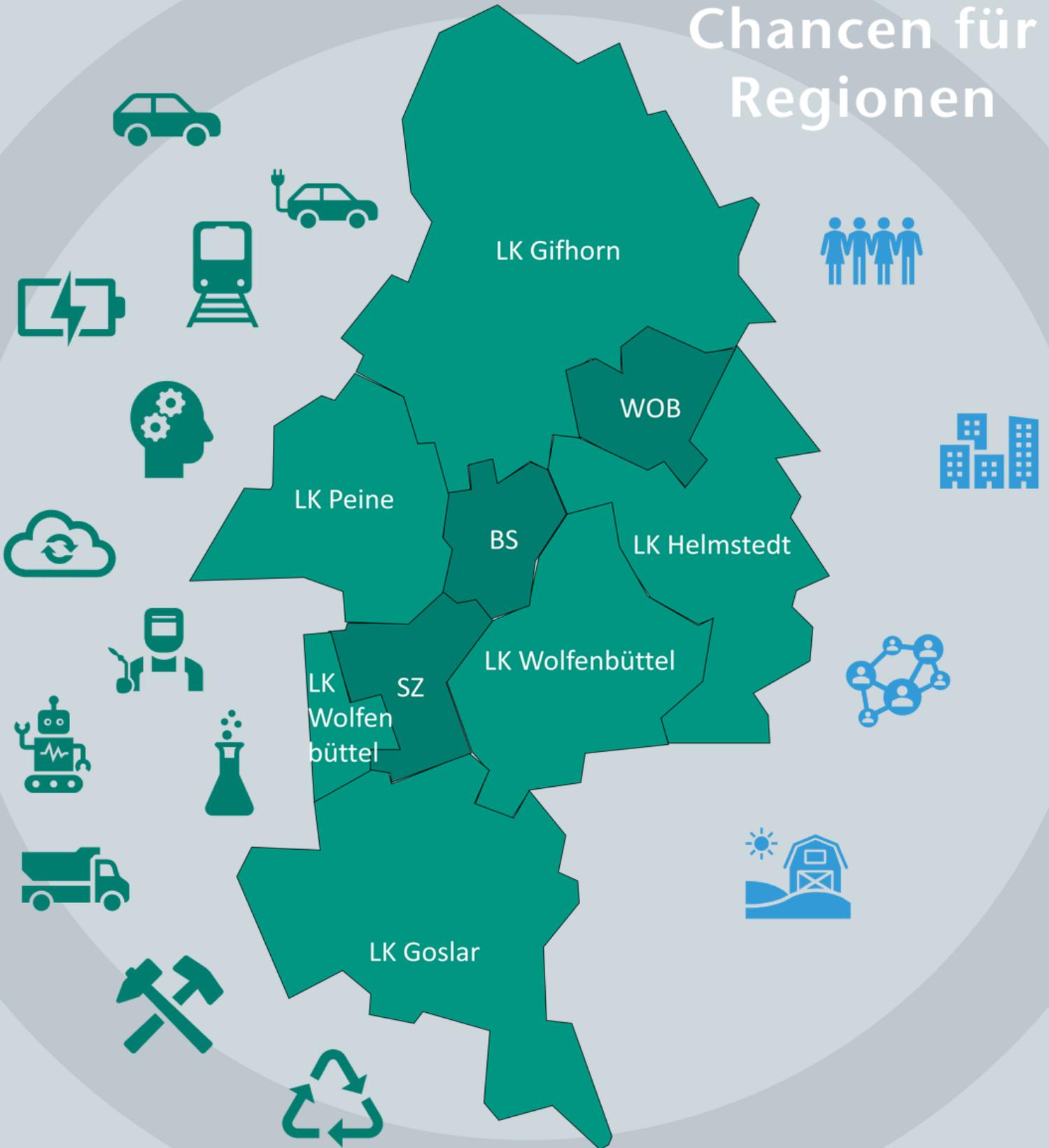




**Circular Region**  
SüdOstNiedersachsen

# Circular Economy

## — Chancen für Regionen





**Broschüre**

CIRCULAR ECONOMY – CHANCEN FÜR REGIONEN / CIRCULAR REGION SÜDOSTNIEDERSACHSEN

**Gefördert vom:** Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz  
Archivstraße 2  
30169 Hannover

**Erstellt von:** Technische Universität Clausthal  
Institut für Aufbereitung, Recycling und Kreislaufwirtschaftssysteme  
Walther-Nernst-Str. 9  
38678 Clausthal-Zellerfeld

**Autoren:** Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann, Dr.-Ing. Asja Mrotzek-Blöß

**Stand der Bearbeitung:** Frühjahr 2024



## Vorwort



**Minister Christian Meyer**  
Niedersächsisches  
Ministerium für Umwelt,  
Energie und Klimaschutz

Wir haben nur diese eine Erde und wir müssen ihre Reichtümer auch für kommende Generationen nachhaltig nutzen. Die Circular Economy – die Kreislaufwirtschaft – steht für einen zukunftsweisenden Ansatz, der ökologische Verantwortung und wirtschaftliches Handeln miteinander verbindet. Durch die effiziente Nutzung von Ressourcen, die Verringerung von Abfällen und Emissionen sowie den Einsatz von Sekundärrohstoffen können wir nicht nur einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, sondern auch die Widerstandsfähigkeit unserer Lieferketten erhöhen und die Rohstoffversorgung langfristig sichern.

In Niedersachsen gibt es bereits zahlreiche Unternehmen, die in diesem Bereich vorangehen und innovative Lösungen entwickeln. Sie tragen wesentlich dazu bei, unser Bundesland auf dem Weg in eine nachhaltigere Zukunft zu unterstützen. Diese Unternehmen zeigen, wie eine funktionierende Kreislaufwirtschaft nicht nur ökologische Vorteile bringt, sondern auch wirtschaftliche Chancen eröffnet.

Es ist an der Zeit, unsere Kreislaufwirtschaft weiter zu stärken und sie in allen Bereichen konsequent auszubauen. Ich ermutige alle Beteiligten, weiterhin mit Tatkraft und Ideenreichtum an der Transformation hin zu einer nachhaltigen Wirtschaft mitzuwirken. Gemeinsam können wir nicht nur unsere klima- und umweltpolitischen Ziele erreichen, sondern auch zukünftigen Generationen eine lebenswerte Umwelt hinterlassen.

Ich danke allen, die sich bereits in diesem Bereich engagieren, und rufe dazu auf, diesen Weg weiter entschlossen zu verfolgen. Nur gemeinsam können wir einen positiven Beitrag zur Umwelt und zur wirtschaftlichen Transformation in Niedersachsen leisten.



**Prof. Daniel Goldmann**  
Institut für Aufbereitung,  
Recycling und Kreislauf-  
wirtschaftssysteme,  
Technische Universität  
Clausthal

Klimawandel, steigender Ressourcenbedarf bei wachsender Weltbevölkerung und De-Risking bei der Versorgung mit Rohstoffen sind zentrale Herausforderungen für die nächsten Jahrzehnte. Um diesen zu begegnen, die Resilienz unserer Volkswirtschaft zu stärken und den Weg zu einer Gemeinwohl-Ökonomie einzuschlagen ist es unabdingbar von einer linearen zu einer zirkulären Wirtschaft zu wechseln. Eine umfassende Circular Economy als zentrales Element der Nachhaltigkeitsstrategie wird sich aber nur realisieren lassen, wenn sich diese in unterschiedlichsten Facetten von verschiedenen Städten und Regionen der Welt aus verbreitet.

Und genau hier setzen wir in Niedersachsen an und haben in der Region SüdOstNiedersachsen die erste Circular Region Deutschlands auf den Weg gebracht, die in der Europäischen Circular Cities and Regions Initiative gelistet ist. Die TU Clausthal als Universität der Circular Economy arbeitet im Auftrag und im Verbund mit Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Zivilgesellschaft, Politik und öffentlicher Verwaltung für dieses Ziel.

Die vorliegende Broschüre soll allen interessierten Kreisen einen Einblick über den aktuellen Stand und weiterführende Perspektiven geben.

## Zur vorliegenden Broschüre

Gefördert vom Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz hat die TU Clausthal ihre Arbeiten zur Entwicklung einer Circular Region in Niedersachsen intensiviert. Die Arbeiten wurden auf Basis der Kooperation zwischen dem REWIMET e.V. und der TU Clausthal durchgeführt.

Die vorliegende Broschüre ist als Informationsquelle für alle interessierten Kreise zum generellen Hintergrund, zum aktuellen Stand und zu den Perspektiven für die Entwicklung der Circular Region SüdOstNiedersachsen konzipiert und hat das Ziel den Stand nach den ersten zwei Projektjahren vorstellen.

Im Fokus der Arbeiten standen die:

- Entwicklung der Herausforderungen und generellen Rahmenbedingungen
- Erhebung des Status-Quo und Charakterisierung von Besonderheiten der Region
- Fokussierung auf regionsspezifische Stärken/Potentiale als Zielfelder innerhalb der Circular Economy
- Entwicklung und Fortschreibung einer Circular Economy Roadmap bzw. eines Circular Economy Action Plan
- Erhöhung der Sichtbarkeit bzw. Wahrnehmung der Region innerhalb Deutschlands und Europa
- Etablierung von und Integration in übergreifende Initiativen insbesondere der Circular Cities and Regions Initiative (CCRI)
- Entwicklung und Begleitung gezielter transdisziplinärer Aktivitäten zu Innovationen und Transformation
- Mitentwicklung einer Innovationskultur in der Region

## Circular Economy – Mehr als „nur“ Kreislaufwirtschaft

Die Transformation zu einer „**Circular Economy**“ – einer **zirkulären Wirtschaft** – findet überall statt: lokal, regional, national, in Europa und der Welt, in der Stadt und im ländlichen Raum, in der Wissenschaft, der Wirtschaft und der Zivilgesellschaft sowie innerhalb der Kommunen.

Doch wozu bedarf es einer „weiteren“ Transformation? Der Wandel von einem linearen hin zu einem zirkulären Wirtschaftssystem wurde bereits mit der Verabschiedung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes im Jahre 1994 eingeleitet. Neben den ursprünglich zentralen Fragen eines verbesserten Umweltschutzes sind in den letzten Jahren verstärkt Herausforderungen im Bereich des Klimaschutzes sowie der Ressourcensicherung in politisch schwierigen Zeiten hinzugetreten. Um all diesen Zielen zu dienen, muss die klassische Kreislaufwirtschaft zu einer Circular Economy weiterentwickelt werden. Effizienz ist mit Suffizienz zu verbinden, benötigte Produkte sind langlebig zu gestalten und mit möglichst geringem Einsatz an kritischen Ressourcen zu erzeugen. Ein Maximum an Wertstoffen ist im Kreislauf zu halten, um damit auch die Abhängigkeiten von Rohstoffimporten zu verringern und die Resilienz der Volkswirtschaft zu stärken.

Beginnend bei einer nachhaltigen und verantwortungsvollen Rohstoffgewinnung, über das Design und die Konstruktion von Materialien und Produkten, deren Nutzung und Weiternutzung, bis hin zur Sammlung nicht-mehr genutzter Produkte, Rest- und Abfallstoffe und ihrer Aufbereitung zu Sekundärrohstoffen sind alle Themen abzudecken. Die Circular Economy strebt somit nicht nur danach, die Rohstoffkreisläufe zu schließen, sondern durch Konzepte zur Abfallvermeidung oder Wiederverwendung insgesamt Ressourcenverbrauch aber auch Emissionen zu verringern.

Diese „materialbezogenen“ Aspekte werden ergänzt durch Geschäfts-, Finanzierungs- und Nutzungsmodelle, die diese Anforderungen an eine zirkuläre Wirtschaft erst ermöglichen. Das Ziel sind bspw. zirkuläre Geschäftsmodelle, die strategisch auf die Ermöglichung, Schließung, Schaffung oder Verlängerung von Kreisläufen ausgerichtet sind, indem sie Werte so lange wie möglich erhalten und Ressourcen schonen, bei gleichzeitigem Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit: Nutzen statt Besitzen, Sharing Economy, Recht auf Reparatur sind einige der Schlagworte, die in diesem Zusammenhang fallen. Eine erfolgreiche Transformation setzt somit auch voraus, dass Konsumenten stärker informiert und eingebunden werden, um Stoff- und Produktströme sowie Energie nachhaltiger bewirtschaften zu können.

Auf Grund ihrer historischen Entwicklung mit Wurzeln im Bergbau und Hüttenwesen bis hin zur modernen Automobilproduktion, ist die Region SüdOstNiedersachsen prädestiniert dafür, sich zu einer Circular Region mit einigen spezifischen Schwerpunkten zu entwickeln.

Bevor in den folgenden Kapiteln Stand und Entwicklungsmöglichkeiten der Circular Economy für diese Region näher beleuchtet werden, soll zunächst ein kurzer Einblick in globale, europäische und nationale Circular Economy-Aktivitäten gegeben werden.

## Aktivitäten auf Ebene der Vereinten Nationen (United Nations (UN))

Aspekte der Circular Economy werden im Umweltprogramm (United Nations Environment Programme; UNEP) und Entwicklungsprogramm (United Nations Development Programme; UNDP) der Vereinten Nationen (UN) verfolgt. Im Rahmen des UNEP hat sich 2021 die Global Alliance on Circular Economy and Resource Efficiency (GACERE) als Allianz von Regierungen gegründet, welche bereit sind, auf politischer Ebene und in multilateralen

Foren zusammenzuarbeiten und sich für einen global gerechten Übergang zu einer Circular Economy und eine nachhaltigere Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen einzusetzen.

Abbildung 1 zeigt den Circular Economy-Ansatz des UNEP<sup>1</sup>: Die grau-gestrichelte Linie zeigt in vereinfachter Form den bisherigen linearen Ansatz von der Rohstoffentnahme, über die Produktion, die Nutzenphase und die abschließende Entsorgung. Die bunten Linien zeigen die unterschiedlichen Möglichkeiten der Circular Economy entlang des Wertschöpfungskreislaufs. Die Benennung dieser Linien veranschaulicht ein weiteres Konzept, die Circular Economy systemisch zu strukturieren: Die **R-Strategien**.

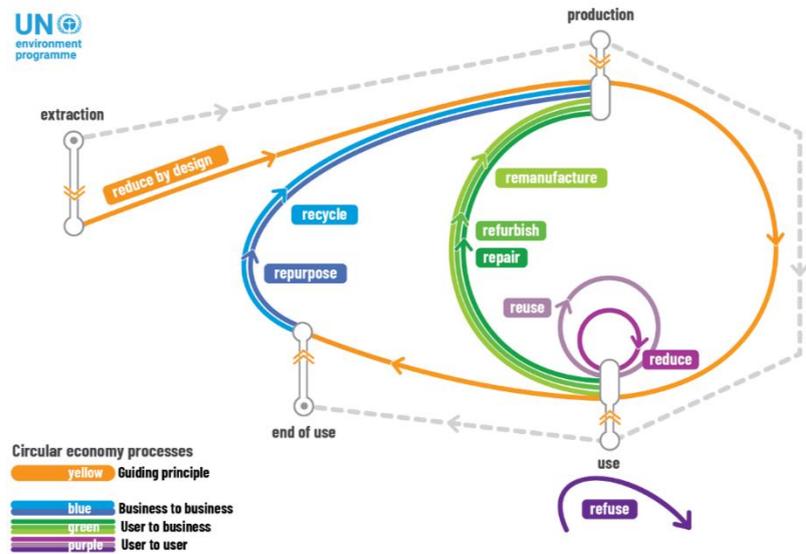


Abbildung 1: Circular Economy-Ansatz des UNEP<sup>1</sup>

Die Anzahl der „R“s und somit die Möglichkeiten Rohstoffe länger im Kreislauf zu halten, ist in den Veröffentlichungen und Diskussionen der letzten Jahre sukzessive auf zehn gestiegen (siehe Abbildung 2).

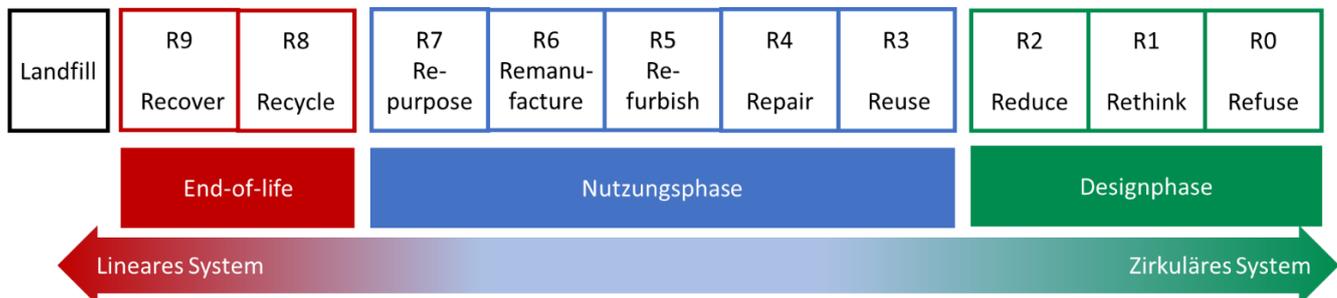


Abbildung 2: R-Strategien in Anlehnung an CIRCULARISE<sup>2</sup>

Unter dem Dach des UNEP ist das International Panel for Sustainable Resource Management (kurz: International Resource Panel; IRP) angesiedelt. Das Gremium besteht aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, welche Experten auf den unterschiedlichen Gebieten des Ressourcenmanagements sind und erstellt unabhängige, kohärente und wissenschaftliche Bewertungen von politischer Relevanz zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen, insbesondere ihrer Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus. Diese Bewertungen fließen in die Arbeiten des UNEP, aber auch in internationale und nationale Strategien ein. Ein Beispiel ist der Circularity Gap Report 2024 (u. a. unterstützt von UNDP und IRP), der zeigt, dass sich die Diskussionen, Debatten und Veröffentlichungen zur Circular Economy in den letzten 5 Jahren verdreifacht haben. Trotz dieser Wahrnehmung sank der Anteil eingesetzter Sekundärrohstoffe von 9,1 % im Jahr 2018 auf 7,2 % in 2023; bei steigendem Anstieg des Rohstoffverbrauchs.<sup>3</sup> Um diesen Trend entgegenzuwirken, wird der reine Wissens- und

<sup>1</sup> [www.unep.org/circularity](http://www.unep.org/circularity) , <https://buildingcircularity.org/> (Zugriff: 15.03.2024)

<sup>2</sup> [www.circularise.com/](http://www.circularise.com/)

<sup>3</sup> [www.circularity-gap.world/2024](http://www.circularity-gap.world/2024)

Ideenaustausch auf unterschiedlichen Ebenen zusehends ergänzt durch die Vorstellung von erfolgreichen Praxisbeispielen.

Darüber hinaus gibt es Verknüpfungen zwischen Aspekten der Circular Economy und den **Nachhaltigkeitszielen der UN** (Abbildung 3). Eine niederländische Untersuchung zeigt, dass die Circular Economy zu 11 der 17 Zielen für eine nachhaltige Entwicklung Beiträge leisten kann (siehe dreieckige Symbole in Abbildung 3).<sup>4</sup>



Developed in collaboration with TROLLBÄCK + COMPANY | TheGlobalGoals@trollback.com | +1 212 529 1010  
For queries on usage, contact: opla@campusprofi.org | Non official translation made by UNISG Brussels (September 2015)

Abbildung 3: Nachhaltigkeitsziele der UN und potentielle Beiträge einer Circular Economy

## Circular Economy im Green Deal der EU

Die europäische Kommission hat bereits im Dezember 2015 den Aktionsplan „Closing the loop – **An EU action plan for the Circular Economy**“ für Circular Economy in der EU veröffentlicht. Der erste Plan enthielt 54 Maßnahmen von der Produktion und dem Verbrauch bis hin zur Abfallbewirtschaftung und einem Markt für Sekundärrohstoffe sowie einen überarbeiteten Legislativvorschlag über Abfälle. In 2019 war dieser Aktionsplan abgeschlossen und die Maßnahmen umgesetzt oder in der Umsetzung. Beispiele der Maßnahmen finden sich in nachfolgender Tabelle 1. Eine vollständige Übersicht zur Umsetzung der Maßnahmen sind in Arbeitsdokumenten der Kommission veröffentlicht.<sup>5</sup>

Im Dezember 2019 wurde der **European Green Deal**<sup>6</sup> und im März 2020 der neue **Circular Economy Action Plan**<sup>7</sup> veröffentlicht. Mit dem **European Green Deal** soll der Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft geschaffen werden, die bis 2050 keine Netto-Treibhausgase mehr ausstößt, ihr

<sup>4</sup> [https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/3228\\_brochure\\_sdg\\_-\\_hch\\_cmyk\\_a4\\_portrait\\_-\\_0520-012.pdf](https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/3228_brochure_sdg_-_hch_cmyk_a4_portrait_-_0520-012.pdf)

<sup>5</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1551871245356&uri=CELEX:52019SC0090>

<sup>6</sup> [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de)

<sup>7</sup> [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en)

Wachstum von der Ressourcennutzung abkoppelt und weder Mensch noch Region zurücklässt. Der **neue Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft** forciert u. a. neue Initiativen entlang des gesamten Lebenszyklus von Produkten, um unsere Wirtschaft zu modernisieren und umzugestalten und gleichzeitig die Umwelt zu schützen. Produkte sollen nachhaltig und langlebig hergestellt werden und Bürgerinnen und Bürger sollen in die Lage versetzt werden, sich an der Circular Economy zu beteiligen und von dem positiven Wandel profitieren.

Tabelle 1: Beispiele für Maßnahmen des ersten Circular Economy Action Plan

Bereiche	Maßnahmen, u. a.
Produktion	Erstellung von Leitfäden für bewährte Praktiken in Rohstoffgewinnungs- und Abfallwirtschaftsplänen, Einbindung von Circular Economy in Dokumente zur besten verfügbaren Technik
Verbrauch	Ermittlung von Möglichkeiten zur Entdeckung gewollter Obsoleszenz, Durchführung von Pilotprojekten zu Produkt-Ökobilanzen, Fitnesschecks für Öko-Labels
Abfallmanagement	Überarbeitung mehrere Richtlinien, Initiativen zur energetischen Nutzung von Abfällen, Identifizierung von guten Beispielen im Bereich Sammelsysteme
Sekundärrohstoffe	Entwicklung von Qualitätsstandards (insbesondere für Kunststoffe) und Mindestanforderungen im Hinblick auf Wassernutzung, Klärung des rechtlichen Rahmens an der Schnittstelle Chemiekalienrecht, Abfallrecht, Boden- und Wasserschutz ...)
Plastik	Strategieentwicklung zu Kunststoffen in der Circular Economy, Reduzierung der Verschmutzung der Meere
Lebensmittelabfälle	Entwicklung von Methoden und Indikatoren zur Messung von Lebensmittelabfällen, Einrichtung einer Stakeholder-Plattform, Klärung des rechtlichen Rahmens an der Schnittstelle Abfall, Nahrungsmittel, Futtermittel
Kritische Rohstoffe	Berichte zu kritischen Rohstoffen für die EU, Informationsaustausch zwischen Herstellern und Recyclern elektronischer Produkte, materialeffizientes Recycling unterschiedlicher Produkte
Bausektor	Erarbeitung von Rückbaurichtlinien, freiwillige Selbstverpflichtung zum Recycling von Bauschutt, Durchführung von Ökobilanzen
Biomasse und bio-basierte Materialien	Identifikation und Darstellung von Best-Practice Beispielen zur Kaskadennutzung, Überarbeitung der Bioökonomie-Strategie unter den Gesichtspunkten der Circular Economy
Innovation und Investment	Erarbeitung von Innovation Deals zur Identifizierung von Barrieren, Projekte im Rahmen der Kohäsionspolitik, Zusammenarbeit mit der Europäischen Investmentbank
Monitoring	Entwicklung von Rahmenbedingung zum dauerhaften Monitoring der Circular Economy

Zur Etablierung einer Circular Economy wurde im Rahmen des europäischen Circular Economy Action Plan des Green Deals die „Circular Cities and Regions Initiative (CCRI)“ gegründet, die lokale und regionale Akteure bei der Umsetzung zirkulärer Lösungen und Strategien unterstützt. Ein Ziel der CCRI ist es, Synergien zwischen Projekten und Initiativen zu erhöhen, relevantes Wissen zu verbreiten und bewährte Verfahren besser sichtbar zu machen. Soll der Wandel zu einer Circular Economy bis zur Mitte des Jahrhunderts gelingen, muss laut CCRI bis etwa 2030 eine größere Zahl an Circular Cities and Regions weltweit entstehen, die jeweils in unterschiedlichen Segmenten aktiv sind und sich komplementär ergänzen.

## Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie in Deutschland

Die Bundesregierung entwickelt derzeit eine nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS), deren Veröffentlichung im Sommer 2024 geplant ist. Mit dieser Strategie sollen Ziele und Maßnahmen zum zirkulären Wirtschaften und zur Ressourcenschonung zusammengeführt werden, um somit einen Rahmen zu schaffen, rohstoffpolitisch relevante Strategien so zusammenzuführen, dass der primäre Rohstoffbedarf absolut gesenkt werden kann.<sup>8</sup> Die Erarbeitung der Strategie wird durch ein Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes und eine umfangreiche Stakeholderbeteiligung begleitet.

In einem breit angelegten Dialogprozess bindet das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz Ideen und Anregungen von Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft, Zivilgesellschaft, Wissenschaft und Verwaltung in die Erarbeitung der Kreislaufwirtschaftsstrategie ein, welche den Weg zu einer zirkulären Wirtschaft aufzeigen soll. Entlang von neun Handlungsfelder (Stoffströme und Sektoren) werden Zielstellungen und Maßnahmen diskutiert:

1. Bekleidung und Textilien
2. Erneuerbare Energieanlagen
3. Fahrzeuge und Batterien
4. Gebäude & Rohstoffe
5. IKT & Elektrogeräte
6. Kunststoffe
7. Metalle
8. Öffentliche Beschaffung
9. Zirkuläre Produktionsprozesse

Dabei sind Dialogforen, Dialogwerkstätten sowie Runde Tische zu den Handlungsfeldern die gewählten Formate, um eine möglichst breite Dialogplattform zu bieten. Laut dem Beschlusspapier der Bundesregierung „Mit Mut gemeinsam Zukunft gestalten“ soll in 2024 die nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie mit verbindlichen und ambitionierten Zielen und geeigneten Maßnahmen bis 2045 als Grundlage für eine Transformation zu einer zirkulären Wertschöpfung verabschiedet werden.<sup>9</sup>

In Niedersachsen werden Anforderungen aus solchen Prozessen in den Niedersächsischen Regierungskommissionen beraten. Diese werden seit 1988 u. a. zu Themengebieten der Vermeidung und Verwertung von Abfällen, Produktverantwortung, Chemikalienpolitik bis hin zur Energie- und Ressourceneffizienz eingesetzt. Dabei zeichnet die Niedersächsischen Regierungskommissionen eine vielseitige

<sup>8</sup> [www.bmuv.de/themen/kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaftsstrategie](http://www.bmuv.de/themen/kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaftsstrategie), <https://dialog-nkws.de/bmuv/de/home>

<sup>9</sup> [www.bundesregierung.de/resource/blob/975274/2227476/92ec0c68692192aa4e88f970bcb2ff7c/2023-10-04-herbstbeschluss-nachhaltige-entwicklung-data.pdf?download=1](http://www.bundesregierung.de/resource/blob/975274/2227476/92ec0c68692192aa4e88f970bcb2ff7c/2023-10-04-herbstbeschluss-nachhaltige-entwicklung-data.pdf?download=1)



Zusammensetzung aus. Vertreterinnen und Vertreter aus Wirtschaft, Gewerkschaften, Umweltverbänden, Kommunalen Spitzenverbänden, Wissenschaft und Verwaltung arbeiten konsensorientiert zusammen und tragen sämtliche Empfehlungen einvernehmlich. Im Sommer 2024 hat die Landesregierung eine neue Regierungskommission eingerichtet. Aufgabe der 9. Regierungskommission und ihrer Arbeitskreise soll es sein, die Kreislaufwirtschaft im Sinne einer Circular Economy in Niedersachsen weiterzuentwickeln und die Landesregierung in den kommenden drei Jahren hinsichtlich ihrer Strategien zu diesem Thema zu beraten. Sie soll in der bewährten Arbeitsweise unter Beteiligung aller relevanter Gruppierungen die folgenden Schwerpunktthemen bearbeiten: Zirkuläres Produktdesign - Entwicklung von ökologischen Kreisläufen, Circular Society - Nachhaltiger Konsum und Umgang mit Produkten, Gewinnung und Einsatz sekundärer Rohstoffe sowie Umwelt- und gesundheitsgefährdende Chemikalien in der Circular Economy.



## Die Circular Region SüdOstNiedersachsen

### Die Region SüdOstNiedersachsen

Die Region „SüdOstNiedersachsen“ zeichnet sich durch langjährige Erfahrungen der Akteure sowie durch vergangene und aktuelle Vorhaben auf den Gebieten der Kreislaufwirtschaft und des Recyclings als Beispielregion für eine Circular Region aus. Basis hierfür sind die historischen Wurzeln der Region im Bergbau, der Metallurgie, der Produktion von Werkstoffen, Bauteilen und Endprodukten etwa im Automobilsektor. Die Nutzung und Umsetzung der Möglichkeiten, die eine Circular Economy bietet, sind aufgrund der vielfältigen Aspekte und der damit verbundenen unterschiedlichen Akteure und Rahmenbedingungen sehr komplex. Eine bessere Vernetzung innerhalb der Region, die Initiierung von Projekten entlang der Wertschöpfungskette und eine bessere Sichtbarkeit und Sensibilisierung des Themas durch Einbindung der Zivilgesellschaft ist für die Schaffung einer gelebten Circular Region wichtig.

Gerade in den letzten Jahren sind durch unterschiedliche Akteure der Region viele Initiativen und Projekte im Bereich der Circular Economy initiiert und begonnen worden (Recyclingcluster REWIMET, Recyclingregion Harz, zirkuläre Batterieproduktion, Reallabor Digitized Circular Economy, Nutzbarmachung anthropogener Lagerstätten, Zukunftsregion u.v.m). In 2022 wurde die Region „SüdOstNiedersachsen“ Mitglied der Circular Cities and Regions Initiative der EU.

Die Umsetzung der Circular Economy kann allerdings nicht ausschließlich auf eine Region begrenzt sein. So ist es z. B. weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll, eine komplette Recycling- oder Entsorgungsinfrastruktur für alle Stoffströme innerhalb einer Region vorzuhalten. Verträge für die Restabfallentsorgung sind bspw. auf lange Dauer und das Gebot der Wirtschaftlichkeit angelegt. Daher werden bestimmte Restabfallmengen auch in Anlagen außerhalb der Region behandelt, andere Abfallströme werden gezielt zur Verwertung in die Region geholt. Der Einsatz von Sekundärrohstoffen in der Produktion erfordert Mengen, die in der Regel nicht innerhalb einer Region alleine abgedeckt bzw. erzeugt werden können. Einzelne Regionen sind somit kein geschlossenes System, sondern stehen in ständigem Austausch über regionale Grenzen hinweg. Welche Möglichkeiten die Umsetzung einer Circular Economy einer Region bietet, ist u. a. abhängig von der Struktur der Region.

Die **Region „SüdOstNiedersachsen“** ist Teil des Amtsbezirks des Amts für regionale Landesentwicklung Braunschweig und erstreckt sich vom Landkreis Gifhorn im Norden bis zum Harz im Süden. Neben den Städten Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg bilden die Landkreise Gifhorn, Goslar, Helmstedt, Peine und Wolfenbüttel die Region.

In der Region SüdOstNiedersachsen leben rund 1,15 Millionen Einwohner auf ca. 5.000 km<sup>2</sup> Fläche, sowohl in städtisch als auch in ländlich geprägten Gebieten. Die **Flächen** der Landkreise und kreisfreien Städte betragen zwischen 193 km<sup>2</sup> in der Stadt Braunschweig und 1.568 km<sup>2</sup> im Landkreis Gifhorn. Die **Anzahl der Einwohner** liegt zwischen 92.340 (LK Helmstedt) und 252.028 (Stadt Braunschweig). Somit variiert auch die **Einwohnerdichte** in der Region von 115 EW/km<sup>2</sup> (LK Gifhorn) bis 1.308 EW/km<sup>2</sup> (Stadt Braunschweig). Die Daten der einzelnen Städte und Landkreise sind in Abbildung 4 und Tabelle 2 aufgeführt. Die Bevölkerungsänderungen werden vom Landesamt für Statistik Niedersachsen auf der Ebene der Landkreise bzw. kreisfreien Städte veröffentlicht.

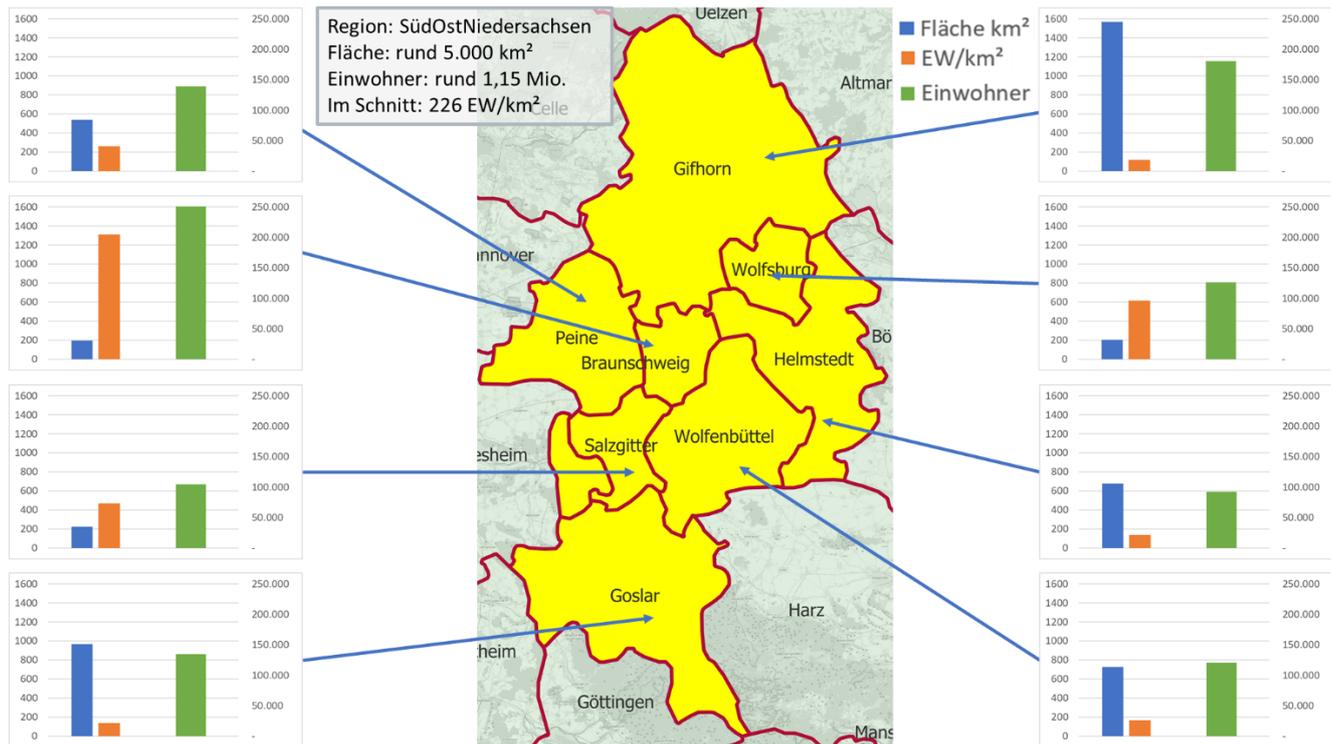


Abbildung 4: Kenndaten der Circular Region SüdOstNiedersachsen

Tabelle 2: Einwohner und Fläche in SüdOstNiedersachsen (Stand: Juni 2023)

Landkreis/Stadt	Bevölkerung (EW) <sup>10</sup>	Fläche (km <sup>2</sup> ) <sup>11</sup>	EW/km <sup>2</sup>
Gifhorn	180.303	1.568	115
Wolfsburg	126.129	205	616
Braunschweig	252.028	193	1.308
Peine	138.875	537	259
Helmstedt	92.340	676	137
Wolfenbüttel	120.545	724	166
Salzgitter	104.694	224	466
Goslar	134.556	967	139

Die **Art der Flächennutzung** variiert je nach Gebiet zwischen den vier Hauptnutzungsarten: Siedlung, Verkehr, Vegetation und Gewässer. Die Daten zur Flächennutzung werden durch das Landesamt für Statistik in einer sehr hohen Detailtiefe als herunterladbare und verarbeitbare Informationen zur Verfügung gestellt und liegen für alle Städte und Landkreise der Region vor. Die Anteile der Hauptnutzungsarten sind in Abbildung 5 für die einzelnen Städte und Landkreise aufgeführt. Bei näherer Betrachtung der Nutzungsarten zeigen sich zum Teil

<sup>10</sup> [www.statistik.niedersachsen.de/startseite/themen/bevoelkerung/bevolkerungsstand\\_einwohnerzahl\\_niedersachsens/bevolkerungsstand-einwohnerzahl-niedersachsens-tabellen-201964.html](http://www.statistik.niedersachsen.de/startseite/themen/bevoelkerung/bevolkerungsstand_einwohnerzahl_niedersachsens/bevolkerungsstand-einwohnerzahl-niedersachsens-tabellen-201964.html)

<sup>11</sup> [www.statistik.niedersachsen.de/flaechenerhebung/flaechenerhebung-nach-art-der-tatsachlichen-nutzung-statistische-berichte-87671.html](http://www.statistik.niedersachsen.de/flaechenerhebung/flaechenerhebung-nach-art-der-tatsachlichen-nutzung-statistische-berichte-87671.html)

große Unterschiede: So hat Salzgitter im Vergleich einen deutlich höheren Anteil an Industrie- und Gewerbeflächen an der Hauptnutzungsart „Siedlung“ (41 % zu 15 – 26 %). Halden, Tagebaue, Gruben oder Steinbrüche kommen hingegen in Städten wie Salzgitter, Wolfsburg und Braunschweig kaum in der Siedlungsfläche vor. In den Landkreisen liegt dieser Anteil zwischen 2 und 16 %. Im Bereich der Hauptnutzungsart „Vegetation“ liegt in allen Landkreisen und Städten außer im Landkreis Goslar der Hauptfokus auf der Landwirtschaft (zwischen 58 % im Landkreis Gifhorn und 86 % im Landkreis Peine). Im Landkreis Goslar ist die Nutzungsart Wald vorherrschend (63 %). Die Hauptnutzungsart „Gewässer“ teilt sich überwiegend zwischen Fließ- und stehenden Gewässern auf. Während die Landkreise Gifhorn und Wolfenbüttel mit 66 % einen höheren Anteil an Fließgewässern haben, machen in Peine (61 %), Salzgitter (69 %) und Goslar (75 %) stehende Gewässer einen höheren Anteil der Hauptnutzungsart „Gewässer“ aus.

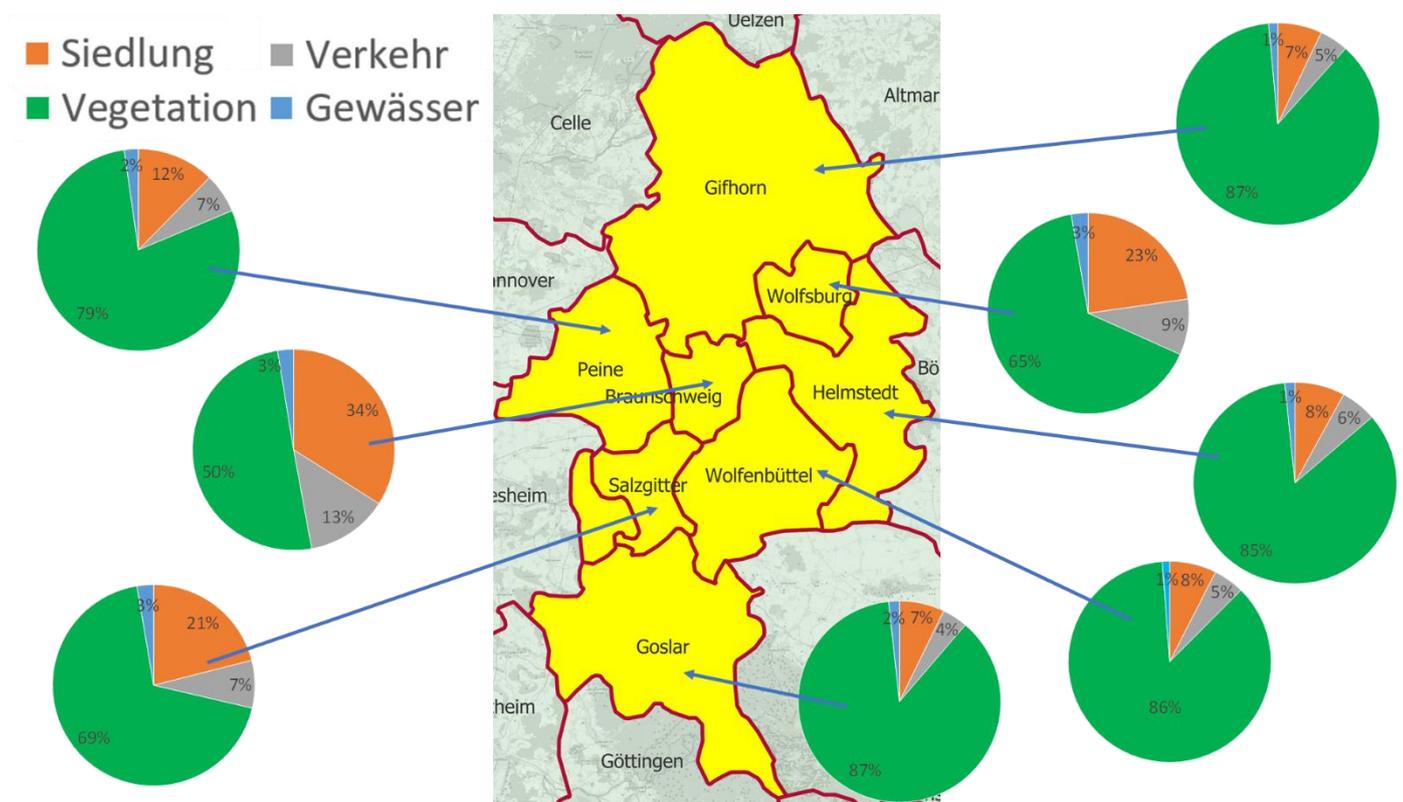


Abbildung 5: Flächennutzung in SüdOstNiedersachsen<sup>12</sup>

Ein Blick in die **wirtschaftlichen Kennzahlen**<sup>13</sup> zeigt, dass die Bruttowertschöpfung in der Region zwischen 59.000 € (z. B. LK Gifhorn, LK Goslar) und fast 140.000 € (Stadt Wolfsburg) pro erwerbstätige Person liegt. Einen hohen Anteil zur Bruttowertschöpfung tragen das produzierende und verarbeitende Gewerbe sowie der Dienstleistungssektor. Relevante Industrien in der Region sind z. B. der Fahrzeugbau, die Bahntechnik, Stahl- und Metallverarbeitende Industrie, Elektronik- und Umwelttechnik sowie die Recyclingunternehmen inklusive der jeweiligen Zulieferer.

<sup>12</sup> [www.statistik.niedersachsen.de/flaechenerhebung/flaechenerhebung-nach-art-der-tatsachlichen-nutzung-statistische-berichte-87671.html](http://www.statistik.niedersachsen.de/flaechenerhebung/flaechenerhebung-nach-art-der-tatsachlichen-nutzung-statistische-berichte-87671.html)

<sup>13</sup> [www.regionalmonitoring-statistik.niedersachsen.de/](http://www.regionalmonitoring-statistik.niedersachsen.de/)

Die **Beschäftigungsquote** (15-65 Jährige) betrug 2022 zwischen 60,2 % im Landkreis Goslar und 67,1 % in der Stadt Wolfsburg. Die **Arbeitslosenquote** lag in 2022 zwischen 4,4 % im Landkreis Gifhorn und 9,2 % in der Stadt Salzgitter. Ein Blick auf die **Art des Abschlusses** der Beschäftigten zeigt, dass im landesweiten Vergleich ein hoher Anteil an Beschäftigten mit akademischem Abschluss in der Region vorliegt, insbesondere in der Stadt Braunschweig.

Ein **Schlüssel** im Bereich neuer zirkulärer Geschäftsmodelle **ist die Digitalisierung**. So werden bspw. im Reallabor Digitized Circular Economy (siehe Abschnitt „Reallabor Digitized Circular Economy“) neue Ansätze, z. B. für eine bedarfsorientierte Sammlung oder Sharing-Modelle, mit Partnern aus den Kommunen und der Zivilgesellschaft erprobt. Voraussetzung für eine flächendeckende Umsetzung digitaler Angebote ist eine entsprechende Breitband- und Mobilfunkinfrastruktur. Die Festnetzverfügbarkeit in der Region schwankt zwischen 88,01 % und 98,70 % im Bereich 30 Mbit/s und sinkt auf eine Verfügbarkeit zwischen 56,6 % und 93,3 % bei 1.000 Mbit/s. Im Glasfaserbereich ist der Schwankungsbereich mit 1,02 % bis 76,29 % wesentlich höher.<sup>14</sup> Im Mobilfunkbereich weist der Mobilfunkatlas Niedersachsen<sup>15</sup> Funklöcher im Landkreis Goslar, sowie an der Landkreisgrenze Wolfenbüttel-Helmstedt und in den westlichen Bereichen der Landkreise Wolfenbüttel und Salzgitter aus.

Eine Schlüsselrolle bei der Wissensvermittlung und Etablierung der Circular Economy innerhalb der Region spielen vor allem die Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften. Bereits heute ist der Verbund niedersächsischer Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen – und hier insbesondere innerhalb der Region SüdOstNiedersachsen – im Bereich der **Forschung und Innovation** von der Grundlagenforschung bis zum Technologietransfer auf dem Gebiet des Recyclings stark aufgestellt und profitiert durch eine enge Zusammenarbeit mit niedersächsischen Unternehmen. Von den 22 FuE-Einrichtungen (FuE: Forschung und Entwicklung), welche in den Städten Braunschweig und Wolfsburg sowie den Landkreisen Goslar und Wolfenbüttel ansässig sind und z. T. auch in diesen Bereichen Bildungseinrichtungen sind (Hochschulen), haben 18 Aktivitäten im Bereich der Circular Economy. Die FuE-Einrichtungen repräsentieren dabei alle Formen des niedersächsischen Wissenschaftssystems: Universitäten, Hochschulen für angewandte Wissenschaften, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie Forschungseinrichtungen des Landes und des Bundes. Eine inhaltliche Übersicht zeigt Tabelle 3. In Abbildung 6 sind die Standorte in der Region dargestellt (Stand November 2023). Zu den genannten Einrichtungen kommen zusätzlich noch eine Reihe an weiteren hochschulinternen Forschungszentren (CUTEC, EST, CZM, NiFaR) hinzu. Zudem wird derzeit im Landkreis Helmstedt das Innovationszentrum HELMIZ als Projekt der Fraunhofer-Institute IST und IKTS in enger Kooperation mit der Wirtschaftsregion Helmstedt GmbH und in Zusammenarbeit mit regionalen Partnern aus der Wirtschaft, Wissenschaft und Politik aufgebaut.

<sup>14</sup> <https://bmdv.bund.de/DE/Themen/Digitales/Breitbandausbau/Potenzialanalyse/potenzialanalyse.html>

<sup>15</sup> <https://www.bznb.de/atlantent/>

Tabelle 3: FuE-Einrichtungen in SüdOstNiedersachsen und deren Bezug zur Circular Economy

Institution	Art Einrichtung <sup>16</sup>	Aktivitäten im Bereich der CE
TU Clausthal	Universität	Ja
TU Braunschweig	Universität	Ja
Fraunhofer IST	AUF - Fraunhofer	Ja
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften	HAW	Ja
Center for Digital Technologies DIGIT	HüF	Ja
Fraunhofer HHI	AUF - Fraunhofer	Ja
Open Hybrid LabFactory e.V.	HüF	Ja
BatteryLabFactory Braunschweig	HüF	Ja
Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik	HüF	Ja
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	Forschungszentrum des Bundes	Ja
Physikalisch-Technische Bundesanstalt	Forschungseinrichtung des Bundes	Ja
August-Wilhelm Scheer Institut (AWSI)	Forschungseinrichtung	Ja
Energie-Forschungszentrum Niedersachsen	HüF	Ja
Fraunhofer WKI	AUF - Fraunhofer	Ja
Fraunhofer ZESS	AUF - Fraunhofer	Ja
Hochschule für bildende Künste Braunschweig	Künstlerische Hochschule	Ja
Helmholtz Zentrum für Infektionsforschung	AUF - Helmholtz	Nein
Fraunhofer IFAM	AUF - Fraunhofer	Ja
Lessing-Akademie e.V.	Wissenschaftliche Vereinigung	Nein
Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft (BWG)	Forschungseinrichtung des Landes	Nein
Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel	Forschungseinrichtung des Landes	Nein
Johann Heinrich von Thünen-Institut	Forschungseinrichtung des Bundes	Ja

<sup>16</sup> Abkürzungen: AUF: außeruniversitäre Forschungseinrichtung, HAW: Hochschule für Angewandte Wissenschaften, HüF: Hochschulübergreifendes Forschungszentrum

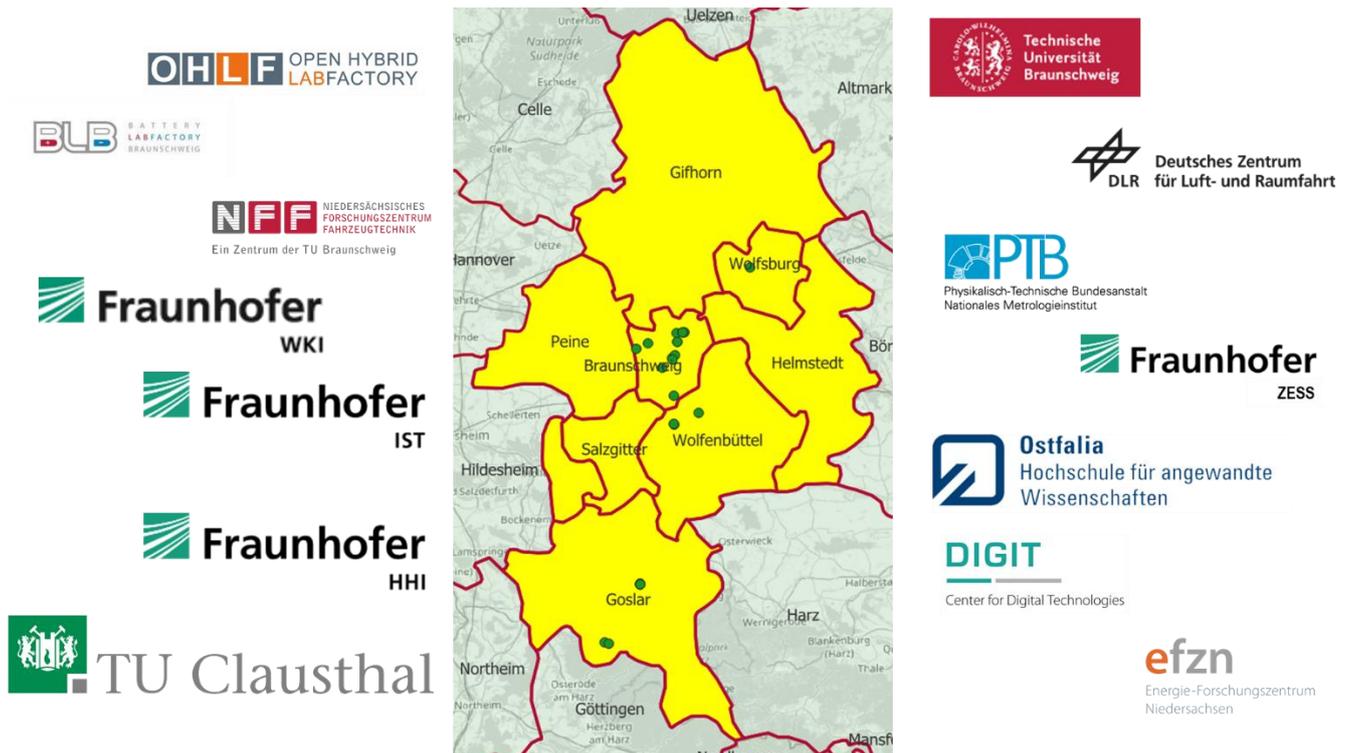


Abbildung 6: FuE-Einrichtungen in der Region

Entscheidend für die **innovative Entwicklung in der Region** ist aber nicht nur die Forschung, sondern auch der Technologietransfer, damit die Ergebnisse der Forschung in die Umsetzung gelangen. Ein Weg zur Umsetzung ist die gemeinsame Forschung in **Kooperationsprojekten mit regionalen Wirtschaftspartnern**. Eine Auswertung des Förderportals des Bundes ergab rund 400 laufende Vorhaben in der Region, von denen mehr als 1/3 einen Bezug zur Circular Economy aufweisen. Diese Vorhaben werden ergänzt durch Projekte, welche durch die EU- (z. B. Förderungen durch das Programm HorizonEurope) oder das Land Niedersachsen gefördert werden, sowie durch direkte Forschungsaufträge der Industrie.

Ein weiterer Weg Entwicklungen in die Praxis zu bringen sind Gründungen (sog. Start-Ups), welche durch eine **offene Innovationscommunity** gefördert werden. Die Gründungsphase von Start-Ups bzw. die Umsetzung von innovativen Ideen wird durch die Wirtschaftsförderungen der Landkreise und Städte unterstützt. Hierzu haben die Landkreise, Städte und Kommunen, eigene Gesellschaften gegründet. Diese Angebote werden gerade in jüngster Zeit durch **Gründerzentren und Co-Working-Spaces** verstärkt. Co-Working-Spaces stellen je nach Ort Besprechungsräume, Tagesarbeitsplätze oder feste Büroplätze mit entsprechender Ausstattung zur Verfügung. Gründerzentren sind Einrichtungen zur Unterstützung technologieorientierter und innovativer Neugründungen. Je nach Ausstattung bieten Gründerzentren auch Labor- und Technikumsflächen an. In SüdOstNiedersachsen gibt es aktuell mindestens 21 dieser Angebote.

Die Innovationszentrum Niedersachsen GmbH (<https://startup.nds.de/startup-map/>) listet 83 Start-Ups in der Region (02/2024). Die mit Abstand meisten Start-Ups sind in Braunschweig verzeichnet, gefolgt von Goslar und Wolfenbüttel. Diese Informationen wurden durch weitere Angaben ergänzt, z. B. durch die geförderten Initiativen des High-Tech-Inkubators Digitized GreenTech. Zwölf dieser gelisteten **Start-Ups haben einen Bezug zur Circular Economy** (orange).

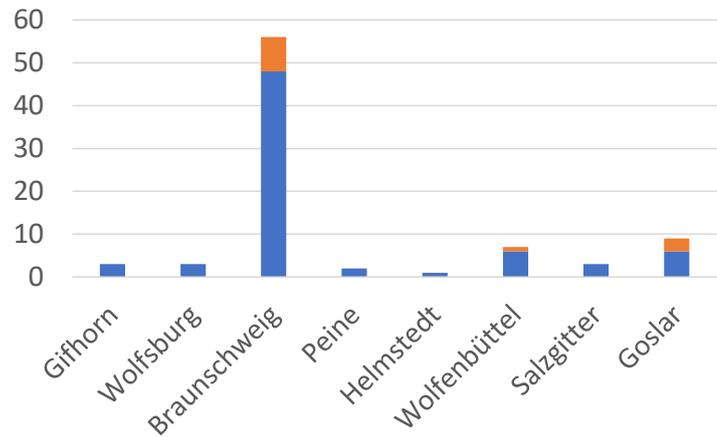


Abbildung 7: Start-Ups in der Region

## Die Basis für die Entwicklung einer Circular Economy: Die klassische Kreislaufwirtschaft in der Region

Die Landkreise und kreisfreien Städte sind die **öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger** (örE) der Region. Die öffentlich-rechtliche Abfallentsorgung wird von den Landkreisen und den Städten Braunschweig, Wolfsburg und Salzgitter unterschiedlich organisiert. So haben z. B. der Landkreis Peine und die Stadt Wolfsburg für die Erfüllung der Aufgaben eigene kommunale Anstalten gegründet. Die Stadt Salzgitter sowie die Landkreise Goslar und Wolfenbüttel haben die Aufgaben über Eigenbetriebe organisiert. Die Stadt Braunschweig hat die Erfüllung der Aufgaben umfassend auf Dritte übertragen. Zu den Aufgaben der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger zählen u.a.

- Ordnungsgemäße und schadlose Verwertung oder gemeinwohlverträgliche Beseitigung der angefallenen und überlassenen Abfälle aus privaten Haushalten
- Entsorgung von gefährlichen Abfällen aus privaten Haushaltungen und Kleinmengen aus Betrieben
- Aufstellung und Fortschreibung von Abfallwirtschaftskonzepten und -bilanzen
- Unterstützung der Vermeidung von Abfällen

Weiterführende Informationen zur Ausgestaltung der Erfassungs-, Verwertungs- und sonstigen Entsorgungspflichten sind im Abfallwirtschaftsplan Niedersachsen, Teilplan Siedlungsabfälle und nicht gefährliche Abfälle aufgeführt.<sup>17</sup> Dieser wird ergänzt durch den Teilplan „Technische Ergänzung“, welcher aufgestellt wurde, da Ende 2018 die EU durch Änderung der Abfallrahmenrichtlinie zusätzliche Anforderungen (in Form von weiteren Mindestanforderungen) an die Abfallwirtschaftspläne vorgegeben hat.

Informationen über die einzelnen Stoffströme sind unter anderem aus den jährlichen Abfallbilanzen der örE zu entnehmen. Die Abfallbilanzen geben Auskunft über die Art, Herkunft und Masse der im Rahmen der öffentlichen Entsorgung erfassten Abfälle sowie deren Entsorgung, insbesondere ob diese verwertet, recycelt oder beseitigt wurden. Stoffströme, welche hierüber nicht erfasst werden, sind Stoffströme, die eigenverantwortlich über gewerbliche Entsorger verwertet oder beseitigt werden bzw. Stoffströme, deren Anfall als Abfall vermieden wird (Second-Use). In Abbildung 8 sind beispielhaft die Mengen (in Tonnen und kg/EW) der Abfallarten Hausmüll, Sperrmüll, Verpackungsabfall (duale Systeme), Bioabfall und Altpapier der Landkreise und Städte dargestellt. Einen weitergehenden Überblick bietet die Niedersächsische Abfallbilanz.<sup>18</sup>

Für das Gesamtbild wären darüber hinaus für einzelne relevante Stoffströme (z. B. kritische und strategische Metalle) ähnliche Informationen zu den Verwertungswegen sowie zu den Recyklateinsatzquoten hilfreich. Diese sollen in Zukunft nach Möglichkeit durch individuelle Erhebungen ergänzt werden.

Es zeichnet sich aber bereits in den letzten Jahren ab, dass sich für bestimmte Teilströme neue Nutzungs- sowie Verwertungskonzepte ergeben, welche Einfluss auf die Mengen, die langfristige Verfügbarkeit dieser Teilströme und die aktuellen Behandlungswege haben könnten.

<sup>17</sup> [www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/abfall/bilanzen\\_amp\\_plane/abfallwirtschaftsplan/niedersaechsischer-abfallwirtschaftsplan-94709.html](http://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/abfall/bilanzen_amp_plane/abfallwirtschaftsplan/niedersaechsischer-abfallwirtschaftsplan-94709.html)

<sup>18</sup> [www.statistik.niedersachsen.de/themen/abfallwirtschaft-niedersachsen/abfallwirtschaft-in-niedersachsen-statistische-berichte-178917.html](http://www.statistik.niedersachsen.de/themen/abfallwirtschaft-niedersachsen/abfallwirtschaft-in-niedersachsen-statistische-berichte-178917.html)



Abbildung 8: Stoffströme der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger links [t], rechts [EW/kg]



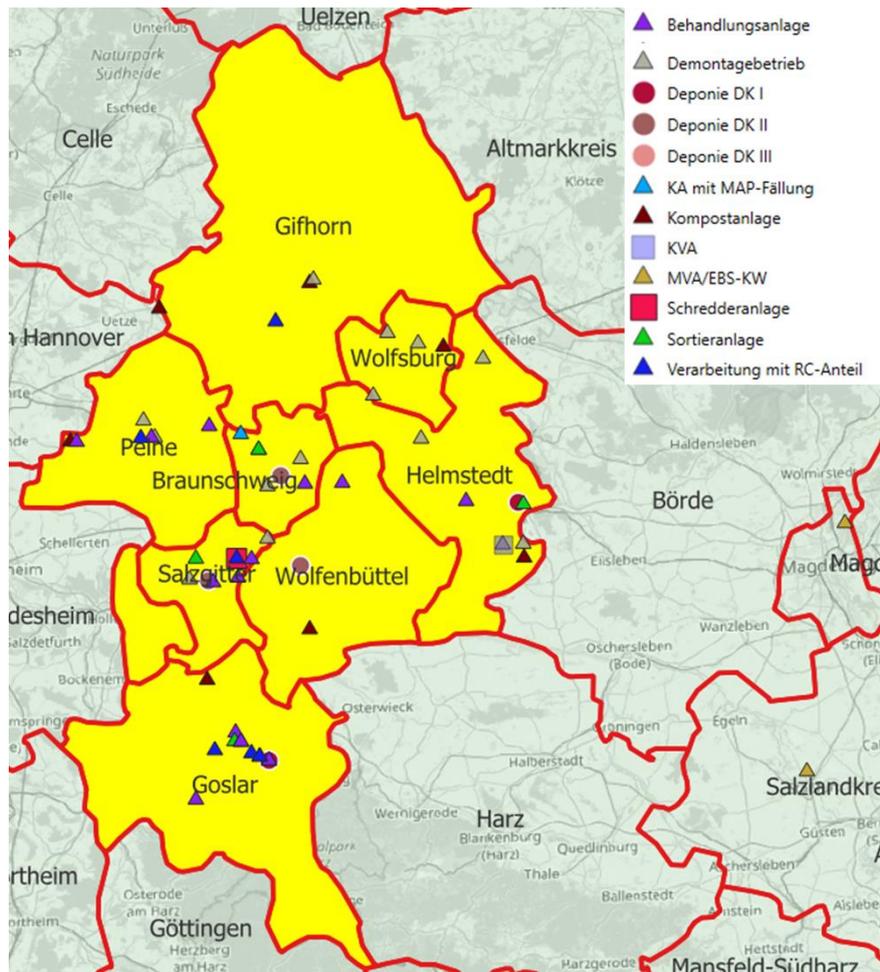


Abbildung 10: Anlagenstandorte nach Typ (DK: Deponieklasse, KA: Kläranlage, MAP: Magnesiumammoniumphosphat, KVA: Klärschlammverbrennungsanlage, MVA: Müllverbrennungsanlage, EBS-KW: Ersatzbrennstoff-Kraftwerk, RC: Recyclingrohstoff)

## Beispiele besonderer Entwicklungen in der Region SüdOstNiedersachsen

Neben den allgemein üblichen Entsorgungsstrukturen gibt es in der Region SüdOstNiedersachsen eine Reihe wichtiger Aktivitäten, die Alleinstellungsmerkmale darstellen und sich u. a. aus der langjährigen Bergbau- und Rohstoffindustriegeschichte der Region im Bereich des Recyclings entwickelt haben. Einige dieser Aktivitäten sollen beispielhaft vorgestellt werden.

### Beispiel I: Recycling von Elektro- und Elektronikaltgeräten

In der Nähe einer der reichsten Buntmetallagerstätten (Rammelsberg, Goslar) der Vergangenheit hat sich seit Anfang der 1990er Jahre eine der größten und modernsten Anlagen für die Gewinnung von Buntmetallen aus einer der reichsten Sekundärrohstoffquellen entwickelt: den **Elektro- und Elektronikaltgeräten**. Elektro- und Elektronikaltgeräte sind der am schnellsten wachsende Abfallstrom in der EU und enthalten als Wertstoffe unterschiedliche Metalle und Kunststoffe, die nach einem entsprechenden Recycling dem Wertstoffkreislauf wieder zugeführt werden. Die Electroycling GmbH ist ein Recyclingunternehmen mit Sitz im Bad Harzburger Stadtteil Harlingerode im Landkreis Goslar, Niedersachsen und ist auf die Verwertung von Elektronikschrott zu Sekundärrohstoffen spezialisiert. Die Wurzeln der Firma lagen Anfang der 1990er Jahre in einem internen FuE-Projekt zur Aufbereitung von Elektronikschrott der Firma „Preussag AG Metall“. 1994 und 1995 folgten der Bau

und die Inbetriebnahme der Recyclinganlage sowie die Firmengründung. Beginnend mit einer verwerteten Abfallmenge von ca. 1.000 t im Monat, hat sich das Unternehmen kontinuierlich weiterentwickelt und verfügt heute über eine Anlagenkapazität von 80.000 t im Jahr und verwertet rund 5.000 t Elektroaltgeräte pro Monat.<sup>19</sup>

Entscheidend für das Recycling ist, dass die Elektroaltgeräte entsprechenden Anlagen ordnungsgemäß zugeführt werden. Nur Materialien, die dort ankommen, können recycelt und dem Wertstoffkreislauf wieder zugeführt werden. Somit können Primärrohstoffe, deren Abbau in der Regel mit höheren Umweltbeeinträchtigungen einhergehen und deren Gewinnung und Verarbeitung zu großen Anteilen außerhalb Europas stattfindet, substituiert werden. In Deutschland werden seit Jahren die Ziele der EU bezüglich der Sammelquote für Elektro- und Elektronikgeräte nicht erreicht. Diese beträgt seit 2019 mindestens 65 % des gemittelten Gesamtgewichts der in den drei Vorjahren in Verkehr gebrachten Elektro- und Elektronikgeräte (Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte) und sank 2021 in Deutschland abermals auf 38,6 %.<sup>20</sup>

Nach der Sammlung und Anlieferung von Elektroaltgeräten in entsprechenden Anlagen, wie bspw. in der oben genannten Firma Electrocyling GmbH, startet der Recyclingprozess mit der Annahme und der Sortierung der Geräte. Funktionsfähige Geräte oder einzelne Bestandteile die zur Wiederverwendung bzw. als Ersatzteile geeignet sind, werden überprüft, gereinigt und verpackt. Geräte, die Schad- und Störstoffe (Batterien, Kondensatoren, quecksilberhaltige Bauteile) enthalten, werden in einem ersten Schritt zerlegt und von diesen Stoffen getrennt und für die mechanische Aufbereitung vorbereitet.

In der mechanischen Aufbereitung erfolgt eine mehrstufige Zerkleinerung und Sortierung. Dabei werden bei der eingesetzten Verfahrenstechnik unterschiedliche Materialeigenschaften und Korngrößen genutzt, um marktfähige Sekundärrohstoffe, u. a. Eisen-, Aluminium-, Edelstahl-, Zink- und Kupferkonzentrate zu erzeugen. Diese Fraktionen werden den entsprechenden Metallhütten zugeführt. Verwertbare, aussortierte Kunststofffraktionen werden für die weitere Aufbereitung an Kunststoffverarbeiter abgegeben. Stofflich nicht verwertbare Reststoffe werden der energetischen Verwertung zugeführt.<sup>18</sup>

Im Hinblick auf die Erhöhung der Sammelquoten für Elektroaltgeräte aber auch zur Verlängerung der Nutzungsphase von Geräten nach Ende der „first use“-Phase sind in den letzten Jahren in Zusammenarbeit mit vielen Partnern der Region weitere Initiativen gestartet worden. Die Kreiswirtschaftsbetriebe Goslar haben in Zusammenarbeit mit der TU Clausthal neue Sammelsysteme für Elektrogeräte getestet, der MediaMarkt in Goslar kooperiert mit einem Reparaturbetrieb und ein neues Start-Up hat sich aus der TU Clausthal heraus mit der Entwicklung einer App für Nutzer zur gezielten Lenkung von Geräten in Richtung Reuse, Repair, Refurbishment und Recycling gegründet.

### **Beispiel II: Metallrecycling bei der Produktion von Wolframpulvern und der Eisen- und Stahlproduktion**

Heute ist das **Recycling von Wolframschrotten** von zentraler Bedeutung für die H.C. Starck Tungsten GmbH am Standort Goslar. Die Grundlage hierfür wurde bereits in den 1930er Jahren mit der ersten Verarbeitung von Hartmetallschrotten geschaffen. Die Produkte Wolframchemikalien, Wolframmetallpulver und Wolframcarbide werden hauptsächlich aus Sekundärrohstoffen für unterschiedliche Anwendungen und Industriezweige hergestellt. Entstehende Nebenprodukte, wie z. B. Kobalt- und Tantal-enthaltende Schlämme werden an weitere Unternehmen abgegeben und dort zu neuen Produkten umgearbeitet oder als Rohstoffe in der Stahlindustrie eingesetzt. Bereits im Jahr 2017 wurde die Einsatzquote von Sekundärrohstoffen

<sup>19</sup> [www.electrocyling.de/unternehmen/geschichte-und-meilensteine](http://www.electrocyling.de/unternehmen/geschichte-und-meilensteine)

<sup>20</sup> [www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/elektro-elektronikaltgeraete#wo-steht-deutschland](http://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/elektro-elektronikaltgeraete#wo-steht-deutschland)

(Recyclateinsatzquote) bei der Produktion von Wolframprodukten bei der H.C. Starck Tungsten GmbH auf rund 80% gesteigert. Im Vergleich hierzu lag die Quote 2016 weltweit bei lediglich ca. 35%. Zur Erzielung dieser hohen Einsatzquoten wurde ein geschlossener Produktkreislauf (Closed-loop) auf verschiedenen Ebenen geschlossen (Abbildung 11).<sup>21</sup>



Abbildung 11: Erläuterung des Closed-Loops bei H. C. Starck Tungsten GmbH<sup>20</sup>

Auch bei den Unternehmen der Salzgitter AG werden in der **Stahlerzeugung** Sekundärrohstoffe eingesetzt. In den Konvertern der Salzgitter Flachstahl GmbH, Salzgitter werden Schrotte als Kühlschrotte und Auflegierungsmittel eingesetzt.<sup>22</sup> Bei der Peiner Träger GmbH, Peine werden im Elektrostahlwerk rund eine Millionen Tonnen Rohstahl pro Jahr aus Stahlschrott produziert. Die Schrottreyclingaktivitäten, welche ebenfalls Closed-Loop-Ansätze verfolgen, finden durch die Deutsche Erz- und Metall-Union GmbH (DEUMU), Salzgitter statt. Hier ist aktuell eine neue Shredderanlage im Aufbau. Derzeit befindet sich auch die Stahlerzeugung in einem Transformationsprozess auf dem Weg zu einer zirkulären Wirtschaft.

Wie die aufgeführten Beispiele verdeutlichen, haben die Recyclingkompetenzen in der Region eine langjährige Entwicklungsgeschichte. Bereits 2011 hat sich ein Netzwerk bestehend aus Unternehmen, wissenschaftlich arbeitenden Institutionen und Gebietskörperschaften gegründet. Das **Recycling-Cluster wirtschaftsstrategischer Metalle REWIMET e. V.** fördert Wissenschaft und Forschung zur Entwicklung neuer Recyclingstrategien und -verfahren bis zur industriellen Umsetzung. Der Verein unterstützt die Ziele des Green Deal der EU und der Rohstoffstrategie 2020 der deutschen Bundesregierung zum Klima- und Umweltschutz. Die 38 Mitglieder des Vereins verarbeiten jährlich rund fünf Millionen Tonnen Abfälle und beschäftigen ca. 44.000 Menschen.<sup>23</sup> Alle zwei Jahre organisiert der Verein das REWIMET-Symposium zu aktuellen Entwicklungen im Recyclingbereich. Alternierend dazu wird ebenfalls alle zwei Jahre das Innovationsforum Recyclingregion Harz vom REWIMET e.V. ausgerichtet.

<sup>21</sup> [www.hcstarck.com/wp-content/uploads/2023/12/Umwelterklärung-H.C.-Starck-Tungsten-GmbH\\_2023.pdf](http://www.hcstarck.com/wp-content/uploads/2023/12/Umwelterklärung-H.C.-Starck-Tungsten-GmbH_2023.pdf)

<sup>22</sup> [www.salzgitter-ag.com/fileadmin/footage/MEDIA/presse/szag\\_perspektiven\\_und\\_verantwortung/pageflip/Verantwortung-und-Perspektiven.html#p=8](http://www.salzgitter-ag.com/fileadmin/footage/MEDIA/presse/szag_perspektiven_und_verantwortung/pageflip/Verantwortung-und-Perspektiven.html#p=8)

<sup>23</sup> <https://www.rewimet.de/>

## Circular Economy vernetzt die Region

### Akteure in der Region

Circular Economy findet überall statt! Somit sind auch aus unterschiedlichen Bereichen Akteure in die Circular Economy involviert. Abbildung 12 zeigt die Akteursgruppen der Region, welche in einer Akteursanalyse detaillierter untersucht worden sind und im Folgenden näher beschrieben werden.

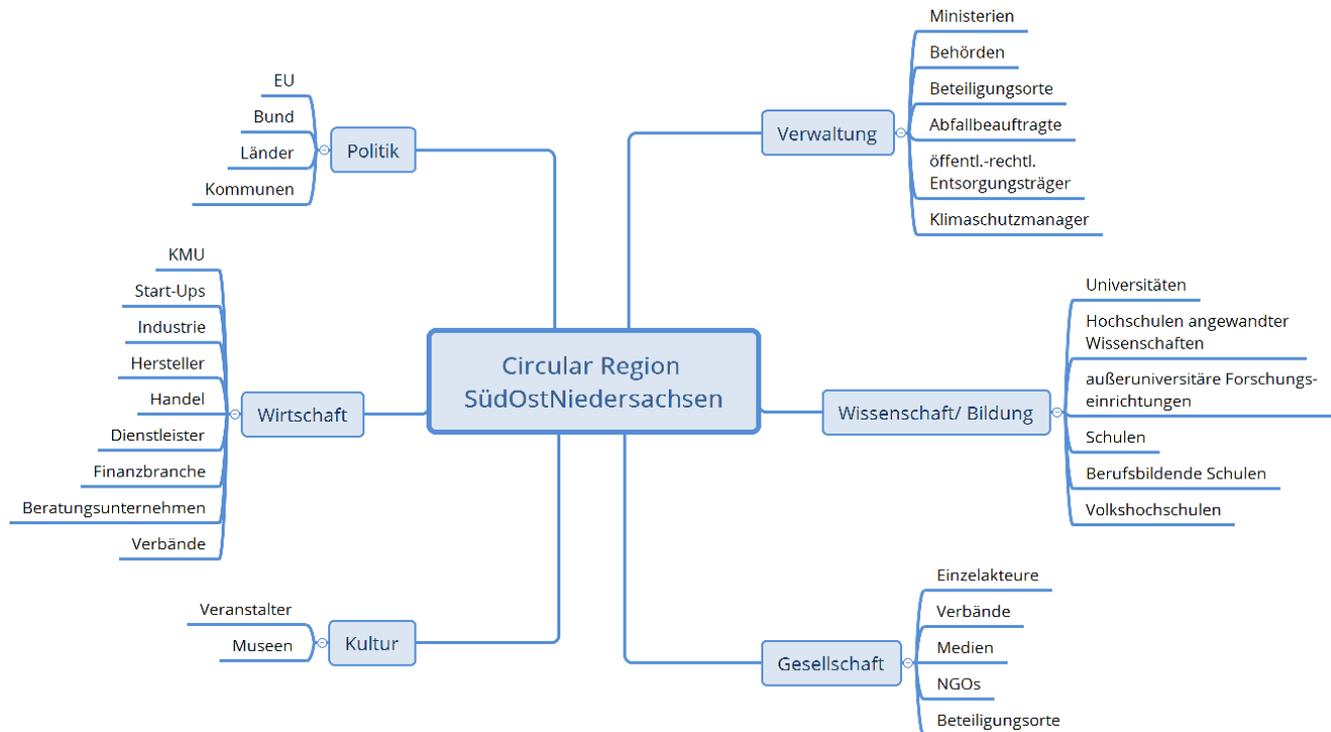


Abbildung 12: Akteursgruppen der Circular Economy

### Wissenschaft

Die **wissenschaftlichen Akteure** an Universitäten, Hochschulen für angewandte Wissenschaften und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in der Region SüdOstNiedersachsen sind bereits seit vielen Jahren über mehrere Verbundprojekte miteinander vernetzt.

Auch deutschlandweite interdisziplinäre Kooperationen werden aus der Region geführt. So wurde beispielsweise im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten überregionalen und fachübergreifenden Programms das "Interdisziplinäre Kolleg im Förderschwerpunkt "Besser wirtschaften und leben in Kreisläufen - Transformationspotentiale der Kreislaufwirtschaft" (DBU-Projekt AZ 37682/01) eingerichtet, das maßgeblich von der TU Clausthal getragen wird. Entsprechende Erfahrungswerte fließen in die weitere Entwicklung der Circular Region ein.

Der Zusammenschluss der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen (TU Braunschweig, TU Clausthal, Ostfalia Hochschule, Fraunhofer IST) hat unter Einbindung weiterer Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft der Region im Jahre 2023 das BMBF-geförderte Projekt KREIS (Circular Economy menschengerecht gestalten) gestartet, welches, koordiniert durch die TU Braunschweig, seinen Schwerpunkt in der Optimierung der Schnittstelle „Einführung neuer Technologien und Entwicklungen der Arbeitswelt in der Circular Economy“ hat.

## Wirtschaft

Die **Wirtschaftsakteure** stellen den größten Anteil an Akteuren in der Region. Zwischen Wissenschaft und Wirtschaft besteht an den Forschungsstandorten ein gutes und langjähriges Netzwerk durch gemeinsame öffentlich geförderte Forschungsprojekte oder bilaterale Auftragsforschung. Darüber hinaus ist die Wirtschaft untereinander über eigene Netzwerke verbunden. Ein Netzwerk mit Bezug zur Circular Economy, welches Akteure der ganzen Region abdeckt, ist das Recyclingcluster Wirtschaftsstrategischer Metalle e.V. (REWIMET). Ein Beispiel für lokale Netzwerke ist das Wirtschaftsnetzwerk proGoslar e.V.. Dieses hat in 2023 seine jährliche Veranstaltung auf das Thema Circular Economy ausgerichtet.

## Politik und Verwaltung

Zusammengenommen bilden die **Akteure der Politik und Verwaltung** derzeit die zweitgrößte Gruppe an Akteuren. In einem interministeriellen Austausch zwischen den niedersächsischen Ministerien

- für Umwelt, Energie und Klimaschutz,
- für Wissenschaft und Kultur,
- für Wirtschaft, Verkehr, Bauen und Digitalisierung und
- für Bundes- und Europaangelegenheiten und Regionale Entwicklung

wurde über Circular Economy diskutiert. In 2023 haben zwei Austauschrunden zusammen mit den Staatssekretärinnen und Staatssekretären der Ministerien, Wissenschaftsvertreterinnen und -vertretern (Universitäten, Forschungszentren) und dem Amt für regionale Landesentwicklung stattgefunden.

Im Bereich der Verwaltung ist eine Schnittstelle zur Circular Economy das Netzwerk der Klimaschutzmanager. Im Landkreis Goslar sind diese u. a. über die Energie Ressourcen Agentur vernetzt. Auf Ebene der Landräte und Landrätinnen sowie der Bürgermeister und Bürgermeisterinnen erfolgt u. a. ein Austausch im Steuerungskreis der Zukunftsregion SüdOstNiedersachsen. Ein Handlungsfeld der Zukunftsregion ist die „CO<sub>2</sub>-arme Gesellschaft und Kreislaufwirtschaft“.

Mit dem Verband kommunaler Unternehmen (VKU) hat der Aufbau eines Austauschformats begonnen, um die mit der Entsorgung beauftragten kommunalen Unternehmen der Region auch über den Verband einzubinden.

## Kultur und Zivilgesellschaft

Die kleinste Akteursgruppe stellt derzeit der Bereich der **Kultur und Gesellschaft**. Über Beteiligungsorte und deren Angebote wie dem TrafoHub in Braunschweig, dem MachMit!Haus in Goslar oder der NewKammer in Seesen ist die Entwicklung einer nachhaltigeren Kreislaufwirtschaft in der Region vorgestellt worden. Ehrenamtlich strukturierte Initiativen bzw. Sozialunternehmen sind in diesem Bereich wichtige Akteure. Beispiele mit Bezug zur Circular Economy sind das Digitale Kompetenznetzwerk Goslar, die Goslarschen Höfe-Integrationsbetrieb gGmbH oder die Schatzkiste in Seesen. Eine Vernetzung von Einzelakteuren findet z. B. über die Suniversum Lokalgruppe Landkreis Goslar statt. Weitere gesellschaftliche Akteure sind u. a. der NABU, der BUND, die Energieagenturen, die Foodsharing Initiative und Akteure von Fridays for Future. Im kulturellen Bereich sind die Bergwerksmuseen im Harz (z. B. Weltkulturerbe Erzbergwerk Rammelsberg Goslar GmbH, Grube Samson), aber auch die Autostadt in Wolfsburg relevante Akteure, die einen Bezug zur Circular Economy haben.

## Netzwerke vernetzen

Circular Economy ist ein breites Feld, welches in Gänze oder in Teilaspekten auch in anderen organisierten Netzwerken (Projekte, Initiativen, Vereine) umgesetzt wird. In den letzten zwei Jahren sind bestehende Kontakte zu bereits vorhandenen Netzwerken intensiviert und neue Kontakte zu weiteren Netzwerken geknüpft worden. Die Netzwerke unterscheiden sich nach ihrer geografischen Reichweite (lokal bis global), ihren Inhalten (Recycling, Nachhaltigkeit...), ihrer Organisationsform und ihrer Zielgruppe (Zivilgesellschaft, Unternehmen, Kommunen, ... offen für alle, beschränkt auf Mitglieder). In Abbildung 13 sind Beispiele für wesentliche Netzwerke nach ihrer geografischen Reichweite dargestellt: lokale Netzwerke in der Region SüdOstNiedersachsen, ähnliche Netzwerke in anderen Regionen, Netzwerke auf Bundes- und EU-Ebene.

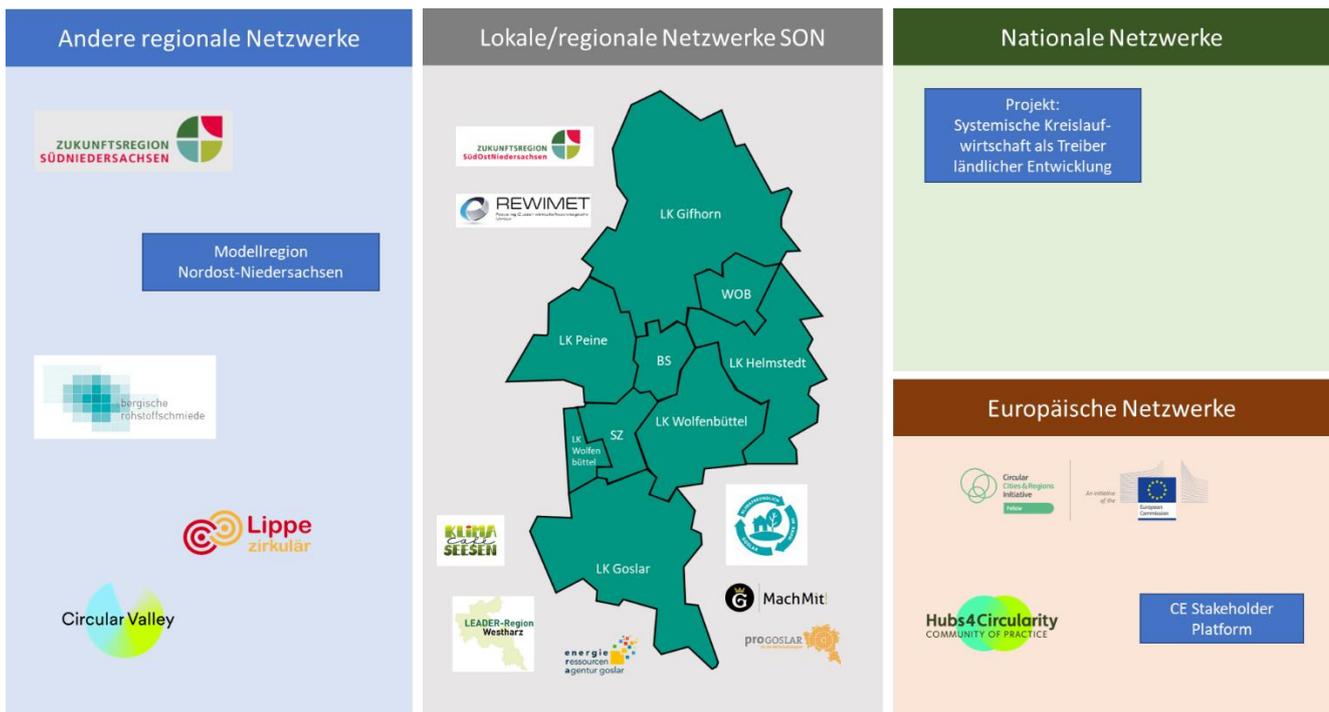


Abbildung 13: Netzwerke mit Bezug zur Circular Economy

## Circular Economy: Thema bei Veranstaltungen in der Region

Insbesondere zur Ansprache interessierter Akteure mit einem Hauptaugenmerk auf die Zivilgesellschaft wurde die Zusammenarbeit mit entsprechenden Beteiligungsorten bzw. Teilnehmernetzwerken intensiviert. Formate zur Ansprache sind z. B.

- Mitaussteller auf themenoffenen (z. B. Stadtfeste) oder thematisch-fokussierten (z. B. Markt der Nachhaltigkeit) Ausstellungen,
- Teilnahme an Diskussionsrunde,
- Vorträge bei Konferenzen oder Workshops.

Die Suniversum Lokalgruppe Landkreis Goslar hat erstmalig 2022 einen **Markt der Nachhaltigkeit** im Kreishaus in Goslar veranstaltet. In diesem Rahmen wurde das Thema *Circular Economy in der Region* an einem Stand (Exponate und Film „Der Weg eines Smartphones“) und durch einen Vortrag „Auf dem Weg zu einer regionalen und nachhaltigen Kreislaufwirtschaft“ vorgestellt. In 2023 fand der Markt der Nachhaltigkeit auf dem Gelände

der Goslarschen Höfe statt. Neben dem Informationsstand zur Circular Economy konnten Besucher kaputte (akku-befreite) Elektroaltgeräte selbst shreddern und die Inhaltsstoffe näher untersuchen. Zur Veranschaulichung und zum Vergleich stand ein Koffer mit den Mineralien bereit, welcher die Primärrohstoffe eines Handys enthält.



Abbildung 14: Markt der Nachhaltigkeit (Bildquelle: TUC-IFAD)

Die Unternehmen des Metallurgiepark Oker haben 2022 zu einem **Tag der offenen Tür** auf ihr Gelände eingeladen. Als Mitaussteller auf dem Stand des Unternehmens pdv-software GmbH wurde neben der Circular Economy auch das Thema der anthropogenen Lagerstätten am Beispiel der Bergbaurückstände am Bollrich vorgestellt.

Im TrafoHub in Braunschweig konnten sich beim **Salon der Wissenschaft**<sup>24</sup> Teilnehmer in drei Zeitslots für eine halbe Stunde Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen für ein Gespräch buchen. Einige der Gespräche wurden aufgenommen, so dass weitere Teilnehmer über Kopfhörer dem Gespräch zuhören konnten. Das Thema der Circular Economy wurde beim Salon der Wissenschaft 2022 in zwei Zeitslots gebucht, von denen ein Gespräch übertragen wurde.

Im **Klima-Café Seesen**, organisiert durch das Klimaschutzmanagement der Stadt Seesen, findet ungefähr alle 2 bis 3 Monate ein Vortrag mit anschließender Diskussion in der NewKammer statt. Den Auftakt bildete im Januar 2023 der Vortrag zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft in der Region, der mit rund 40 Teilnehmern gut besucht war.

Eine Podiumsdiskussion mit anschließender Diskussionsrunde inklusive Aufzeichnung zum Thema **Goldrausch in Goslar? Wie Städte durch Urban Mining zu Rohstofflieferanten werden** organisierte die VolkswagenStiftung zusammen mit NDR Info im Herrenhäuser Forum in Hannover.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> <https://www.salonderwissenschaft.de/>

<sup>25</sup> <https://www.volkswagenstiftung.de/de/veranstaltungen/goldrausch-goslar-wie-staedte-durch-urban-mining-zu-rohstofflieferanten-werden>



Abbildung 15: Salon der Wissenschaft (Bildquelle: Haus der Wissenschaft, Florian Kleinschmidt)



Abbildung 16: Klima-Café Seesen (Bildquelle: Stephan Blöß)

Eine Mischung aus mehreren Beteiligungsformaten (Vortrag, Ausstellung, Experimentierraum für Grundschüler) wurde durch das **MachMit!Haus** in Goslar initiiert. Das MachMit!Haus hat als Ort der Partizipation in Goslar die Menschen nach Themen gefragt, welche diese beschäftigen. Dabei wurden u. a. die Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz sowie Sauberkeit in der Stadt genannt. Gemeinsam mit verschiedenen Akteuren (u. a. Stadtjugendpflege, Welterbe im Harz, NABU, ERA, TU Clausthal, KWB Goslar) wurde ein zweitägiges Programm für die Zivilgesellschaft entworfen. Am Vormittag des ersten Tages (Freitag) fand eine Mit-Mach-Messe für Grundschulen statt (Wasser filtern, Ergometer zur Stromerzeugung, metallische Rohstoffe erkennen...). Nachmittags wurden mehrere Vorträge zu unterschiedlichen Themen der Nachhaltigkeit diskutiert. Am zweiten Tag (Samstag) stellten sich die Akteure im MachMit!Haus und auf dem Marktplatz von Goslar vor. Einen guten Eindruck dieser gelungenen Aktion bietet der entstandene Filmclip.<sup>26</sup>

Neben diesen Veranstaltungen, die eine breite Zielgruppe ansprechen, war Circular Economy auch Thema bei regionalen Konferenzen wie dem REWIMET Symposium Ressourceneffizienz und der Clausthal Conference on Circular Economy (CCCE).



Abbildung 17: Eindrücke des REWIMET-Symposiums und der CCCE (Bildquelle: REWIMET e.V., TUC)

<sup>26</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=OdnDPsFQjUk>

## Circular Economy in der Region weiterentwickeln

Welche Themengebiete sich in einer Region entwickeln lassen, hängt von den jeweils spezifischen Voraussetzungen und Stärken ab.

Die identifizierten, regionsspezifischen Zielfelder (siehe Abbildung 18) in SüdOstNiedersachsen leiten sich aus der historisch gewachsenen und aktuellen wirtschaftlichen Charakteristik der Region (ehemalige Bergbauregion, Stahlindustrie, Metallverarbeitende Industrie, Fahrzeugindustrie), durchgeführten und aktuellen Verbundvorhaben der angewandten Forschung sowie der Einbindung von Querschnittstechnologien (Digitalisierung) und verbundenen Transformationsthemen (Sektorkopplung Energie, Partizipation) ab. In diesem Kontext fließt auch die gesellschaftliche (soziologische) Prägung und damit verbunden die Offenheit für künftige Entwicklungen als wesentliches Faktor ein.



Abbildung 18: Zielfelder in der Region

Nachfolgend werden Highlights der regionsspezifischen Themen vorgestellt. Dabei setzen die Maßnahmen bei den Themen an, die besonders großes Entwicklungspotential bzw. Alleinstellungsmerkmale in der Region aufweisen.

## Circular Production für Traktionsbatterien / Zirkuläre Batterieproduktion

Das Zielfeld einer zirkulären Produktion für Traktionsbatterien der E-Mobilität hat sich über mehrere Verbundforschungsprojekte von der Produktentwicklung über die Produktion bis zum Recycling entwickelt und beruht auf der hohen Dichte an Industrie- und Wissenschaftsakteuren entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Traktionsbatterie in der Region. Aufbauend auf gemeinsamen Forschungsprojekten hat sich in den letzten zwei Jahren eine Industrieinitiative entwickelt, welche moderiert vom REWIMET e.V. und dem Fraunhofer IST mit Unterstützung der TU Clausthal und der TU Braunschweig, in mehreren Workshops das Thema einer Circular Battery Region entwickelt hat. Mitte 2023 unterzeichneten sechs Unternehmen, die mehrere Stationen der Wertschöpfungskette abbilden und komplementär die gesamte Prozesskette abbilden können, ein Memorandum of Understanding zur Errichtung des **Recyclingzentrum Harz für Lithium-Ionen Batterien** (siehe Abbildung 19):<sup>27</sup>

- Battery Damage Service GmbH, Braunschweig
- LB.systems GmbH, Braunschweig
- Electrorecycling GmbH, Goslar
- H.C. Starck Tungsten GmbH, Goslar
- Albermale Germany GmbH, Langelsheim
- IVH Industriepark und Verwertungszentrum Harz GmbH, Goslar



Abbildung 19: Unterzeichnung Memorandum of Understanding (Bildquelle: Automotive Agentur Niedersachsen, H.Wolter)

Zuletzt wurden in einem Planspiel verschiedene Szenarien (benötigte Mengen, Qualitäten, Kapazitäten) zwischen den Industriepartnern durchgespielt.

<sup>27</sup> <https://www.rewimet.de/aktuelles/204-gruendung-eines-batterieryclwing-zentrums-fuer-li-ionen-batterien>

Neben der Umsetzung von Forschungsergebnissen in der Industrie, wird auch weiterhin in der Region an den wissenschaftlichen Herausforderungen einer zirkulären Batterieproduktion geforscht.

Im Forschungszentrum **Battery LabFactory (BLB)** in Braunschweig wird der gesamte Wertschöpfungskreislauf der Batterie von der Material- und Elektrodenherstellung über die Zellfertigung bis hin zur Systemintegration und zum Recycling zur Schließung des



Materialkreislaufes untersucht. Dabei bündelt die BLB Kompetenzen von neun Instituten der TU Braunschweig, der TU Clausthal, der Leibniz Universität Hannover, des Fraunhofer Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST sowie der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig (PTB).<sup>28</sup> Ende 2023 wurde die Pilotanlage für die zirkuläre Batterieproduktion (CircularLab) der Battery LabFactory am Forschungsflughafen eröffnet. Im CircularLab wird insbesondere an der technischen Umsetzbarkeit eines geschlossenen Materialkreislaufs für Lithium-Ionen-Batterien geforscht.<sup>29</sup>

Bereits 2022 wurde durch die gemeinsame Wissenschaftskonferenz die Förderung des Forschungsbaus **Center for Circular Production of Next Batteries and Fuels Cells (CPC)** in Braunschweig beschlossen. Am Forschungsflughafen soll zukünftig an den nächsten Generationen von Batterien und Brennstoffzellen geforscht werden.<sup>30</sup> Übergeordnetes Forschungsziel ist die zirkuläre Produktion von Energiespeichersystemen inklusive der Herstellungs-, Produktions- und Recyclingprozesse. Partner für die Forschung im CPC ist neben der TU Braunschweig, die TU Clausthal mit Kompetenzen in den Bereich Hydrometallurgie, technische Polymerchemie und Elektrochemie.<sup>31</sup>



Im Oktober 2021 startete das, vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur, finanzierte Graduiertenkolleg **Circular LIB**. Das Graduiertenkolleg beschäftigt sich mit der zirkulären Herstellung und Nutzung von Lithium-Ionen-Batterien. Die Koordination des Graduiertenkollegs liegt in den Händen der TU Braunschweig mit den weiteren Kooperationspartnern TU Clausthal, Leibniz Universität Hannover und Fraunhofer IST.

Die Erfahrungen der niedersächsischen Forschungsinstitutionen flossen auch in das Dachkonzept des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zur Batterieforschung und in die Kompetenzcluster „greenBatt“ und „BattNutzung“ ein.

Aus diesen industriellen und wissenschaftlichen Aktivitäten heraus wird sich das Zielfeld auch zukünftig langfristig entwickeln.

<sup>28</sup> <https://www.tu-braunschweig.de/blb>

<sup>29</sup> <https://magazin.tu-braunschweig.de/pi-post/pilotanlage-fuer-die-zirkulaere-batterieproduktion/>

<sup>30</sup> <https://www.mwk.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/presseinformationen/gemeinsame-wissenschaftskonferenz-beschliesst-bau-fur-batterieforschung-213069.html>

<sup>31</sup> <https://magazin.tu-braunschweig.de/en/pi-post/battery-research-at-tu-braunschweig-new-research-building-receives-funding/>

## Reallabor „Digitized Circular Economy“

Das **Reallabor „Digitized Circular Economy“** wird vom Center for Digital Technologies (DIGIT) in Goslar koordiniert. Das DIGIT ist ein gemeinsames Forschungszentrum der Technischen Universität Clausthal mit der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften. Hier gestalten die Kooperationspartner gemeinsam mit der Wirtschaft die digitale Transformation nachhaltiger industrieller Prozesse. Die Forschungsschwerpunkte liegen in den sechs Anwendungsgebieten: Autonome Systeme, Circular Economy & Umwelttechnik, Digitale Transformation, Energie, Industrie 4.0 und Mobilität.

Im Reallabor „Digitized Circular Economy“ werden zusammen mit Partnern aus Wirtschaft, Kommunen und Zivilgesellschaft Innovationen und Modelle im Bereich nachhaltiger, digitaler Technologien erforscht und etabliert. Dabei bildet die Transformation von der linearen zu einer zirkulären Wirtschaft mit den verschiedenen Teilbereichen des Kreislaufmodells das Fundament der Forschung (siehe Abbildung 20).<sup>32</sup>



Abbildung 20: Modell der Circular Economy (Bildquelle: DIGIT)

Beispiele für Vorhaben aus diesen Teilbereichen sind:

- Use & Share: Erprobung von Sharing-Konzepten (Tausch-Konzepten) mittels Hub-Stationen
- Re-Use & Repair: Aus 3 (gespendeten Fahrrädern) mach 1 (Fahrrad für wohltätigen Zweck)!<sup>33</sup>
- Recycle & Recover: Bedarfsgerechte Sammlung von Elektroaltgeräte (Collect & Recycle)

Das Reallabor war unter den Finalisten im Reallabor-Wettbewerb des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz.<sup>34</sup>

Die Ergebnisse des Reallabors werden in den sehr praxisorientierten Studiengang „Digital Technologies“ übernommen. Andersherum werden auch Ideen der Studierenden im Reallabor erprobt.

<sup>32</sup> <https://www.digit-research.de/reallabor-dce>

<sup>33</sup> [https://www.digit-research.de/news-reallabore-1?tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=25906&cHash=09715935f707533c24f85f025f0da2e6](https://www.digit-research.de/news-reallabore-1?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Bnews%5D=25906&cHash=09715935f707533c24f85f025f0da2e6)

<sup>34</sup> <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wettbewerb/Finalisten/finalist-reallabor-digitized-circular-economy.html>

## CO<sub>2</sub>-arme Stahlproduktion inklusive Closed-Loop

Die Aktivitäten im Bereich der CO<sub>2</sub>-armen Stahlproduktion inklusive geschlossener Wertschöpfungskette sind in erster Linie durch die industrielle Transformation zur Anpassung an die Herausforderungen an den Klimawandel getrieben. Die energieintensive Stahlindustrie hat bereits vor rund sieben bis zehn Jahren mit dem Transformationsprozess begonnen und Initiativen ergriffen, die Stahlproduktion zu wandeln, um diese auch in den nächsten Jahrzehnten zukunftsfähig zu machen. Die Salzgitter AG hat diesen Wandel in ihrer Strategie „Salzgitter AG 2023“ festgeschrieben: *Entwicklung innovativer Produkte und Prozesse als eigenständiger Marktführer für „Circular Economy Solutions“*. Grundlage der Transformation der Stahlherstellung ist die Ausrichtung auf eine CO<sub>2</sub>-arme Stahlproduktion.<sup>35</sup>



1 Elektrolichtbogenofen; 2 Direktreduktionsanlage; 3 Elektrolyseanlage (100 MW)

Abbildung 21: Umbau zu einer CO<sub>2</sub>-armen Stahlproduktion am Standort Salzgitter (Bildquelle: Salzgitter AG)

Diese Änderungen gehen mit vielen technischen, stoffstromspezifischen und regulatorischen Fragestellungen einher, die in Kooperation u. a. mit den Wissenschaftseinrichtungen der Region angegangen werden. Seitens der Wissenschaft sind die TU Clausthal und weitere Akteure involviert.

## Arbeitswelt in der Circular Economy

Ein weiteres Zielfeld, welches sich durch interdisziplinäre Kooperationen im vergangenen Jahr entwickelt hat, beschäftigt sich mit der Frage, wie **Arbeitsprozesse in der Circular Economy** gestalten werden können. Im Projekt KREIS, koordiniert durch die TU Braunschweig, erforschen 42 Partnern aus Wissenschaft und Industrie nicht nur die technischen Aspekte von Produktion, Recycling und Lieferketten, sondern insbesondere die Veränderungen, die in der Arbeitswelt erforderlich sind, um eine Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen. Folgende Fragen spielen bei der Arbeitsgestaltung eine Rolle:

- Welche Kompetenzen sind in der Kreislaufwirtschaft als Arbeitnehmer und Arbeitnehmerin wichtig?

<sup>35</sup> [www.salzgitter-ag.com/de/konzern/strategie.html](http://www.salzgitter-ag.com/de/konzern/strategie.html)

- Wie können die Bereitschaft zur Veränderung, Weiterbildungsmotivation und Technikakzeptanz angeregt werden?
- Wie können Daten besser gewonnen werden und dabei helfen, fundierte Grundlagen zur Entscheidungsunterstützung zu schaffen?
- Welche Instrumente eignen sich für die Analyse und Bewertung der Zusammenarbeit in der Kreislaufwirtschaft?

Neben der TU Braunschweig sind die TU Clausthal, die Hochschule Ostfalia, das Fraunhofer IST und das SOFI der Universität Göttingen maßgeblich als Wissenschaftspartner aktiv. Das Projekt ist im Herbst 2023 gestartet und wird über 5 Jahre vom Bundesministerium für Forschung und Kultur (BMBF) gefördert.<sup>36</sup>

## Nutzbarmachung anthropogener Lagerstätten

Die **Nutzbarmachung anthropogener Lagerstätten** ist eine regionsspezifische Herausforderung, die auf die langjährige Bergbau- und Hüttengeschichte der Region zurückgeht. Im Oberharz wurden in der Vergangenheit über 70 Mio. Tonnen Erz (Buntmetalle) gefördert. Hierzu trug die Lagerstätte „Rammelsberg“ mit rund 27 Mio. Tonnen bei. Im letzten Jahrhundert wurden die Erze mit der stetigen Entwicklung der Aufbereitungstechnik zu Konzentraten weiterverarbeitet. Die Rückstände der Aufbereitung sind u. a. im Bergeteich am Bollrich (siehe Abbildung 22) zu finden. Für die Aufarbeitung des Rückstands gibt es mehrere Gründe:

- Verringerung des Gefährdungspotentials einer Altlast,
- Gewinnung wirtschaftsstrategischer Metalle,
- möglichst vollständige Verwertung des Materials.

In den letzten 8 Jahren wurden zwei durch das BMBF geförderte und aufeinander aufbauende Forschungsvorhaben durchgeführt. Das erste Projekt namens REWITA<sup>37</sup> befasste sich mit der Rückgewinnung wirtschaftsstrategischer Metalle. In der Vergangenheit lag der Fokus auf den Elementen Zink, Blei und Kupfer. Aber auch Elemente wie Indium, Gallium und Kobalt waren in dem sehr komplexen Erz gebunden. Die Anwendungszwecke für diese Elemente wurden erst in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts entwickelt, so dass im Rahmen des ersten Vorhabens die Nutzungspotentiale für diese Elemente erforscht worden sind. Da diese Elemente nur einen geringen Anteil an der Gesamtmasse ausmachen, wurde auch die Rückgewinnung von Baryt und Pyrit adressiert. Im darauf aufbauenden zweiten Vorhaben REMINTA liegt der Fokus auf der Nutzbarmachung der aus Nebengestein und Gangart herrührenden mineralischen Fraktion.<sup>38</sup>

<sup>36</sup> <https://www.tu-braunschweig.de/psychologie/aos/forschung/projekte/kompetenzzentrum-kreis>

<sup>37</sup> [www.ifad.tu-clausthal.de/lehrstuhl-fuer-rohstoffaufbereitung-und-recycling/forschung/abgeschlossene-projekte/rewita](http://www.ifad.tu-clausthal.de/lehrstuhl-fuer-rohstoffaufbereitung-und-recycling/forschung/abgeschlossene-projekte/rewita)

<sup>38</sup> [www.reminta.de/](http://www.reminta.de/)



Abbildung 22: Bergeteiche am Bollrich - links: Luftaufnahme (Bildquelle: TUC-IGE, Tina Waldow), rechts: Bohrkampagne (Bildquelle: TUC-CUTEC, Andre Bertram)

Der nächste Schritt ist die Validierung der Forschungsergebnisse und das Upscaling auf eine Pilotanwendung. Hierfür werden derzeit Fördermöglichkeiten eruiert. Dieses von der TU Clausthal koordinierte Vorhaben bindet eine große Zahl an Industrieunternehmen aber auch regionale Partner aus der Wissenschaft wie die Hochschule Harz und die Bundesanstalt für Geowissenschaft und Rohstoffe ein.

## Circular Economy - Geschäftsmodelle

Eine Kreislaufwirtschaft, die nicht mehr nur nach den Prinzipien der Linearwirtschaft funktioniert, benötigt **neue Geschäftsmodelle**. Insbesondere im Reallabor „Digitized Circular Economy“ und den Start-Ups der Region werden hier folgende Ansätze diskutiert und weiterentwickelt:

- Use & Share
- Reuse & Repair
- Refurbish & Remanufacture
- Collect, Recycle & Recover
- Product as a service

Im Rahmen eines Beteiligungsprozesses hat ein erstes Treffen zum Thema „Reuse & Repair“ stattgefunden. Akteure des Landkreises Goslar haben sich zu einem Ressourcenzentrum bzw. Reparatur-Netzwerk (Fahrräder, Elektrogeräte, Kleidung, Schuhe, Second-Hand) ausgetauscht.

Derzeitiger Diskussionsstand (Anfang 2024) ist, dass zum einen eine Übersicht über das Angebot fehlt (wer repariert was) und die Frage, wie ehrenamtliche Aktivitäten und wirtschaftliche kommerzielle Anbieter zusammenarbeiten können. Abbildung 23 zeigt eine Hubstation zum Tauschen von Produkten bzw. zur Erfassung von Geräten für eine Reparatur.

Hier setzen künftige Aktivitäten auf.



Abbildung 23: Circular Economy-Hubstation (TUC-DIGIT)

## Bildung und Vermittlung

Das Zielfeld „Bildung und Vermittlung“ ist ein Querschnittsfeld. Gerade vor dem Hintergrund der vielfältigen Transformationsprozesse ist ein besseres Verständnis und eine Akzeptanz für Veränderungen in unterschiedlichen Zielgruppen der Zivilgesellschaft erforderlich. Im Bereich der Bildung und Vermittlung werden aktuell für die unterschiedlichen Zielgruppen, z. B. allgemeinbildende Schulen, Fachschulen, Hochschulen, Volkshochschulen, Museen, Angebote zu den Themen der Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft erarbeitet.

Zur Wissensvermittlung an Schülerinnen und Schüler erstellten im Projekt PuRe (gefördert durch die VolkswagenStiftung) die TU Clausthal und das Weltkulturerbe Rammelsberg 2022 einen Workshop zum Thema **E-Schrott! Das Erz von Morgen?**. Nach Testläufen im Rahmen des Projekts PuRe wurde das Programm 2023 leicht modifiziert in das Vermittlungsprogramm des Museums aufgenommen. Der Workshop wird nun nach dem Konzept Teach-the-Teacher von den Grubenführern ohne Beteiligung der TU Clausthal durchgeführt. Neben einer angepassten Führung durch den Roederstollen umfasst der Workshop mehrere Experimente in Kleingruppen rund um das Element Kupfer. Abschließend wird gemeinsam der Ablauf der Kupfergewinnung aus Elektroaltgeräten hergeleitet.



Abbildung 24: Workshop - E-Schrott: Das Erz von Morgen? (Bildquelle: TUC, Asja Mrotzek-Blöß)

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU-Förderprogramm zu Circular Economy in Schülerlaboren) wurde im Projekt HELDEN (**RoHstoffretter und REcyclLer DER ZukuNft** – HELDEN) ein Schülerlabor im Bereich Baustoffrecycling an der TU Clausthal konzipiert. Im Schülerlabor wird über den Rohstoff Gips in seinen Varianten als regional gewonnener Naturgips, als Gips aus Rauchgasentschwefelungsanlagen der Kohleverstromung (REA-Gips) und als aus dem Gebäuderückbau gewinnbarer Sekundärrohstoff informiert und geforscht. Die Schüler bekommen die Gelegenheit an realen Recyclinganlagen entsprechende Stoffströme selbst aufzubereiten und den Prozess des Gipsrecycling mit zu erleben.<sup>39</sup>

Im Rahmen des PuRe-Projekts wurde außerdem gemeinsam mit regionalen Akteuren aus Handel, Sammlung, Recycling und Wissenschaft ein Video produziert, das Wissen über den **nachhaltigen Umgang mit Elektrogeräten** am Beispiel von Smartphones vermittelt.<sup>40</sup> Neben der allgemeinen Vermittlung als frei verfügbares Video kann dieses auch als Schulungsmaterial genutzt werden.

<sup>39</sup> [www.lernortlabor.de/nachhaltigkeit/CE](http://www.lernortlabor.de/nachhaltigkeit/CE)

<sup>40</sup> [www.youtube.com/watch?v=f3ptX6ZWXtc](https://www.youtube.com/watch?v=f3ptX6ZWXtc)



Ein weiteres Lehrvideo ist „Ein seltsamer Tag – Ein Tag ohne Kupfer“<sup>41</sup>, welches in einem durch die EIT RawMaterials geförderten Projekt entstanden ist und die Eigenschaften, Verwendung und Recyclingfähigkeit von Kupfer thematisiert.

Eine Reihe von Aktivitäten wurden, vernetzt über Ausstellungsstände verschiedener regionaler Partner, auf der Ideenexpo 2024 vorgestellt.

---

<sup>41</sup> [www.ifad.tu-clausthal.de/lehrstuhl-fuer-rohstoffaufbereitung-und-recycling/institutsvideos/ein-seltsamer-tag-ein-tag-ohne-kupfer](http://www.ifad.tu-clausthal.de/lehrstuhl-fuer-rohstoffaufbereitung-und-recycling/institutsvideos/ein-seltsamer-tag-ein-tag-ohne-kupfer)



## Ausblick

Neben den bereits seit längerem etablierten und neu initiierten Aktivitäten befinden sich eine Vielzahl von weiteren Maßnahmen in Vorbereitung. Ein wesentlicher Schwerpunkt in der Region liegt dabei im Themenfeld „Circular production and use“ von rohstoffintensiven Produkten. Neben metallhaltigen Stoffströmen gewinnen mineralische Abfälle als Sekundärrohstoffquellen zunehmend an Bedeutung, wobei sich der Aktionsradius der Region hier z. B. stärker in den Hannoveraner Raum ausdehnt. Daneben ist aber auch eine weitergehende Vernetzung mit benachbarten Aktivitäten der Region wie den Ökomodellregionen im Bereich der Landwirtschaft, der Vernetzung im Bereich der Forst- und Wasserwirtschaft sowie dem Bereich der erneuerbaren Energiesysteme in Arbeit.

Die Erweiterung/Ausweitung der Aktivitäten schließt aber auch eine verstärkte Berücksichtigung der gesellschaftlichen Akteure ein und wird daher auch weitere sozialwissenschaftliche Akteure etwa aus SüdNiedersachsen einbinden.

Im Rahmen der Vernetzung in der EU-Initiative „Circular Cities and Regions“, aber auch mit anderen Regionen, die spezifische Felder der Circular Economy abdecken, werden künftig weitere gemeinsame Potentiale erschlossen werden können.

Hierzu wird voraussichtlich in zwei Jahren in einer folgenden Broschüre berichtet.