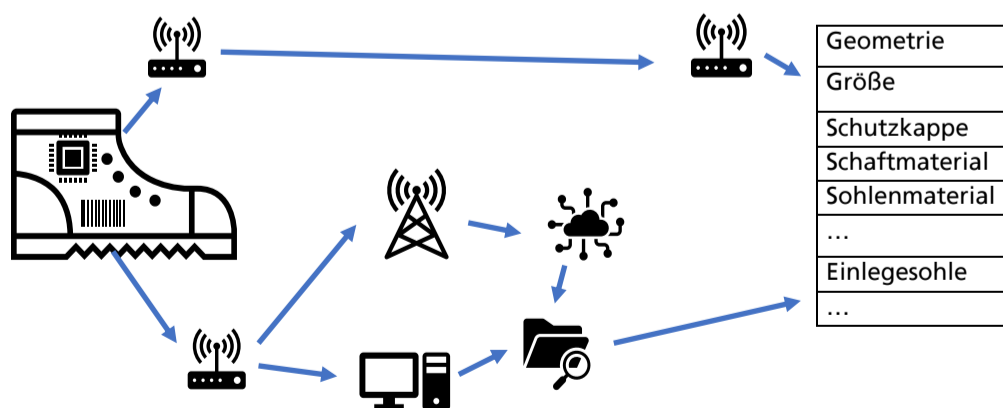
Schuhe sind Bedarfsgegenstände, die aus ganz unterschiedlichen Materialien in unterschiedlichen Macharten und einer weiten Größenvarianz gefertigt werden. Ein Recyclingprozess, der sich zum Ziel setzt, Schuhe am Ende des Nutzungszyklus wieder zu zerlegen, muss flexibel darauf reagieren. Insbesondere eine mechanische Zerlegung benötigt Informationen über Aufbau, Materialien, Schuhgröße. Aber auch die Zuordnung der gewonnenen Komponenten zu Materialfraktionen benötigt entsprechende Informationen.



## Labeling

Dem Schuhhersteller sind die Informationen über Geometrie, Aufbau und Materialien weitgehend bekannt. Dementsprechend könnten für jeden Schuh die entsprechenden Informationen für das spätere Recycling mitgegeben werden. Techniken hierzu sind Speichern der Informationen direkt im Schuh auf elektronischem Weg, z.B. über RFID, NFC oder Microcontrollern. Die Lösungen sind insbesondere sinnvoll, sofern entsprechende elektronische Komponenten konstruktiv im Schuh für funktionale, produktionstechnische oder Kopierschutz- Zwecke integriert sind. RFID-Chips werden millionenfach in Produkten und während Produktionsprozessen eingesetzt, können ausreichende Datenmengen aufnehmen und sind kostengünstig verfügbar.

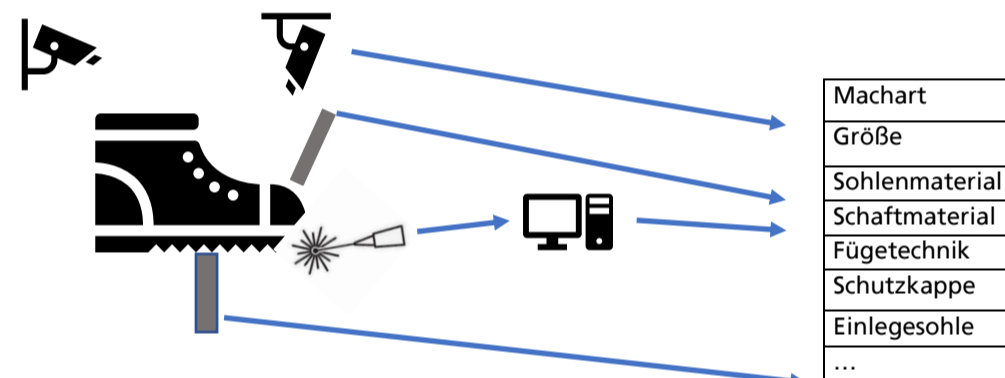
Identifikation des Schuhs und Ablegen der Daten in einer Recycling-Datenbank. Dem Schuh kann beispielsweise über RFID-Chip oder einen haltbaren QR-/Bar-Code ein eindeutiger Code mitgegeben werden, der in der Recyclingstation ausgelesen wird und die relevanten Informationen über die Datenbank zugänglich macht. Das Verfahren reduziert die auf dem Schuh zu speichernde Informationsmenge, da die relevanten Daten nicht mitgeführt werden müssen.



## Sensorik

Für die Mehrzahl der zu recycelnden Schuhe wird keine a priori Information beim Trennprozess bekannt oder zugänglich zu machen sein. Hier kann entsprechende sensorische Erfassung von Geometrieinformationen und verwendeten Materialien helfen. Zur Erfassung von dreidimensionalen Geometrieinformationen sind aktuell schon leistungsfähige Scanner verfügbar, mit denen die Außenkontur von Schuhen zuverlässig erfasst werden kann. Der, verborgene, innere Aufbau ist schwieriger zu erfassen. Ein Lösungsansatz könnte hier tomographische Verfahren, wie CT oder Terahertz-Scanner sein.

Materialinformationen lassen sich über verschiedene Verfahren erlangen. Wichtig ist, dass die Materialinformation schnell und zuverlässig erlangt werden kann. Verfügbar sind diverse spektroskopische Verfahren. Da eine leichte Beschädigung an den Komponenten für das Recycling keine Rolle spielt, käme beispielsweise auch Laser-Spektroskopie in Betracht. Mit LIF, LIBS, Raman- oder anderen laserspektroskopischen Verfahren lassen sich zuverlässig Materialklassen identifizieren.



## Ausblick

Das Labeling von Schuhen beim Herstellen stellt eine technisch realisierbare Lösung dar, erhöht aber die Kosten und trifft für die allermeisten Schuhe aktuell nicht zu. Die sensorische Erfassung des individuellen Aufbaus unbekannter Schuhe – wie dies beim Recyclingprozess zu erwarten ist – gestaltet sich technisch aufwändig und schwer umsetzbar. Erfassung von Materialien per spektroskopischen Verfahren wird in Recyclingprozessen schon erfolgreich praktiziert. Eine Lösung des Problems stellt das Auftrennen des Schuhs in wenige, identifizierbare Einheiten dar (Laufsohle aus identifizierbarem Kunststoff, Metallkomponenten wie Schutzkappen und den Schaft) wobei die nicht eindeutig spezifizierbare Restfraktion in einem geometrieunabhängigen Standardprozess zugeführt wird (Shreddern und Trennen; chemisch, physikalisch oder biologisch zu Rohstoff rückwandeln).

