

Wege in die Kreislaufwirtschaft für die Elektronikindustrie in Nordrhein-Westfalen

Erkenntnisse aus der „Austauschplattform Zirkuläre B2B-Elektronik“ in Ostwestfalen-Lippe

Pathways to a circular economy in the electronics industry in NRW

Summary of the „Austauschplattform Zirkuläre B2B Elektronik“ in East Westphalia-Lippe

Ulrike Künnemann, Nora Schneider, Cornelius Laaser, Konstantin Saure, Dr. Lukas Gast, Prof. Dr. Martin Faulstich und Dr. Ewa Harlacz

Zusammenfassung

Die Elektronikindustrie spielt eine Schlüsselrolle beim Übergang zu einer umfassenden Kreislaufwirtschaft. Neue regulatorische Rahmenbedingungen und Strategien auf europäischer Ebene, wie z. B. der Critical Raw Materials Act, und auf nationaler Ebene, wie z. B. der Entwurf zur Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie, beeinflussen und unterstützen die Transformation des Elektroniksektors hin zur Kreislaufwirtschaft. Neben allgemeinen Strategien und Maßnahmen gibt es auch konkrete Ziele, um entlang der Wertschöpfungskette von Produkten die Umweltauswirkungen der Produktion und der Nutzung zu reduzieren, z. B. durch besseres Produktdesign und effizienteres Recycling. Um die Transformation zu gestalten und die Materialkreisläufe aufzubauen, arbeiten relevante Akteursgruppen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik in Nordrhein-Westfalen in der Austauschplattform Zirkuläre B2B Elektronik zusammen. Die Plattform vernetzt Marktführer der Elektroindustrie aus Ostwestfalen-Lippe (OWL) mit der Recyclingbranche, Wissenschaft und Forschung und Akteuren aus ganz NRW, identifiziert notwendige Rahmenbedingungen, Herausforderungen sowie Umsetzungshemmnisse und entwickelt konkrete Handlungsbedarfe. In den vergangenen zwei Jahren fanden sechs Treffen der Austauschplattform statt, deren Ergebnisse in einem fortlaufenden Arbeitsdokument festgehalten wurden. Dieser Beitrag fasst die Stakeholder-Perspektiven, Hemmnisse und Chancen für die Kreislaufwirtschaft zusammen.

Abstract

The electronics industry has a key role in the transition towards a circular economy. New regulatory frameworks and strategies at European level (e.g., Critical Raw Materials Act) as well as at national level (e.g., the draft of Germany's

National Circular Economy Strategy) influence and support the transformation of the electronics sector to a circular economy. Besides general strategies and measures, the frameworks and strategies contain specific goals to reduce the environmental footprint of production and consumption of products along the value chain, e.g. through better product design and more efficient recycling processes. Relevant stakeholders from industry, academia and politics in North Rhine-Westphalia (NRW) organize themselves in the format „Austauschplattform Zirkuläre B2B Elektronik“. The platform brings together leading companies in the electronics industry in East Westphalia-Lippe with stakeholders of the recycling industry across NRW. As part of the dialogue formats, necessary regulatory requirements, challenges and opportunities as well as specific areas for action were identified. Over the past two years, six meetings of the platform were organized and documented. This contribution summarizes key stakeholder perspectives, barriers and chances.

1. Elektroaltgeräte: Aktueller Stand und politischer Rahmen

Sowohl durch die Energie- und Mobilitätswende als auch durch die Ausweitung der Digitalisierung in verschiedene Bereiche unseres täglichen Lebens ist die globale Produktion von Elektronikprodukten in den vergangenen Jahren angestiegen. Das resultierte in einem Anstieg der jährlich anfallenden Menge an Elektroschrott. Global bemessen fallen jährlich rund 62 Millionen Tonnen Elektroschrott an, von denen im Jahr 2022 jedoch nur 22,3 % nachweislich gesammelt und recycelt wurden [1]. Dies ist dahingehend kritisch zu bewerten, da viele der Elektrokomponenten wertvolle

Ulrike Künnemann
Projektleiterin InnoZent OWL – Innovationszentrum für nachhaltige Technologieentwicklung Ostwestfalen-Lippe e.V.

Nora Schneider
Stellv. Referatsleiterin Circular Economy, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes NRW

Cornelius Laaser
Referatsleiter Circular Economy, Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes NRW

Konstantin Saure
Referent, INZIN Institut/ Mitarbeiter im Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW

Dr. Lukas Gast
Teamleiter Circular Economy, INZIN Institut/ Mitarbeiter im Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW

Prof. Dr. Martin Faulstich
Vorstand, INZIN Institut/ Leitung Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW

Dr. Ewa Harlacz
Projektleiterin, INZIN Institut/ Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft. NRW

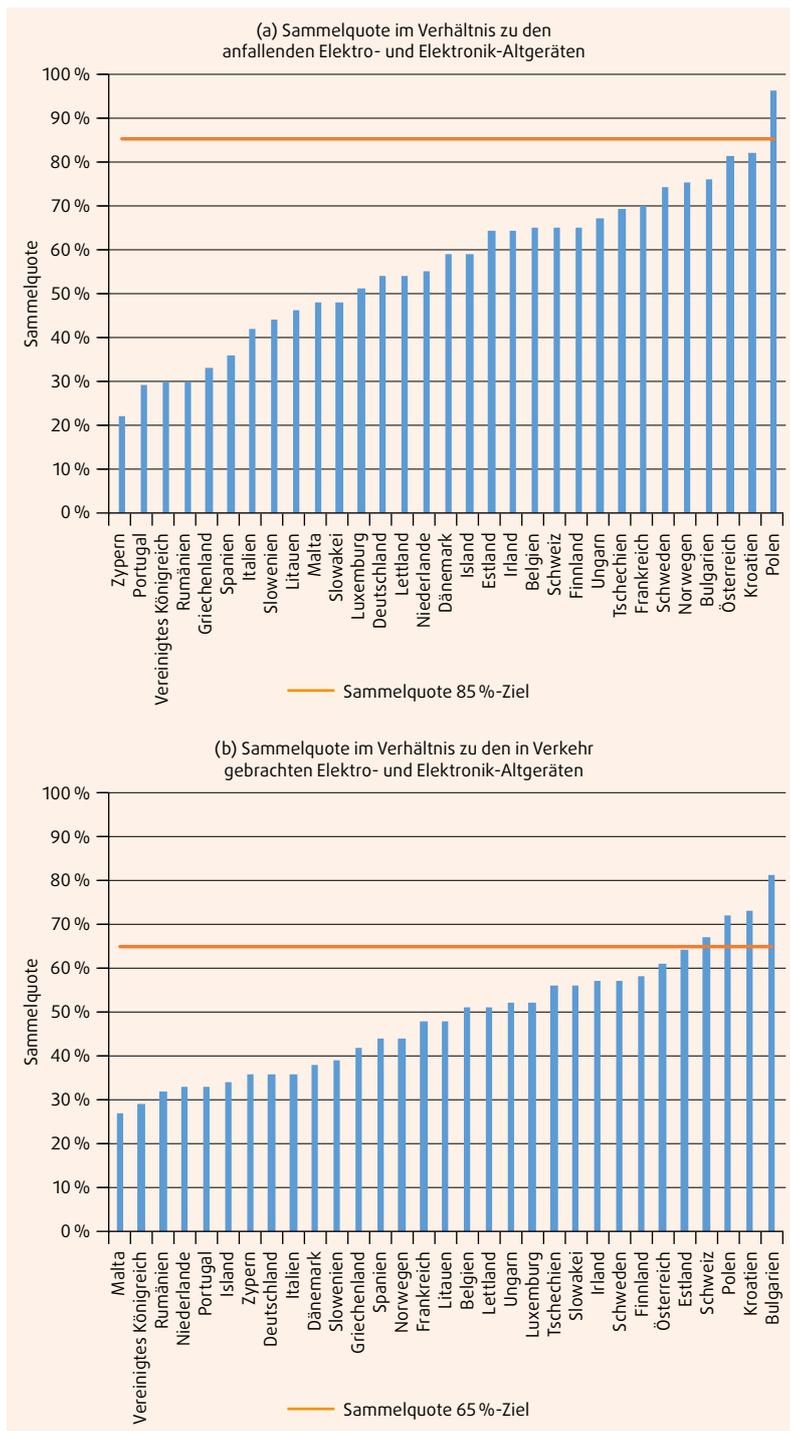


Abbildung 1
Übersicht der Sammelquoten der EU-Mitgliedstaaten, des Vereinigten Königreichs, der Schweiz, Island und Norwegen. (a) im Verhältnis zu den anfallenden Elektro- und Elektronik-Altgeräten und (b) im Verhältnis zu den in den vorausgegangenen drei Jahren in den Verkehr gebrachten Elektro- und Elektronikgeräten.
Quelle: Eigene Darstellung mit Daten aus [6].

Rohstoffe, wie z.B. Gold, Palladium, Silber, Aluminium, Kupfer und Kunststoff enthalten.

Auf europäischer Ebene hat die Verfügbarkeit dieser Rohstoffe erhebliche Relevanz für die Wirtschaftsstandorte, da einerseits eine Vielzahl der Länder nach wie vor einen ausgeprägten produzierenden Sektor haben und die Metalle für die Zukunftstechnologien (wie z.B. Windkraftanlagen und Batterien) von Bedeutung sind, andererseits verfügen nur wenige EU-Länder über ausreichende Vorkommen, um den eigenen Rohstoff-

bedarf abzudecken. Daraus resultiert eine erhebliche Abhängigkeit von meist geopolitisch instabilen oder wenig demokratischen Ländern. Daher hat die Europäische Union (EU) eine Reihe von Maßnahmen getroffen, um die nachhaltige Rohstoffversorgung sicherzustellen [2]. Der Critical Raw Materials Act bildet nun auf europäischer Ebene den Rechtsrahmen für die sichere und nachhaltige Versorgung Europas mit kritischen Rohstoffen. Der Entwurf zur Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie operationalisiert die Ziele nun weiter und unterstützt diese durch konkrete Maßnahmen.

In den nachfolgenden Abschnitten wird zunächst der regulatorische Kontext auf europäischer und nationaler Ebene dargestellt. Anschließend wird die Austauschplattform Zirkuläre B2B-Elektronik vorgestellt und die im Rahmen der Treffen identifizierten Chancen und Hindernisse sowie nächste Schritte erläutert.

1.1 Elektro- und Elektronikaltgeräte im EU Green Deal und Circular Economy Action Plan

Im Zuge des europäischen Green Deals wurde der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft (engl. Circular Economy Action Plan, kurz CEAP) erarbeitet, der eine Reihe legislativer und nicht-legislativer Maßnahmen vorsieht. Ziel des CEAP ist die Verringerung des Ressourcenverbrauchs und die Steigerung der Wiederverwertung, um so das Abfallaufkommen zu verringern. Mit einer jährlichen Wachstumsrate von 2% gehören Elektro- und Elektronikaltgeräte zu den am schnellsten wachsenden Abfallströmen in der EU, was die Bedeutung des CEAP für Elektroaltgeräte unterstreicht [3]. Zu den wichtigsten legislativen Programmen im Zuge des CEAP gehört die Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (engl. Waste Electronic and Electrical Equipment, WEEE) sowie die EU-Verordnung für das Ökodesign nachhaltiger Produkte (ESPR).

Die Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte gibt Ziele in Form von Quoten für Elektroaltgeräte vor, die von den Mitgliedstaaten erfüllt und berichtet werden müssen. Diese sind die Sammelquote, die Verwertungsquote und die Recyclingquoten sowie die Vorbereitung zur Wiederverwendung. Die Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht erfolgt in Deutschland mit dem Elektro- und Elektronikgesetz (kurz ElektroG). Für die Berichterstattung und damit die Berechnung der besagten Quoten ist das Umweltbundesamt zuständig, welches in Abstimmung mit dem Bundesumweltministerium (BMUV) die Daten an die EU-Kommission weiterleitet [4].

Die Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte sieht zwei Methoden zur Ermittlung der Sammelquote vor. Zum einen kann die Quote als Anteil der gesammelten Menge, an der auf dem Hoheitsgebiet des Mitgliedstaates anfallenden Elektro- und Elektronik-Altgeräten berechnet werden, zum anderen kann die Sammelquote durch das Durchschnittsgewicht der Elektro- und Elektronikgeräte, die in den drei Vorjahren im betreffenden Mitgliedstaat in Verkehr gebracht wurden, bestimmt werden. Abhängig von der gewählten Methode gelten unterschiedliche Zielwerte. Im Falle der Ermittlung anhand ersterer Methode muss eine Quote von 85% erzielt werden, beim Verwenden

letzterer Methode liegt die Mindestsammelquote bei 65 % [5]. Nachfolgend werden die Anwendungsbereiche und die gesammelten Mengen derjenigen Elektro- und Elektronikgeräte betrachtet, welche unter die WEEE-Richtlinie fallen.

1.2 Umgang mit WEEE im europäischen Vergleich

Bei der Betrachtung der gesammelten Mengen im Verhältnis zu den gesamten Abfallmengen wird im europäischen Vergleich ein durchwachsendes Bild ersichtlich. Wie in Abbildung 1 (a) dargestellt, bildet Zypern mit einer Sammelquote von rund 22 % das Schlusslicht und verfehlt das angestrebte Ziel um 63 %. Am anderen Ende der Skala ist Polen mit einer Sammelquote von fast 96 % Spitzenreiter. Dazwischen befinden sich Länder wie Deutschland mit 54 %, die Niederlande mit 55 % und Dänemark mit 59 % im Mittelfeld [6]. Hier gibt es Unterschiede in der Datenverfügbarkeit, sodass die Werte für die einzelnen Länder für unterschiedliche Zeiträume gelten. So sind die Werte für Zypern noch von 2018 und für Deutschland hingegen von 2021. Das Diagramm zeigt anschaulich, dass fast alle Länder derzeit das angestrebte Ziel der Sammlung von 85 % der anfallenden Elektro- und Elektronik-Altgeräte verfehlen.

Die Sammelquoten der Altgeräte fallen auch bei Bemessung anhand der in den vergangenen drei Jahren in Verkehr gebrachten Elektro- und Elektronikgeräte recht niedrig aus und zeigen, dass fast alle Mitgliedstaaten die angestrebten Zielwerte derzeit verfehlen (siehe Abbildung 1 (b)). Bei dieser Betrachtung erzielt Malta mit einer Quote von 27 % das schlechteste Ergebnis. Lediglich die Schweiz, Polen, Kroatien und Bulgarien übertreffen mit 67 %, 72 %, 73 % und 81 % die vorgeschriebene Zielsammelquote von 65 %. Deutschland verfehlt, wie die restlichen Staaten, die Mindestsammelquote und erreicht nur einen Wert von 36 % [6]. Im Gegensatz zu der von Baldé et al. [6] berichteten Sammelquote, lag diese laut dem Umweltbundesamt mit 38,6 % etwas höher [4]. Dennoch wird deutlich, dass Deutschland die gesetzlich vorgegebene Sammelquote unterschritten hat. Die Sammelquote in Deutschland betrug laut den Zahlen des Statistischen Bundesamtes im Jahr 2022 nur knapp 32 % und damit weniger als die Hälfte des EU-Ziels [6].

Bei näherer Betrachtung der Anwendungsbereiche der jährlich in Verkehr gebrachten Elektro- und Elektronikgeräte ist erkennbar, dass mehr als die Hälfte Haushaltsgeräte sind (siehe nachfolgende Abbildung 2) [7]. Daraus lässt sich ableiten, dass die entsprechenden Hersteller und deren Lieferanten einerseits von möglichen Engpässen bei der Versorgung mit wichtigen Rohstoffen stark betroffen werden, andererseits auch wichtige Akteure sind, die im Rahmen einer erweiterten Herstellerverantwortung bei der Erarbeitung von Lösungskonzepten zur Steigerung der Sammelquoten einen wesentlichen Hebel haben.

Einer der Gründe für den gegenwärtig geringen Erfolg der Sammelquoten könnte die Verlagerung der Stoffströme in undokumentierte Stoffpfade sein. Das beinhaltet die gemeinsame Sammlung mit Metallschrott und Siedlungsabfällen, sowie der schlecht dokumentierte Export zur Wiederverwendung oder gar

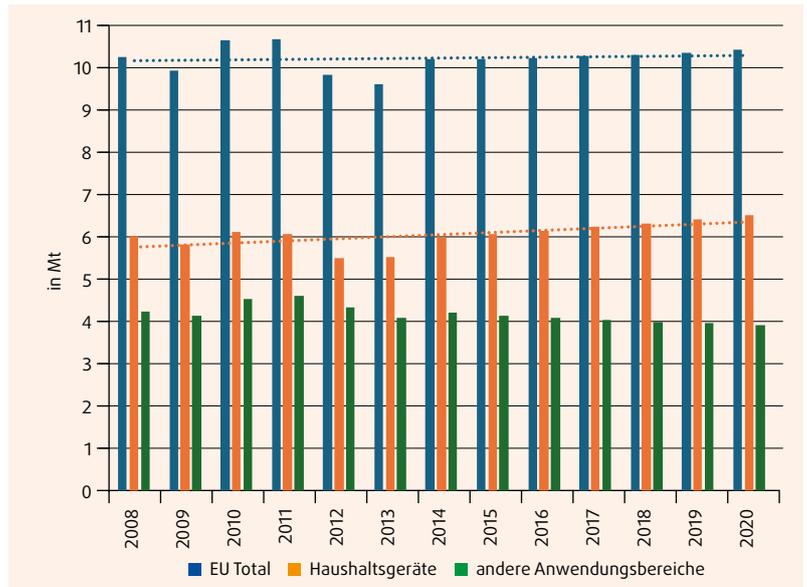


Abbildung 2
Anwendungsbereiche von Elektro- und Elektronikgeräten, die in der EU in Verkehr gebracht werden.
Quelle: Eigene Darstellung mit Daten aus [6].

der illegale Export. Neben den Stoffpfaden verbleibt auch ein großer Teil der Elektronikartikel noch als Bestand in Haushalten. EU-weit wird davon ausgegangen, dass etwa 90 % der noch im Umlauf befindlichen Elektro- und Elektronikgeräte genutzt werden, etwa 7 % funktionsfähig sind, aber nicht genutzt werden, und der Rest als Elektro- und Elektronikschrott aufbewahrt wird. Bezogen auf die Stückzahl machen Kleingeräte wie Lampen den größten Anteil aus, bezogen auf das Gewicht sind es Großgeräte. Auch hier wird die Relevanz des Anwendungsbereichs der Haushaltsgeräte deutlich, welche zum Beispiel im Fall von Waschmaschinen und Kühlschränken meistens über einen längeren Zeitraum in Betrieb sind als IT- und Kommunikationsgeräte wie Smartphones und Laptops.

Zusätzlich müssen im Rahmen der WEEE-Richtlinie die Verwertungsquote, die Quoten für Recycling und Vorbereitung zur Wiederverwendung und die jährlich gesammelten Mengen an Altgeräten nach den Gerätekategorien aufgeschlüsselt werden, da hier unterschiedliche zu erreichende Mindestquoten gelten [4]. Die Quote der Elektro- und Elektronikaltgeräte, die zum Recycling oder der Vorbereitung zur Wiederverwendung in Bezug auf die Gesamtmenge zugeführt werden, liegt in Deutschland mit einer Recyclingrate von 86,1 % im oberen Mittelfeld der Betrachtung. Im Gegensatz zu den Sammelquoten zeigt sich hier im europäischen Vergleich ein harmonischeres Bild, da die Mehrheit der Raten zwischen 70 % und 95 % liegt. Ausnahme hiervon bildet Portugal mit einer Recyclingrate von nur 51,7 % [9].

1.3 Umsetzung der Richtlinie in Deutschland

Die geringen Sammelquoten in Deutschland und damit das Potenzial, mehr Elektro- und Elektronikaltgeräte den Verwertungsstrukturen zuzuführen, wurde auch im Rahmen der Erstellung des Entwurfs der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS) erkannt. Der Entwurf vom 18. Juni 2024 adressiert in einem der neun Handlungsfelder die Informations- und Kom-

munikationstechnik (kurz IKT) und Elektrogeräte und nennt konkrete Maßnahmen und Instrumente im Bereich der Photovoltaik und Windkraftanlagen [10].

Als wichtigster Hebel zur Verringerung der Umweltauswirkungen und des Rohstoffbedarfs wird die Verlängerung der Lebens- und Nutzungsdauer von Elektro- und Elektronikaltgeräten gesehen [10]. Hierunter fällt die Umsetzung eines „Design-for-Circularity“, die Reduktion des Einsatzes (umwelt)kritischer Rohstoffe und Schadstoffe auf ein Mindestmaß, der verbindliche Informationsaustausch und die Einführung von materialspezifischen Rückgewinnungsquoten. Konkrete Maßnahmen und Instrumente, die zu diesem Zweck ergriffen werden sollen, sind die Unterstützung horizontaler Regelungen im Rahmen der Ökodesign-Verordnung zur Umsetzung des „Designs for Recycling“ und die Einführung eines Qualitätssiegels zur Förderung der Wiederverwendung von IKT- und Elektrogeräten.

Insgesamt funktioniert die Verwertung von Elektroaltgeräten in vielen Ländern bereits gut. Dennoch sollte sich Deutschland für die anstehende Revision der WEEE-Richtlinie dafür einsetzen, dass Möglichkeiten zur Förderung eines qualitativ hochwertigen Recyclings geprüft werden. Verschiedene Ansätze werden derzeit diskutiert, um Materialien und damit die enthaltenen Rohstoffe im Kreislauf zu halten. Diese umfassen zum Beispiel die Reduktion illegaler Exporte und die bessere Dokumentation von Produkten zur Vorbereitung zur Wiederverwendung und für ein effizienteres Recycling. Aus diesem Grund betont die NKWS auch die Zuständigkeit der Länder beim Vollzug des ElektroG und der Gewerbe-Abfallverordnung (GewAbfVO) [10].

Die Vorschriften und Verordnungen, die im Zuge des CEAP eingeführt wurden, haben Einfluss auf die einzelnen Bundesländer wie Nordrhein-Westfalen (NRW). Auf Ebene der Bundesländer sind für den Vollzug die Umweltschutzbehörden zuständig [11]. Die Erhebung der Daten über die in Verkehr gebrachten Mengen und die Ermittlung der Entsorgungsverpflichtungen der einzelnen Hersteller erfolgt durch die Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR) in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt und den Statistischen Landesämtern [4; 11]. Damit wird deutlich, wie viele Akteure auf unterschiedlichen Ebenen an der Umsetzung von Maßnahmen und Instrumenten zur Schließung von Stoffkreisläufen beteiligt sind und wie Gesetze, Verordnungen und Vorschriften in die Gestaltungsmöglichkeiten entlang der Wertschöpfungskette eingreifen [13].

Vor diesem Hintergrund wurden Akteure aus dem industriellen Elektronikbereich auf NRW-Ebene über die „Austauschplattform zirkuläre B2B-Elektronik“ zusammengebracht. Die Initiative wird getragen von InnoZent OWL e.V./Projekt CE:FIRE in Zusammenarbeit mit dem Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL, der Hochschule Bielefeld/Projekt CirQualityOWLplus und dem Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr (MUNV) sowie dem Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie (MWIKE) des Landes Nordrhein-Westfalen im Rahmen des „Runden Tisches Zirkuläre Wertschöpfung“ NRW. Die Ergebnisse, die aus den von der Plattform geführten Diskussio-

nen zur Schließung von Stoffkreisläufen hervorgehen, werden im Folgenden vorgestellt.

2. Austauschplattform Zirkuläre B2B-Elektronik

Die Region Ostwestfalen-Lippe (OWL) zählt mit ihren Branchen Maschinen- und Anlagenbau sowie Elektro- und Elektronikindustrie vor allem im B2B Bereich zu den wirtschaftsstärksten Standorten in Europa und ist in der industriellen Wertschöpfung führend. Die Industrie in OWL weist zahlreiche Aktivitäten auf, welche mit der Kreislaufwirtschaft verknüpft sind, um die Abhängigkeit von strategisch wichtigen Primärrohstoffen zu vermindern. Zu den Aktivitäten zählt die „Austauschplattform zirkuläre B2B-Elektronik“, deren Ziel es ist, Rahmenbedingungen, Herausforderungen und Umsetzungshemmnisse im industriellen Elektronikbereich zu identifizieren und mit Blick auf konkrete Handlungsbedarfe zu diskutieren. Die Austauschplattform ist Teil des Runden Tisches „Zirkuläre Wertschöpfung NRW“, der seit 2018 das Ziel verfolgt, die Entwicklung der Circular Economy in NRW voranzutreiben. Er stellt den Austausch zwischen Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik sicher und stößt immer wieder gezielt Projekte und Kooperationen an. Im Rahmen von Thementischen werden spezifische Branchen und Ansätze der Circular Economy betrachtet, Herausforderungen und Hemmnisse analysiert sowie Handlungsleitfäden und Umsetzungsansätze erarbeitet. Die Austauschplattform Zirkuläre B2B Elektronik ist einer dieser Thementische. Die vergangenen Treffen der Plattform, die zwischen September 2022 und März 2024 stattgefunden haben, sind auf der Webseite der Plattform ausführlich dokumentiert [13]. Dieser Aufsatz fasst die zentralen Ergebnisse der Plattform und Treffen zusammen und bietet einen Ausblick auf weiterführende Fragestellungen.

Im Rahmen der Treffen wurde die Produktion und Nutzung von Elektronikprodukten entlang der gesamten Wertschöpfungskette betrachtet. Abbildung 3 stellt diesen zirkulären Wertschöpfungsprozess dar.

Beginnend mit der Beschaffung der Materialien, dem Design der Produkte über die Produktion und Distribution gibt es vor allem in den ersten Phasen der Wertschöpfungskette zahlreiche Möglichkeiten, die Wiederverwendbarkeit und Rezyklierfähigkeit der Produkte durch Auswahl der Materialien und Bauweise der Komponenten zu beeinflussen. In der Nutzungsphase kann durch neuartige Geschäftsmodelle (wie z. B. Leasing) oder lebensdauerverlängernde Maßnahmen die Umweltauswirkung der Nutzung von Elektronikprodukten reduziert werden. Durch effiziente Sammlung und reverse Logistik sowie Wiederverwendung von Produktteilen und Recycling von Materialien können Rohstoffe für die Produktion neuer Produkte bereitgestellt werden.

Alle Stufen der Wertschöpfungskette unterliegen den jeweiligen regulatorischen Rahmenbedingungen und werden durch zahlreiche verpflichtende und freiwillige Standards und Maßnahmen beeinflusst.

In Ostwestfalen-Lippe sind zahlreiche Unternehmen im Bereich elektrischer Verbindungs-, Automatisie-

rungs- sowie Antriebs- und Steuerungstechnik, u. a. für Windkraftanlagen ansässig. Auch hier sind die Themen zirkuläres Design, fachgerechte Demontage und Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen mit Blick auf die Anforderungen der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie relevant. Rund 7.700 Windkraftanlagen sind derzeit in Betrieb, die über keinen Förderanspruch mehr nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz verfügen [14]. Es ist wahrscheinlich, dass viele der bestehenden Windkraftanlagen ohne Förderanspruch nach dem EEG, im Laufe der nächsten Jahre durch neue, leistungsfähigere Anlagen ersetzt und daher zurückgebaut werden. Nicht nur bei Windkraftanlagen, sondern auch bei allen anderen Elektronikprodukten sind die Diskussionen über die Verfügbarkeit von Metallen am Produktlebenszyklusende und Möglichkeiten der Wiederbenutzung relevant.

Abbildung 4 gibt einen Einblick in die vergangenen Treffen, die an der Hochschule Bielefeld sowie bei den Unternehmen Weidmüller in Detmold, HARTING in Espelkamp, CTDI in Schloss Holte-Stukenbrock, Miele in Gütersloh und WAGO in Minden stattfanden.

3. Hemmnisse und Chancen für die zirkuläre Elektronik in NRW

Im Rahmen der Treffen wurden zahlreiche Hemmnisse für das Schließen der Stoffkreisläufe sowie für das Design zirkulärer Elektronik identifiziert.

Ausgewählte Hemmnisse, Chancen und Möglichkeiten für unterschiedliche Stufen der Wertschöpfungskette sind in Abbildung 5 dargestellt. Diese wurden im Rahmen der Gespräche der Austauschplattform ermittelt und in dem Arbeitsdokument festgehalten. Die Hemmnisse, welche entlang der Wertschöpfungskette auftreten, sind sehr unterschiedlich und reichen von rechtlichen bis hin zu finanziellen Aspekten.

Eine zentrale Herausforderung bleibt die Wieder- bzw. Vorbereitung zur Wiederverwendung von Elektronikkomponenten, Produkten oder Materialien vor dem Beginn der Abfalleigenschaft nach § 3 KrWG.



Abbildung 3
Zirkulärer Wertschöpfungsprozess



Abbildung 4
Bilder der Treffen zwischen 09/2022 und 03/2024 mit freundlicher Unterstützung der Mitglieder der Austauschplattform sowie der beteiligten Unternehmen.

	Hemmnisse (Auswahl)	Chancen und Möglichkeiten (Auswahl)
Beschaffung	<ul style="list-style-type: none"> - Unbekannte Herkunft - Zusammensetzung Rezyklat - Schwankung der Qualität des Rezyklates 	<ul style="list-style-type: none"> - Transparente Deklaration - Pooling-Ansätze - Gesetzliche Normen
Design-Phase	<ul style="list-style-type: none"> - Substitution Additive Funktionalität - Produktneuentwicklung Materialeinsatz - Materialvielfalt dyn. Bauteilentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> - Deregulierung des Stoffrechts - Referenzdesign für zirkuläre Produkte - Klare Vorgaben Gesetzgeber
Produktion	<ul style="list-style-type: none"> - Verzerrung Bewertung CO₂-Fußabdruck - Abgeschriebene Produktionsanlagen - Etablierte Herstellungsverfahren 	<ul style="list-style-type: none"> - Ganzheitliche Betrachtung aller Scopes - Neue Finanzierungsmodelle - Retrofitting
Distribution	<ul style="list-style-type: none"> - Mehrwegverpackung Größenauswahl - Lieferketten Abhängigkeiten - Unterschiedliche Logistik-Ansätze 	<ul style="list-style-type: none"> - Standardisierung - Diversifizierung - Modularisierung
Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> - Neupreis und Reparaturkosten - Nutzungsdauer - Kapitalbindung 	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung und Anreizsysteme - Umstellung der Nutzungsmodelle - Neue Finanzierungsmöglichkeiten
Sammlung	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbewahrung von Altgeräten - Komplexität Rücknahmeprozesse - Stoffkonzentration Komponenten 	<ul style="list-style-type: none"> - Anreize zur Rückgabe - Stoffübergreifende Sammelsysteme - Vorbild Logistik-Hubs im Güterverkehr
Verwertung (Reuse, Recycling, Recover)	<ul style="list-style-type: none"> - Miniaturisierung - Rechtl. Hürden Demontageprozesse - Definition Abfalleigenschaft 	<ul style="list-style-type: none"> - Modularisierung - Verbindung Produkt- und Abfallrecht - Überarbeitung Definition

Abbildung 5
Optionen zur Optimierung der Kreislaufwirtschaft entlang der Wertschöpfungskette (Auswahl)

Geräten erschweren die Sammlung ertragreicher Mengen. Diese und weitere Herausforderungen müssen bei der Umsetzung berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden. Hier gibt es vermutlich keine allgemeingültigen Lösungsmöglichkeiten und aufgrund der hohen Komplexität ergibt sich der Bedarf für eine Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette. Der Aspekt der Schadstoff- und Wertstoffhaltigkeit der aus einer sehr komplexen Mischung verschiedener Geräte, Bauteile, Materialien und Stoffen bestehenden Elektroaltgeräte, muss angemessen berücksichtigt werden [16]. Im Rahmen des Dialogprozesses für die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie wurde vom Runden Tisch Zirkuläre Wertschöpfung und dem Thementisch Zirkuläre B2B Elektronik auch eine Stellungnahme ausgearbeitet, die eine Zusammenfassung von Hürden und Handlungsempfehlungen für die NKWS enthält [17].

4. Ausblick

Das Land Nordrhein-Westfalen und insbesondere die Region Ostwestfalen-Lippe sind geprägt von zahlreichen Weltmarktführern der Elektronikbranche, die intensiv an der Sicherung ihrer zukünftigen Ressourcenversorgung arbeiten. Die Rückführung kritischer Rohstoffe erfordert vor allem den Lückenschluss zwischen Herstellern und Entsorgern hin zu einer umfassenden Kreislaufwirtschaft sowie einer Transformation der Entsorgungswirtschaft. Die Austauschplattform Zirkuläre B2B-Elektronik hat am 9. Oktober 2024 ihr siebtes Treffen, und das Netzwerk soll fortgeführt werden. Der interne Gesamtbericht mit den Diskussionsergebnissen bietet Anknüpfungspunkte für Unternehmen und Interessenvertreter:innen, welche die Umstellung der linearen Produktion zu einer Kreislaufwirtschaft im Elektronikbereich unterstützen. Der nächste Schritt ist nun die Umsetzung von identifizierten Handlungsansätzen durch die teilnehmenden Akteuer:innen des Thementischs sowie die weitere Ausformulierung und Konkretisierung der Maßnahmen als Grundlage für die Entwicklung der Kreislaufwirtschaftsstrategie in NRW.

Literaturverzeichnis

- [1] **Cornelis P. Baldé, Ruediger Kuehr, Tales Yamamoto, Rosie McDonald, Elena D'Angelo, Shahana Althaf, Garam Bel, Otmar Deubzer, Elena Fernandez-Cubillo, Vanessa Forti, Vanessa Gray, Sunil Herat, Shunichi Honda, Giulia Iattoni, Deepali S. Khatriwal, Vittoria Luda di Cortemiglia, Yuliya Lobuntsova, Innocent Nnorom, Noémie Pralat, Michelle Wagner (2024):** International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). 2024. Global E-waste Monitor 2024. Geneva/Bonn
- [2] **Lukas Menkhoff und Marius Zeevaert (2022):** Deutschland kann seine Versorgungssicherheit bei mineralischen Rohstoffimporten erhöhen: DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Berlin
- [3] **Europäische Union. (2020):** Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. <https://doi.org/10.2779/688789>
- [4] **Umweltbundesamt (2023):** Elektro- und Elektronikaltgeräte. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/elektro-elektronikaltgeraete#sammlung-und-verwertung-von-elektro-und-elektronikaltgeraten-drei-kennzahlen-zahlen>.
- [5] **Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Neufassung), geändert durch Richtlinie (EU) 2018/849 des Europäischen Parlaments und des Rates**
- [6] **Cornelius P. Baldé, Giulia Iattoni, Chen Xu, Tales Yamamoto (2022):** SCYCLE Programme and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). 2022. Update of WEEE Collection Rates, Targets,

- Flows, and Hoarding – 2021 in the EU-27, United Kingdom, Norway, Switzerland, and Iceland. Bonn
- [7] **EUWID (2024):** Mahnungen für alle EU-Mitgliedsstaaten wegen verfehlter Recycling- und Sammelquoten. EUWID, Ausgabe 31.2024, Seite 27.
 - [8] **APPLIA (2022):** Electrical and electronic equipment placed on the market in the EU. Online verfügbar unter <https://www.statreport2021applia-europe.eu/slide/eee-in-the-eu-market>.
 - [9] **Eurostat (2024):** Recycling rate of waste of electrical and electronic equipment (WEEE) separately collected (CEI_WM060). Online Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm060/default/table?lang=en.
 - [10] **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2024):** Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie – Entwurf, 17.06.2024, Verfügbar unter: <https://www.bmuv.de/download/entwurf-einer-nationalen-kreislaufwirtschaftsstrategie-nkws>
 - [11] **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2024):** Elektro- und Elektronikgeräte. Verfügbar unter: <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/abfall/abfallvermeidung-und-recycling/elektro-und-elektronikgeraete>
 - [12] **Umweltbundesamt (UBA) (2020):** Verlängerung der Produktnutzungsdauer – Ansätze zur Abfallvermeidung und Ressourcenschonung durch Wiederverwendung und Vorbereitung zur Wiederverwendung. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/hgp_verlangerung_produktnutzungsdauer_bf.pdf.
 - [13] **Austauschplattform zirkuläre B2B Elektronik InnoZent OWL e.V., (n.d.):** Verfügbar unter: <https://www.innozent-owl.de/netzwerk/angebote/austauschplattform-zirkulaere-b2b-elektronik/>
 - [14] **Deutsche WindGuard, Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland, 2024:** Verfügbar unter: https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2024/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land_Jahr%202023.pdf.
 - [15] **Europäisches Parlament (2024):** Recht auf Reparatur: Reparieren einfacher und attraktiver machen. Verfügbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20240419IPR20590/recht-auf-reparatur-reparieren-einfacher-und-attraktiver-machen>
 - [16] **LAGA 31 A, Umsetzung des „Elektro- und Elektronikgerätesetzes“ und „Elektro- und Elektronik-Altgeräte-Behandlungsverordnung“:** Stand 08.05.2024, https://www.laga-online.de/documents/laga-m31a_1721829137.pdf
 - [17] **Stellungnahme des Runden Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW zum Entwurf der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS), 2024:** Verfügbar unter: https://dialog-nkws.de/bmuv/de/home/file/fileId/310/name/Stellungnahme_Runder%20Tisch%20Zirkul%C3%A4re%20Wertsch%C3%B6pfung%20NRW.pdf

Anschrift der Autoren

Ulrike Künnemann
Innozent OWL
Ukuenemann@innozentowl.de

Dr. Ewa Harlacz
INZIN Institut
Ewa.Harlacz@inzin.de