

Juli 2024

Studie zur Recyclingfähigkeit von elektronischen Produkten von Siemens

Ein zweites Leben für Kunststoffe aus elektrischen Installationsgeräten und Leistungsschaltern

Schutzgeräte aus der elektrischen Installation und Energieverteilung sind eine unverzichtbare Einrichtung zur Reduzierung lebensgefährlicher Stromunfälle. Am Ende ihrer Nutzungsphase wird bislang jedoch kaum ein Gerät recycelt. Um die Recyclingfähigkeit der Kunststoffanteile aus Elektro- und Elektronikgeräten zu erhöhen, hat Siemens eine Studie am IKK – Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik initiiert. Sie trägt dazu bei, das „Design for Recycling“ zu verbessern und die Zirkularität zahlreicher Produkte im Bereich von Elektro- und Elektronikprodukten (E&E) zu erhöhen.

Kunststoffe finden sich in allen E&E-Bereichen: In diesem Segment lag die Nachfrage der europäischen Kunststoffverarbeiter bei [über 3 Millionen Tonnen](#). Das entspricht 6,5 Prozent der gesamten Kunststoffproduktion in Europa. Aus gutem Grund: Von Consumer-Geräten wie Smartphones und Kopfhörern bis hin zu industriellen Anwendungen wie Schaltern und Steuerungen profitieren E&E-Produkte von der enormen Flexibilität, die Kunststoffe bieten. Mit Additiven wie Flammenschutzmitteln, Farbstoffen oder Glasfaserverstärkungen können die Materialien unzählige Anforderungen hinsichtlich Form und Farbe, Größe und Sicherheit oder Robustheit und Standzeit erfüllen.

SIEMENS



Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik

Siemens AG
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 Munich
Deutschland

**IKK – Institut für Kunststoff- und
Kreislauftechnik**
An der Universität 2
30823 Garbsen, Hannover
Deutschland

Mechanisches Recycling von Kunststoffen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten

Der große Vorteil der Nutzungsphase wird allerdings zu einer erheblichen Herausforderung, wenn kunststoffhaltige Produkte des E&E-Sektors das Ende ihres Lebens erreichen. Denn im Gegensatz zu den enthaltenen Metallfraktionen, für die bereits seit Jahrzehnten Verfahren für das Separieren, Sortieren und Wiederverwerten etabliert sind, kommt das Recycling der Kunststofffraktionen nur langsam voran. 2021 waren in der EU erst etwas über 100.000 Tonnen Sekundärmaterialien, die für E&E-Produkte eingesetzt wurden, was etwa drei Prozent der Kunststoffe entspricht.

Eine Ursache dafür ist der – verglichen mit Metallen – niedrigere monetäre Wert der Kunststoffanteile. Sie zu recyceln, ist ökonomisch weniger lukrativ. Vor allem aber stellen die vielfältigen Materialvarianten mit zahlreichen Additiven, die eine wichtige Rolle für die Performance während der Verarbeitungs- oder Nutzungsphase spielen, das Recycling vor Probleme. Wegen der schlechten Trennbarkeit werden sie bislang meist entweder zu qualitativ minderwertigen Mischkunststoffen verarbeitet oder thermisch verwertet.

Der Umgang mit Kunststofffraktionen aus der E&E-Branche entspricht weder den Ansprüchen der Verbraucher noch den wachsenden Anforderungen aus der Politik. Es geht also für alle Akteure der Wertschöpfungskette darum, die Recyclinganteile in den Bauteilen zu erhöhen, um so das Material ökologisch und ökonomisch sinnvoll zu verwerten und die Zirkularität für ein nachhaltiges Wirtschaften mit Ressourcen zu erhöhen.

Studie über die Recyclingfähigkeit von Elektroaltgeräten

SIEMENS

IKK

Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik

Siemens AG
Deutschland

IKK – Institut für Kunststoff- und
Kreislauftechnik
Deutschland

Von den anwendungsgerechten Eigenschaften technischer Kunststoffe profitieren auch zahlreiche Produkte aus dem umfangreichen E&E-Portfolio von Siemens. Um die Nachhaltigkeitsziele der Kunden zu unterstützen, aber auch vor dem Hintergrund der hohen Ansprüche an die eigenen Nachhaltigkeitsleistungen, verfolgt das Unternehmen vielfältige Ansätze für die Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks der verschiedenen Produktbereiche. Dazu zählen Bestrebungen, die Recyclingfähigkeit von Kunststoffanteilen aus Produkten des E&E-Bereichs zu untersuchen und zu erhöhen.

Im Sommer 2023 hat Siemens deshalb eine wissenschaftliche Studie am IKK – Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik der Leibniz Universität Hannover unter Leitung von Prof. Hans-Josef Endres initiiert und gefördert. Mit Electrocyling und Tomra waren weitere Experten für das Recycling von Stoffströmen verschiedenster Art beteiligt. Erstes Ziel des Projekts war es, das Potenzial des mechanischen Recyclings von FI-Schaltern im semi-industriellen, kleintechnischen Maßstab zu entwickeln und zu demonstrieren.

Um die Skalierbarkeit des Konzepts aufzuzeigen, wurden für die Versuche nur marktverfügbare Technologien für die Separation und Aufbereitung des Kunststoffs adaptiert. Zur Ermittlung des Potenzials für die gesamte E&E-Branche wurde zudem die Übertragbarkeit der Recyclingansätze für die untersuchten Schutzschalter auf andere Produkte des E&E-Bereichs analysiert.

Für die Studie stellte Siemens benutzte FI-Schutzschalter mit einem Gesamtgewicht von etwa 300 Kilogramm zur Verfügung. Die Produkte aus dem Sentron-Portfolio bestehen zu über der Hälfte ihres Gewichtes aus thermoplastischen und

SIEMENSSiemens AG
Deutschland**IKK**Institut für Kunststoff-
und KreislauftechnikIKK – Institut für Kunststoff- und
Kreislauftechnik
Deutschland

duroplastischen Kunststoffen. Wie bei der industriellen Verwertung von Kunststoffen aus anderen Quellen durchliefen die Geräte mehrere Schritte:

- Bei der **Zerkleinerung** mit einer Schlagmühle wurden zunächst die Verbindungen zwischen den Teilen des Leistungsschalters getrennt.
- Anschließend erfolgte die **Separierung und Sortierung** von eisenhaltigen und nichteisenhaltigen Metallen durch Magnet- und Wirbelstromseparatoren.
- In einem weiteren **Separationsschritt** wurde das Kunststoffgemisch zusätzlich nach Partikelgröße in zwei Fraktionen unterteilt.
- Beide Kunststofffraktionen durchliefen danach den Prozess der **Nahinfrarot-(NIR) und optischen Sortierung**.

Für die Ermittlung der Materialeigenschaften wurden aus den sortierten Kunststofffraktionen mittels eines Extruders Granulate erzeugt und auf einer Spritzgießmaschine zu Prüfkörpern verarbeitet. Mittels normierter Verfahren erfolgte die Untersuchung des Materials hinsichtlich seiner Zug- und Schlagfestigkeit, resultierenden Faserlängen, Schmelzflussrate und Schmelzvolumenrate, thermischen Kennwerte und Stabilität sowie die Homogenität der Farbe. Dabei wurden alle Rezyklate jeweils mit Neuware verglichen.

Die Ergebnisse der IKK-Untersuchungen waren sehr erfolgversprechend und sind eine gute Botschaft für die Recyclingfähigkeit von E&E-Produkten: Die Untersuchungen ergaben keine Verunreinigungen. Auch auf die thermischen Eigenschaften hatte das Recycling fast keine Auswirkungen. Lediglich die mechanischen Eigenschaften und die Farbqualität einiger Kunststoffe wichen von denen der Primärmaterialien ab.

SIEMENS

Siemens AG
Deutschland

IKK

Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik

IKK – Institut für Kunststoff- und
Kreislauftechnik
Deutschland

Auf dem Weg zum Closed-Loop-Recycling von Kunststoffen aus E&E-Produkten

Für das künftige Handling von End-of-Life-Geräten aus dem E&E-Sektor gibt die Studie somit wichtige Impulse. Sie zeigt das große technische Potenzial des mechanischen Recyclings von Elektro- und Elektronikgeräten.

Siemens, als Hersteller hochwertiger und langlebiger Produkte, hat die Ergebnisse der Untersuchung bereits zum Anlass genommen, bei der Entwicklung neuer Produkte einen noch stärkeren Fokus auf das Design for Recycling zu legen, denn die Studie zeigt, dass oft geringfügige Veränderungen der Konstruktion genügen, um die Recyclingfähigkeit signifikant zu verbessern.

Mit etablierten Aufbereitungs- und Recyclinganlagen ist es möglich, Kunststoffe aus Produkten des E&E-Sektors ökonomisch tragfähig zu qualitativ hochwertigen Sekundärmaterialien zu verwerten. Diese Second-Life-Materialien stellen einen Schlüssel für die Erreichung einer Kreislaufwirtschaft dar und zählen so auf die Ziele des DEGREE Rahmenwerks von Siemens ein: Der 360-Grad-Ansatz für alle Nachhaltigkeitsaspekte ist das Bekenntnis des Unternehmens zu seiner Verantwortung für Umwelt, Gesellschaft und Klima.

Die Kreislauffähigkeit von Produkten anzugeben und sukzessive zu optimieren, ist auch Teil des Siemens EcoTech-Labels: Unter Beibehaltung höchster Qualitätsansprüche bietet Siemens Kunden mit dem Label umfangreiche Informationen über die Nachhaltigkeitsleistung von Produkten. Dabei werden weitere Aspekte wie der Einsatz von sekundären oder CO₂-reduzierten Materialien, die Verwendung nachhaltiger Verpackungen sowie die Energieeffizienz, Langlebigkeit und Hinweise zur Kreislaufwirtschaft berücksichtigt.

SIEMENS



Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik

Siemens AG
Deutschland

IKK – Institut für Kunststoff- und
Kreislauftechnik
Deutschland

Zu den Produkten, die das Label tragen, gehören schon heute verschiedene Schutzschaltgeräte der Sentron-Reihe. Sie zeigen, dass höchste Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen keinen Widerspruch zu bestmöglicher Recyclingfähigkeit darstellen müssen. Zudem stellen sie unter Beweis, dass sich die im Rahmen der Studie ermittelten Daten auf die industrielle Großserienproduktion skalieren lassen. Produkte, die durch hohe Qualität und recyclinggerechtes Design den Kreislauf schließen, gewährleisten so gleichermaßen die ökologische wie ökonomische Nachhaltigkeit für alle Stakeholder: von der Beschaffung über die Fertigung bis zur Recyclingwirtschaft

Autoren und Kontakt für Leseranfragen

Rene Bauer

Siemens Smart Infrastructure – Electrical Products

E-Mail: bauer.rene@siemens.com

www.siemens.de/niederspannung/nachhaltigkeit

Madina Shamsuyeva

IKK – Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik an der Leibniz Universität

Hannover

E-Mail: shamsuyeva@ikk.uni-hannover.de

<https://www.ikk.uni-hannover.de/de/institut>

Kontakt für Presse

Christian S. Wilson

Siemens Smart Infrastructure

E-Mail: christian_stuart.wilson@siemens.com

SIEMENS



Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik

Siemens AG
Deutschland

IKK – Institut für Kunststoff- und
Kreislauftechnik
Deutschland

Bildunterschriften

(Quelle für alle Bilder: Siemens AG)



Neben Metallen enthalten ausgediente Schutzschalter auch Kunststoffe, die ebenfalls dem Recycling zugeführt werden können. Doch für die effiziente Verwertung müssen die Rahmenbedingungen zur Weiterentwicklung der Recyclingprozesse stimmen.



Damit aus Altgeräten wieder neues Material entstehen kann, müssen die einzelnen Stoffe separiert und aufbereitet werden.

SIEMENS

Siemens AG
Deutschland

IKK

Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik

IKK – Institut für Kunststoff- und
Kreislauftechnik
Deutschland



Diese, aus recycelten Materialien hergestellten Kunststoffplatten, wurden für das Training des NIR-Sortiersystems verwendet.

SIEMENS

Siemens AG
Deutschland

IKK

Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik

IKK – Institut für Kunststoff- und
Kreislauftechnik
Deutschland