



250

1775 – 2025

TU Clausthal

250 JAHRE TU CLAUSTHAL

Circular Cities and Regions

14.08.2025, REWIMET Symposium,
Clausthal-Zellerfeld

Prof. Dr. Ani Melkonyan-Gottschalk

Professor for Sustainability and socio-technical transformation
Institute for Geotechnology and Mineral Resources
Clausthal University of Technology



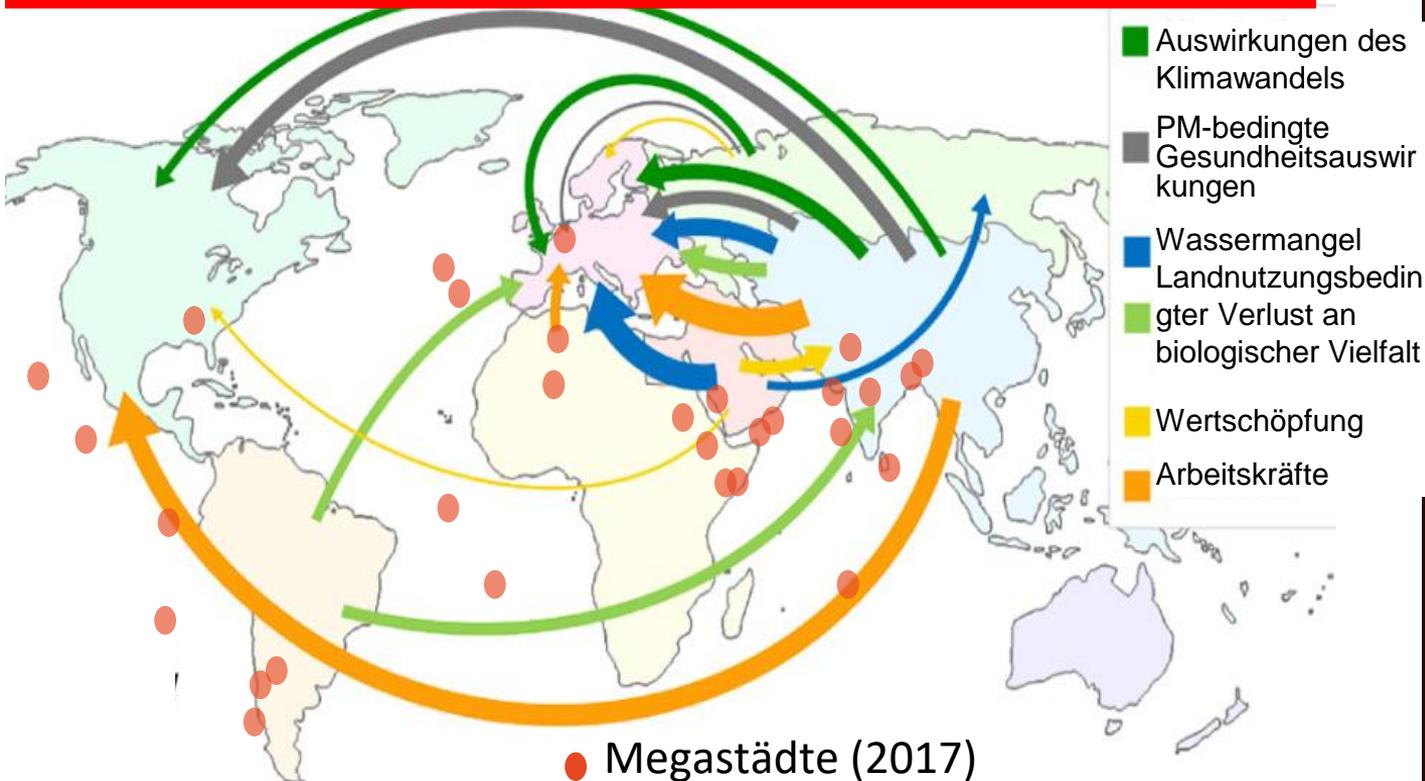
Agenda

- 1. Globale Lieferketten und Globale Unnachhaltigkeit**
 - a. Hintergrund und Motivation
 - b. Offene und geschlossene Lieferketten, Materialflüsse
2. Kreislaufwirtschaftssysteme (CE) und Circular Society
 - a. Nachhaltigkeitsvorteile der CE
 - b. Circular Society
3. CE in Deutschland und Circular Society
 - a. Circular Region SüdOstNiedersachsen
 - b. System Dynamics Model für Deutschland

1.a) Globale Lieferketten

Größte materialbezogene Auswirkungen und Vorteile im internationalen Nettohandel

Ungleiche Verteilung von Auswirkungen und Nutzen in der Welt

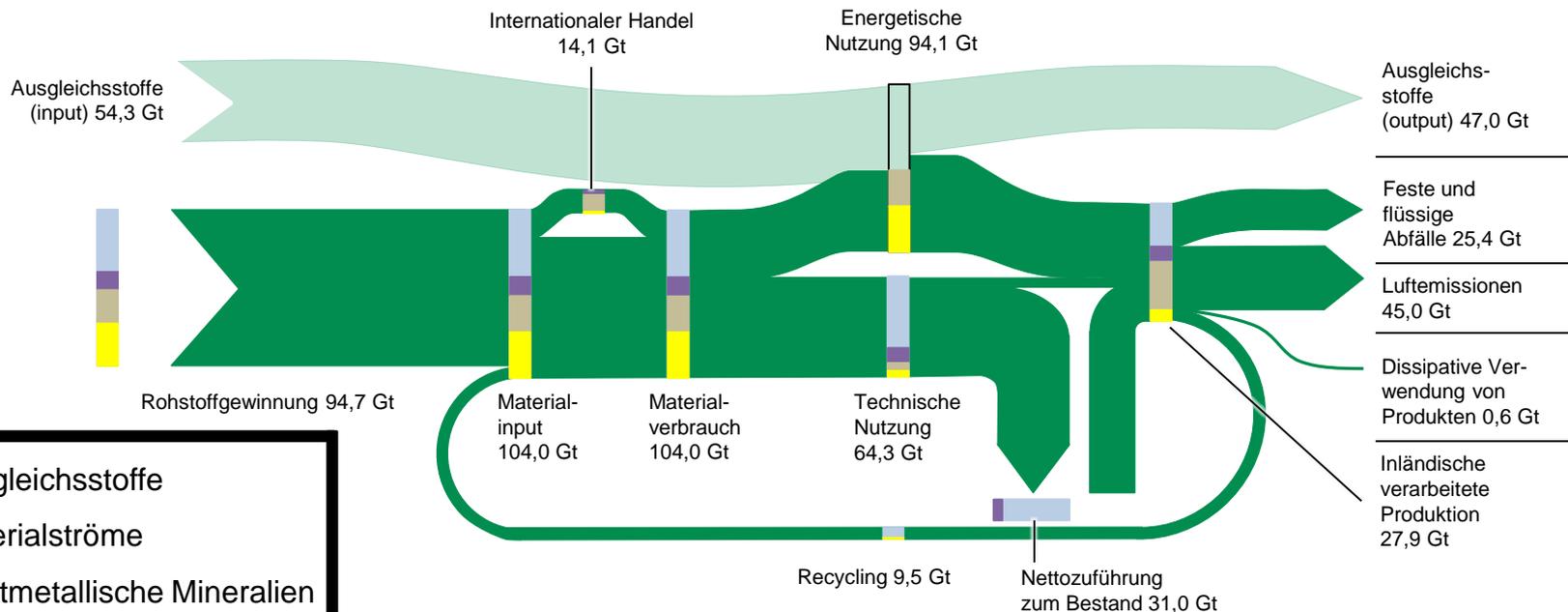


Globale Handelsströme

- Der Pfeil beginnt dort, wo die Beschaffung der Produkte und Dienstleistungen mit Auswirkungen auf Wasserstress und Verschmutzung erfolgt.

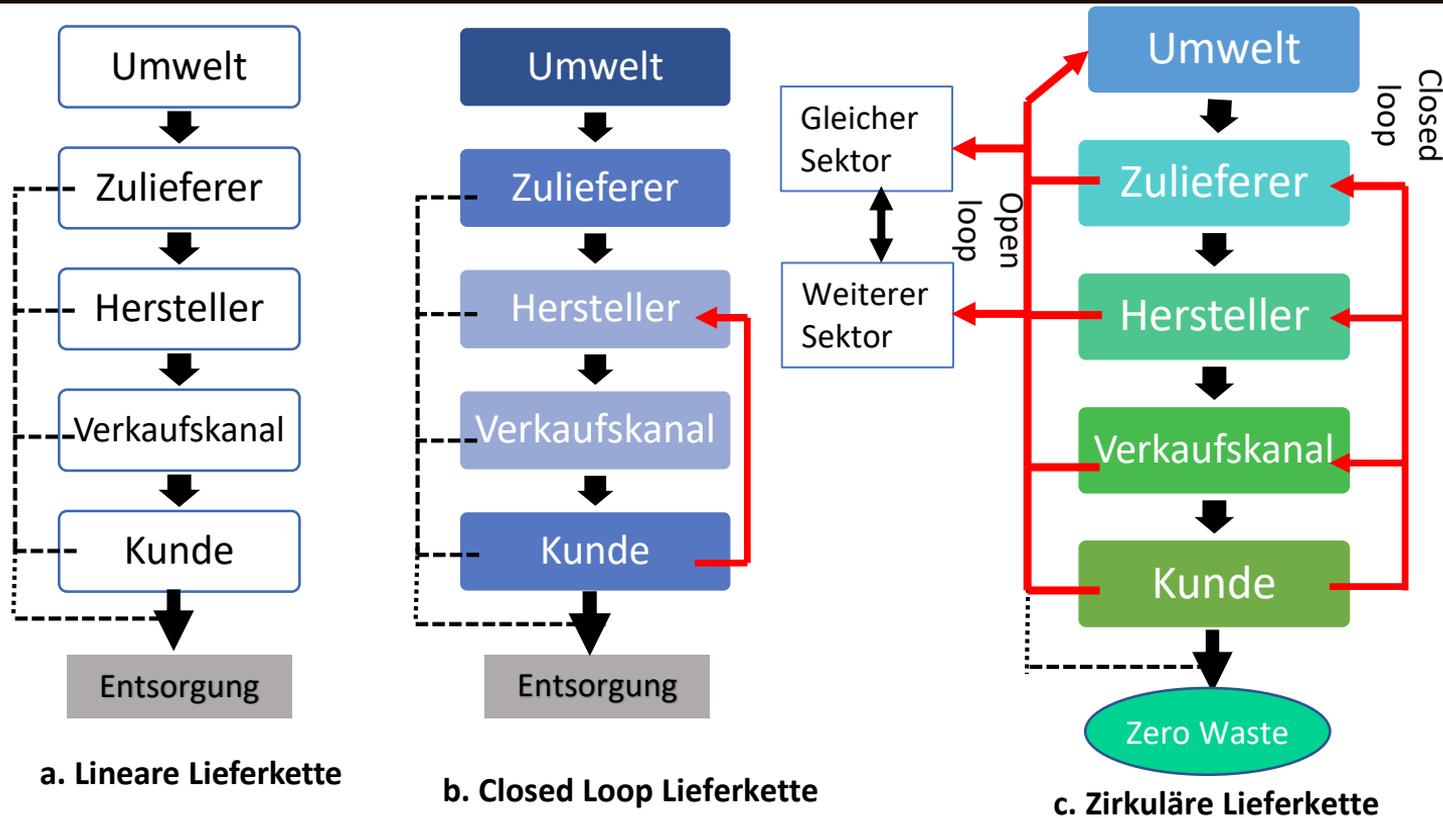
1. Ungleichheiten treten in den Regionen mit globalen Megastädten auf.
2. Netto-Senken und Quellen (Produktion und Konsum) müssen in Abhängigkeit der Location systematisch betrachtet werden

1. Struktur globaler Materialströme



- Ausgleichsstoffe
- Materialströme
- Nichtmetallische Mineralien
- Metalle
- Fossile Rohstoffe
- Biomasse

1.b) Zirkuläre Lieferketten



Zirkuläres Lieferkettenmanagement (CSCM) verstärkt die Regionale Entwicklung, kürzt die Transportwege, erhöht Ressourceneffizienz und ist die Voraussetzung für CE



Agenda

1. Globale Lieferketten und Globale Unnachhaltigkeit
 - a. Hintergrund und Motivation
 - b. Offene und geschlossene Lieferketten, Materialflüsse
- 2. Kreislaufwirtschaftssysteme (CE) und Circular Society**
 - a. Nachhaltigkeitsvorteile der CE**
 - b. Circular Society**
3. CE in Deutschland und Circular Society
 - a. Circular Region SüdOstNiedersachsen
 - b. System Dynamics Model für Deutschland



2. Circular Economy

Potenzielle Vorteile für die Umwelt

Klimaschutz

Halbierung der Kohlendioxid-Emissionen im Vergleich zum heutigen Stand



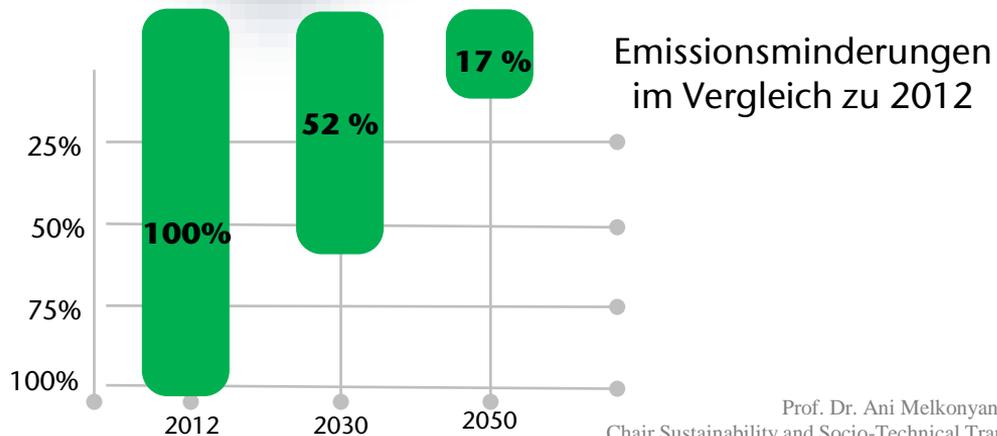
Ressourcenschonung

CE reduziert den Verlust von Ressourcen (Ressourcenknappheit)

Abfallreduzierung

weniger Abfälle, Deponien, Emissionen und Verschmutzungen

Der Übergang zur Kreislaufwirtschaft in den Bereichen Mobilität, Lebensmittel und bebaute Umwelt könnte bis 2030 zu einer Verringerung der Emissionen um 48 % und bis 2050 um 83 % im Vergleich zu den Werten von 2012 führen.



2 a) Circular Economy

Potenzielle wirtschaftliche Vorteile

BIP-Wachstum in der EU

Anstieg bis 2030 um weitere 0,5 %
(um ca. 1,8 mlrd Euro allein in
Europa) mit der Schaffung von
700.000 neuen Arbeitsplätze



Wachstum des Haushaltseinkommens

Anstieg von aktuell 2.400 € auf 3.000 €



**Kontrolle über die steigenden
Ressourcenkosten**



Höhere Qualität der Produkte
funktionelle, effiziente, erschwingliche,
sichere Produkte und Dienstleistungen

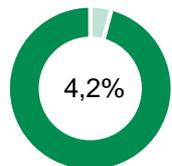
Widerstandsfähigkeit

Nachhaltiges Unternehmertum und
Gründung neuer Unternehmen, Stärkung der
industriellen Basis, resiliente Lieferketten

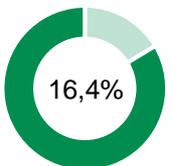
2 a). Vergleich der Zirkularität und des Potenzials

Momentane
Zirkularität

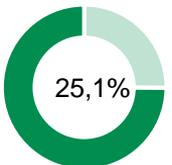
Australien



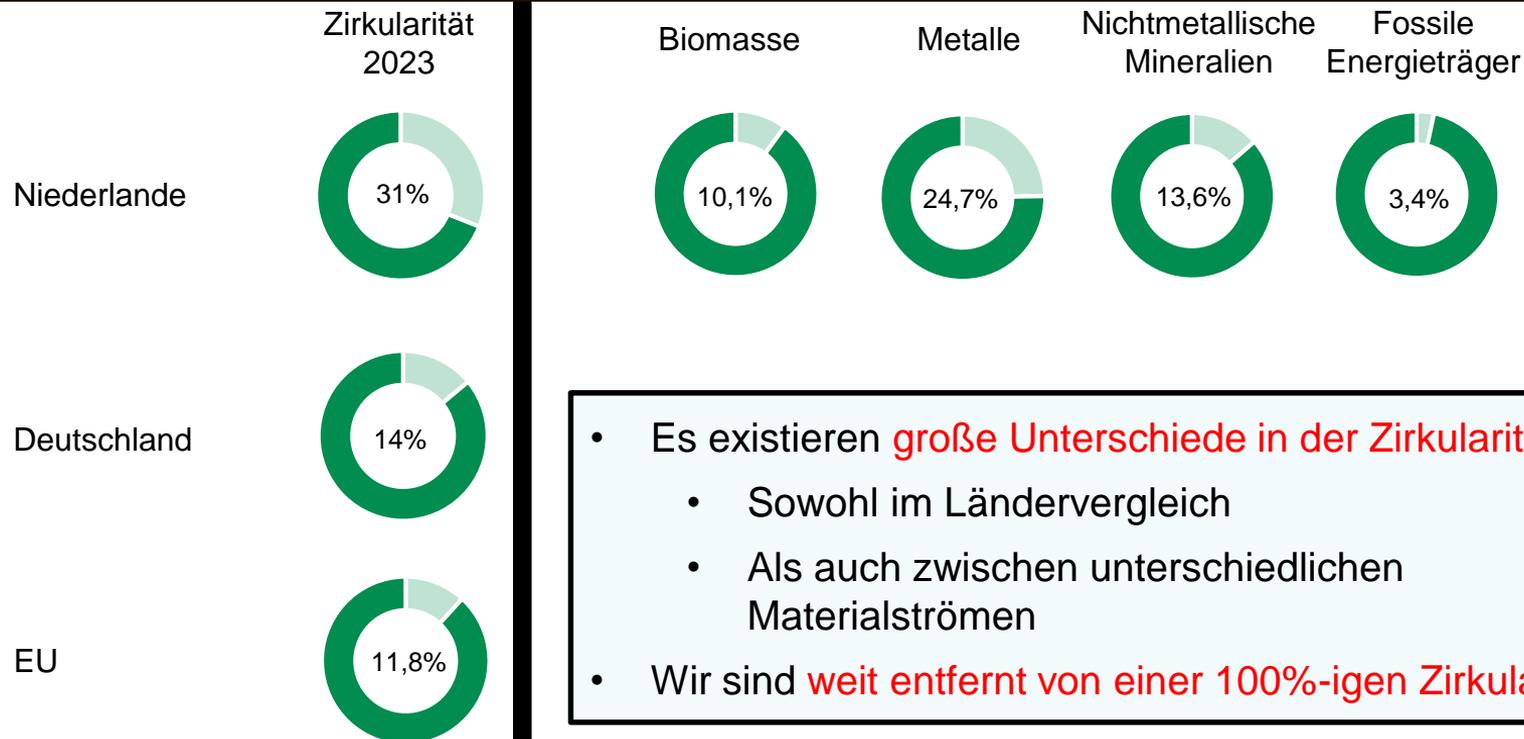
Japan



Niederlande



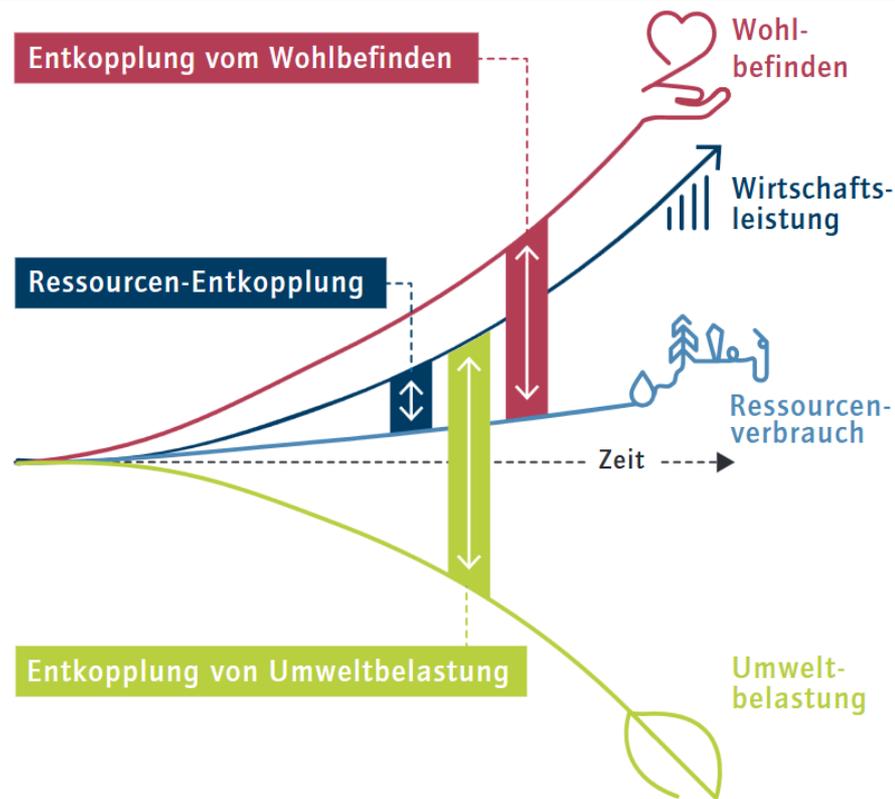
2 a) Vergleich der Zirkularität



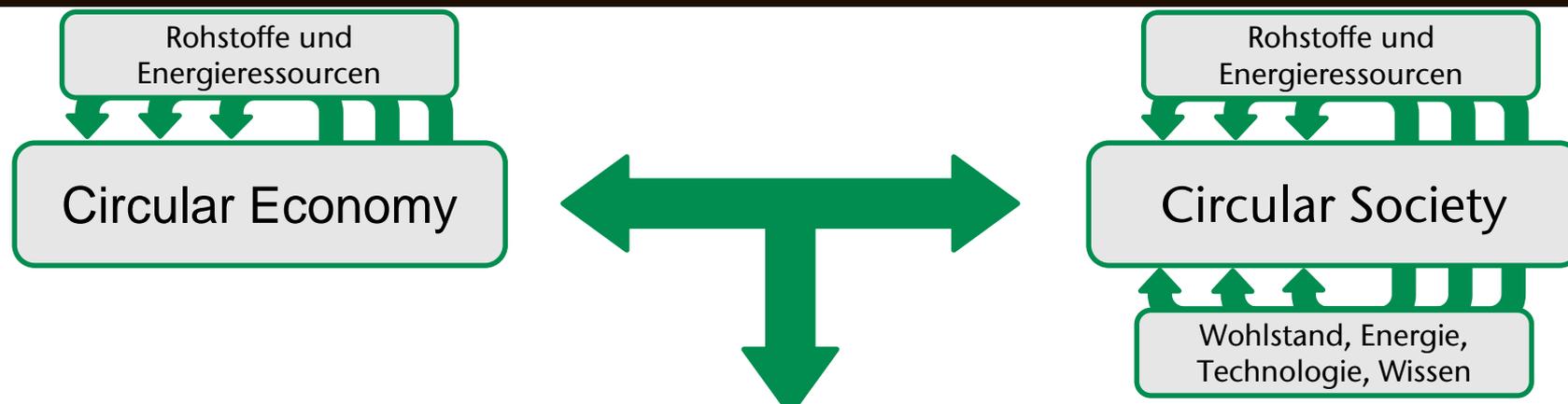
- Es existieren **große Unterschiede in der Zirkularität**
 - Sowohl im Ländervergleich
 - Als auch zwischen unterschiedlichen Materialströmen
- Wir sind **weit entfernt von einer 100%-igen Zirkularität**

2 a) CE und Konzept der Entkopplung

- Das Konzept der Circular Economy kann zwischen Ressourceneffizienz- und Suffizienzansätzen verortet werden
- Ziel: Ein umweltverträgliches Wirtschaftssystem
- Relative Entkopplung: Wirtschaftswachstum nimmt stärker zu als Umwelt- und Sozialfolgen
- Absolute Entkopplung: Wirtschaftswachstum bei abnehmender Ressourcennutzung und Externalitäten



2 b) Circular Society vs Circular Economy



1. **Kreislaufstädte und –Regionen (Circular Cities und Regions)**
2. Geschlossene Lieferketten und Logistik (Circular Supply Chains and Logistics)
3. Technologie- und Informationstransfer in die breite Gesellschaft
4. "Social License to Operate" und Stakeholder-Engagement
5. Integrierte Stoffstromanalysen (MFA) und Lebenszyklusbewertungen (soziale-LCA) mit „System Dynamics“



2 b) CCRI EU

Vision

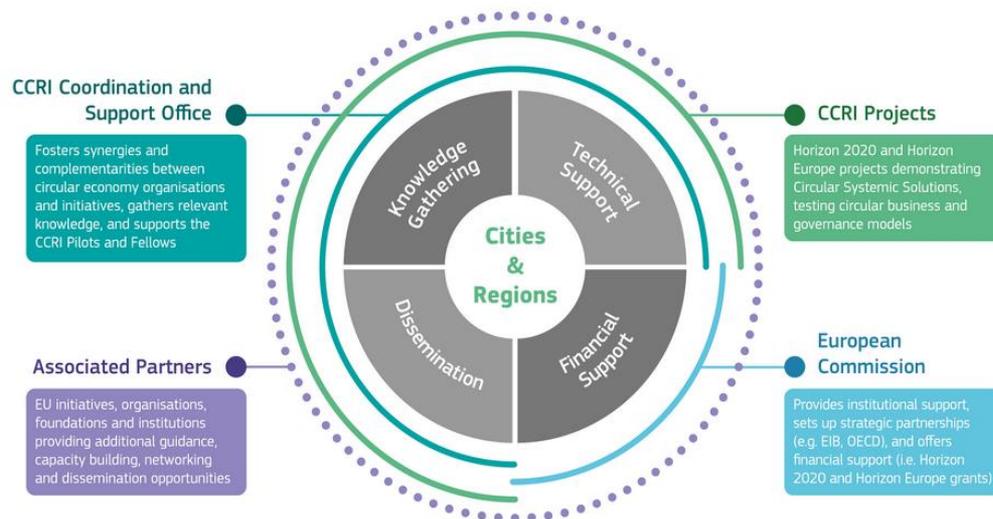
Die CCRI setzt sich für eine Zukunft ein, in der Städte und Regionen in Europa nachhaltig, ressourcenschonend und zirkulär wirtschaften und damit eine zentrale Rolle zu einer europäischen grünen Transformation spielen

Ziele

- Förderung der Kreislaufwirtschaft
- Unterstützung von Städten und Regionen
- Vernetzung und Zusammenarbeit
- Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch
- Entwicklung und Verbreitung von Best Practices
- Mobilisierung von Investitionen

The Circular Cities and Regions Initiative (CCRI):

A Multi-stakeholder Collaboration & Support Scheme



2 b) Konzept einer Circular City - ReSOLVE

Regenerate

- Umstieg auf erneuerbare Energie und Materialien
- Rückführung biologischer Ressourcen

Share

- Gemeinsame Nutzung von Ressourcen
- Wiederverwendung/Secondhand

Optimize

- Lebensdauererlängerung durch Wartung, langlebiges Design, Aufrüstbarkeit
- Effizienzsteigerung von Produkten
- Abfallvermeidung in Produktion & Lieferkette

Loop

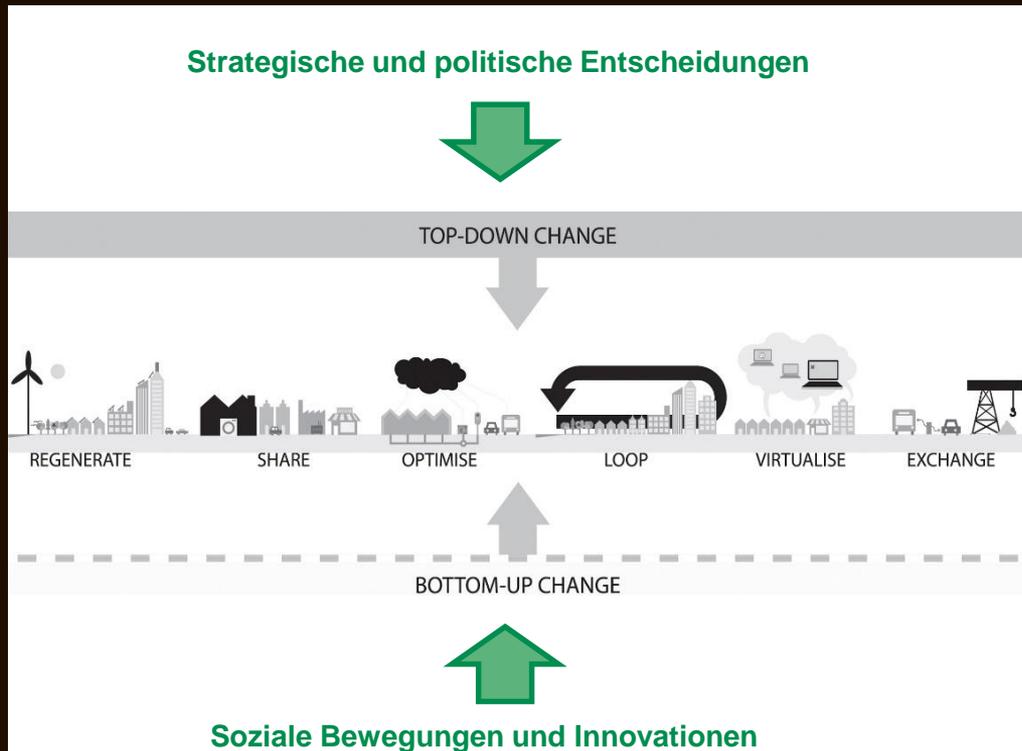
- Wiederaufarbeitung von Produkten oder Komponenten
- Recycling von Materialien

Virtualize

- Direkte Dematerialisierung (z. B. digitale Bücher, Musik, Videoinhalte, Reisen)

Exchange

- Ersatz konventioneller durch fortschrittliche, erneuerbare Materialien
- Einsatz neuer Technologien (z. B. 3D-Druck)





Agenda

1. Globale Lieferketten und Globale Unnachhaltigkeit
 - a. Hintergrund und Motivation
 - b. Offene und geschlossene Lieferketten, Materialflüsse
2. Kreislaufwirtschaftssysteme (CE) und Circular Society
 - a. Nachhaltigkeitsvorteile der CE
 - b. Circular Society
- 3. CE in Deutschland und Circular Society**
 - a. Circular Region SüdOstNiedersachsen**
 - b. System Dynamics Model für Deutschland**

3 a) Circular Region SüdOstNiedersachsen

ZIEL

Etablierung einer Circular Region in SüdOstNiedersachsen

Stakeholder-Cluster

Region mit Städten, Industrie, Hochschulen, Forschung & Netzwerken

Thematische Schwerpunkte

Recycling, Klimaneutraler Stahl, Batteriekreislauf, Urban Mining

Akademische Kompetenz

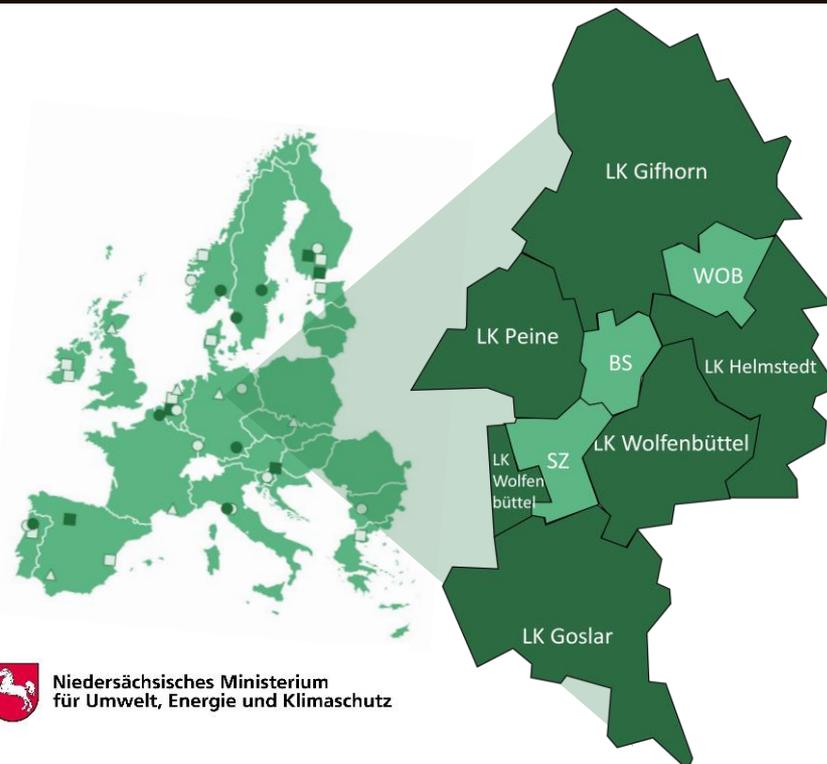
TU Clausthal, TU Braunschweig, Ostfalia – starke Forschung

Bereitschaft zur Transformation

Region mit klaren Ambitionen und Strategien zum Wandel

Vernetzung & Lernfähigkeit

Erfolgreiches REWIMET-Netzwerk, Teilnahme an CCRI-Workshops



Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz

3 a) Circular Rural Region - LK Goslar



Regionale Kreislaufwirtschaft im ländlichen Raum:
Projekte, die umgesetzt werden:



Repair-Center



Sharing-Kiosk



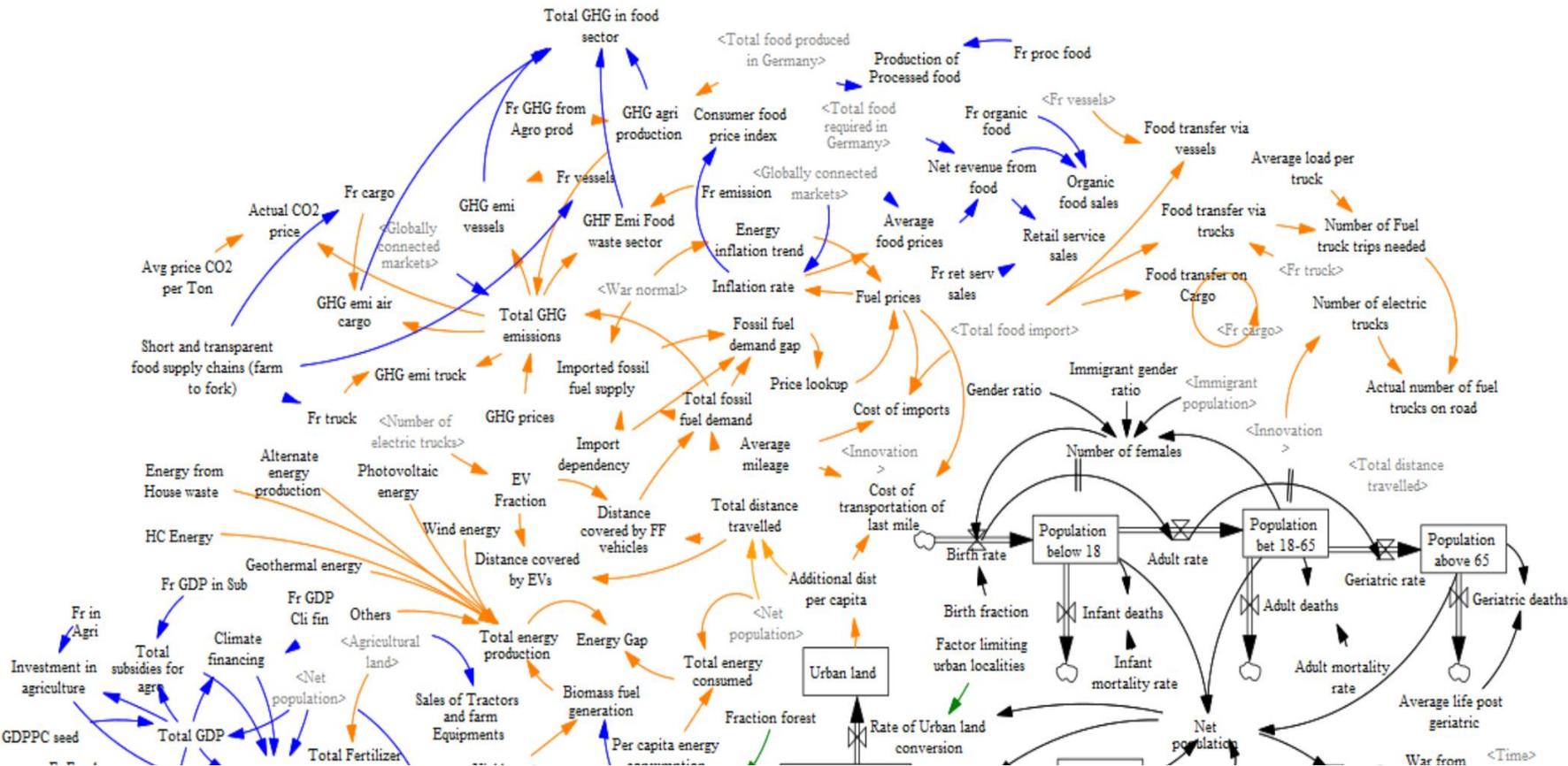
Baustoff-Börse

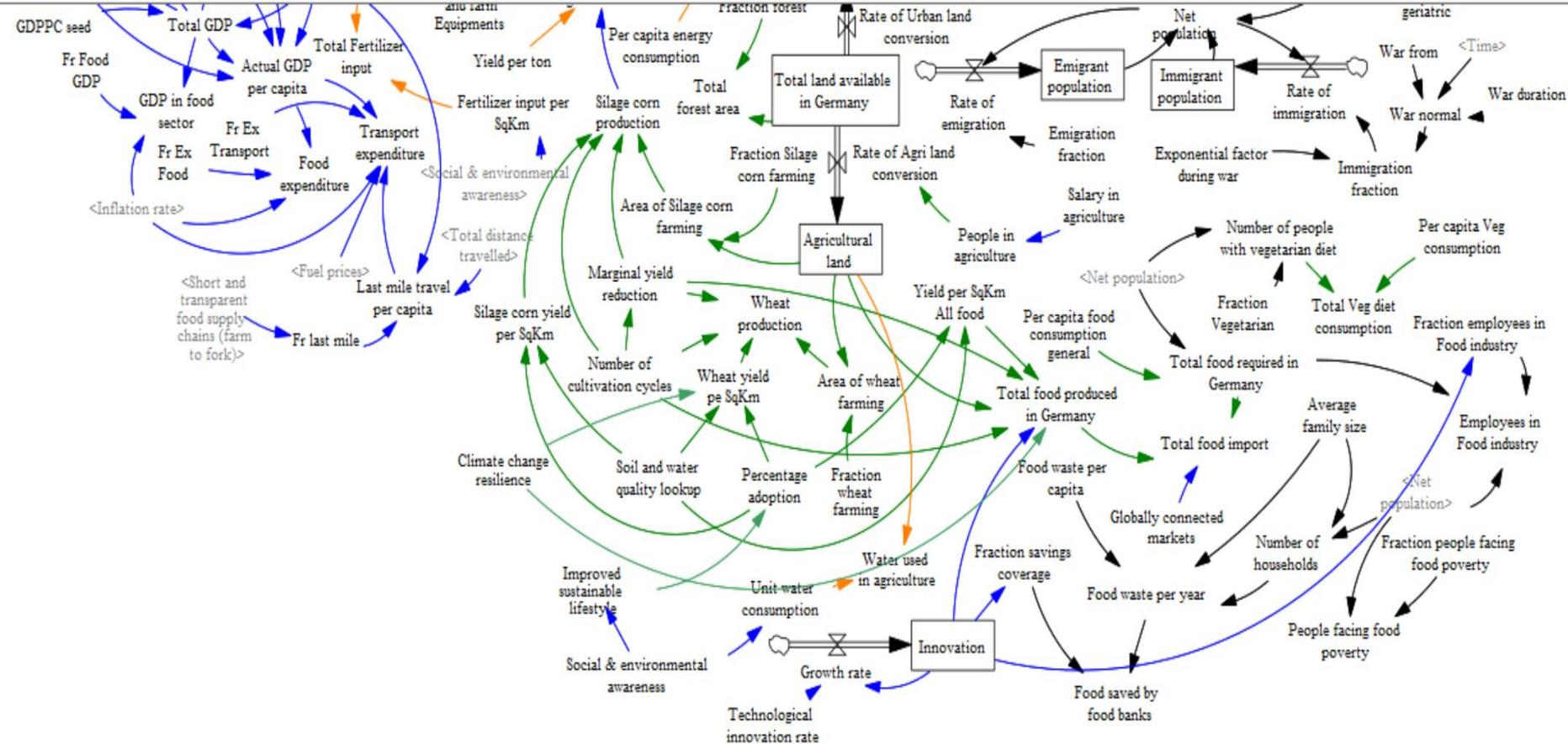


Escape-
Rucksack



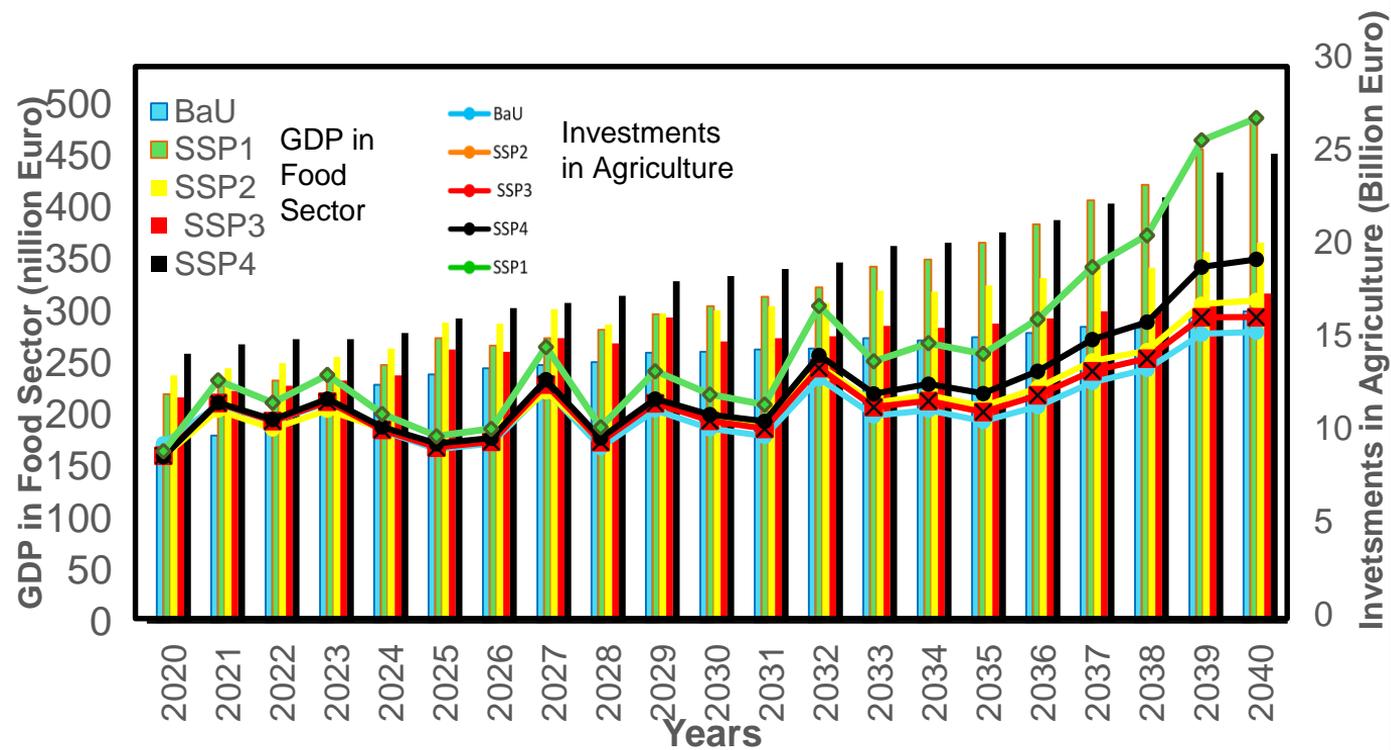
3 b) System Dynamics Model für Lieferketten in DE







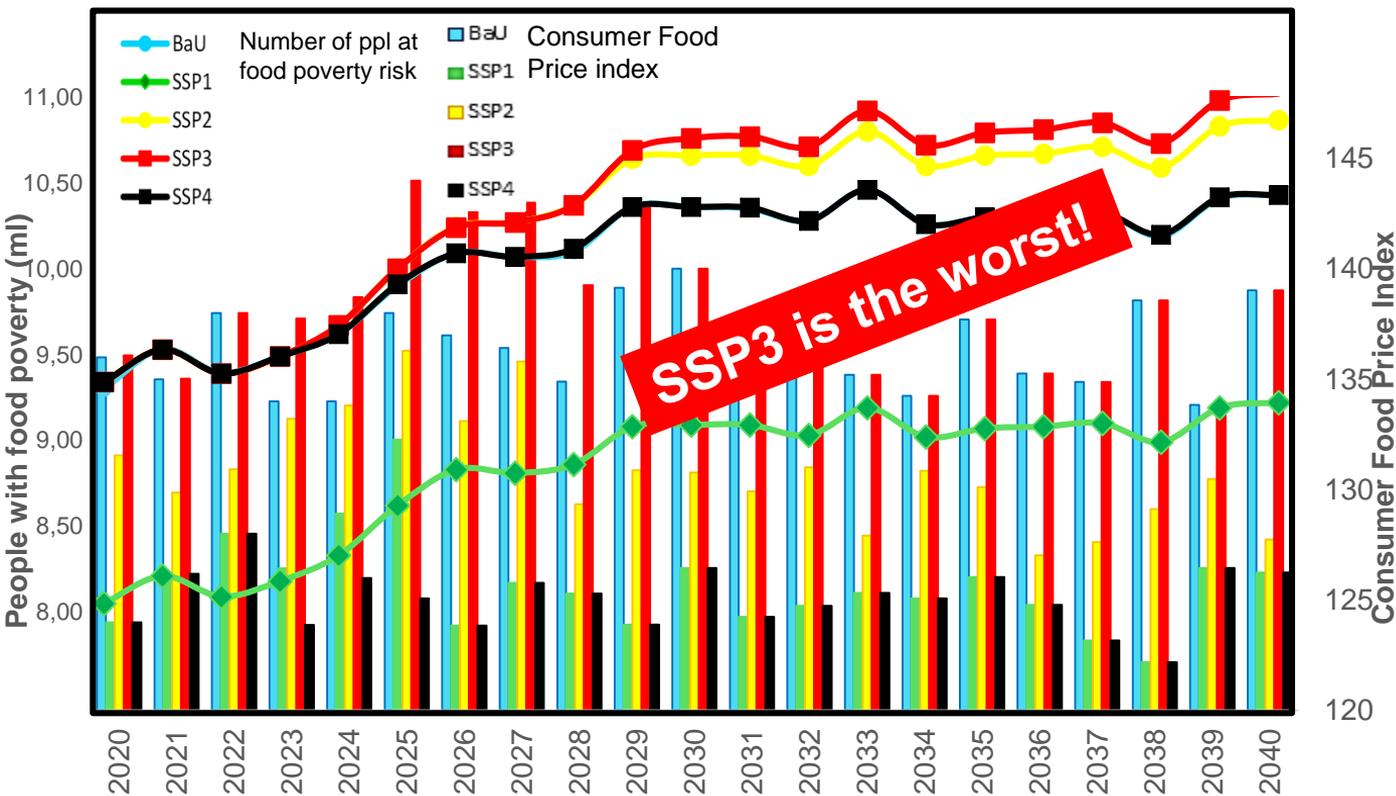
3 b) BIP in Food und Investitionen im Agrarsektor



1. Zunächst ist das BIP bei SSP4 am höchsten.
2. Das BIP erreicht die höchsten Werte bei SSP1, was auf hohe Investitionen, technologische Entwicklungen, globale Versorgungsketten, konsequente Politik, Verkürzung der Lebensmittelversorgungsketten, verstärkte Kreislaufwirtschaftsstrategien und nachhaltige Lebensstile zurückzuführen ist.
3. Der Fokus auf die Klimaanpassung (SSP4) führt zu einem höheren Anstieg des BIP als die Klimaminderung (SSP2).



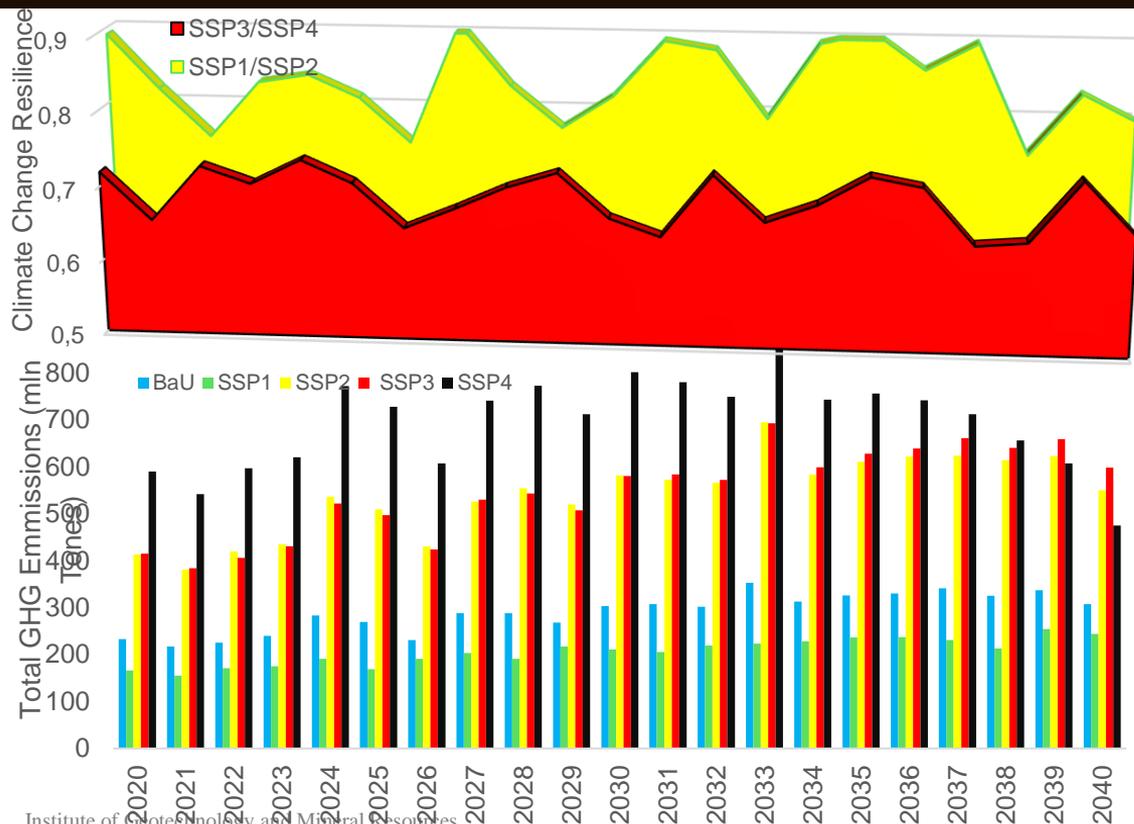
3 b) Verbraucherpreisindex für Lebensmittel und Anzahl der von Lebensmittelnot bedrohten Menschen



SSP3 is the worst!

1. Der Verbraucherpreisindex für Lebensmittel zeigt bei BaU keinen Trend, aber die Zahl der von Lebensmittelnot bedrohten Menschen steigt auf das gleiche Niveau wie bei SSP4.
2. Finanzierungsmechanismen, global vernetzte Märkte und fortschrittliche Technologien werden das Risiko der Lebensmittelnot nicht verringern.
3. Der einzige Weg ist SSP1 (fortschrittliche Technologien, nachhaltige Lebensweisen, Kreislaufstrategien und lokale kurze Lebensmittelversorgungsketten).

3 b) Gesamtmenge an GHG aus dem Agrarsektor



1. SSP4: Hohes BIP, hoher Anteil importierter Lebensmittel, hohe CO₂-Emissionen, niedriger Verbraucherpreisindex für Lebensmittel, aber dennoch hohe Lebensmittelnot.
2. Der CO₂-Ausstoß entspricht mindestens dem von SSP1 (erneuerbare Energien, Kreislaufwirtschaft in der Landwirtschaft, nachhaltige Lebensweise, weniger Abholzung).
3. Die langsame technologische Entwicklung in SSP2 und SSP3 macht keinen Unterschied, wohl aber die Übernutzung der Ressourcen.



3 b) Zusammenfassung SD

- Strikte politische Regulierungen, die Verkürzung der Lebensmittelversorgungsketten (Farm-to-Fork-Strategie), verstärkte Kreislaufwirtschaftsstrategien und nachhaltige Lebensweisen führen zu einem hohen BIP im Lebensmittelsektor. Ein hohes BIP wird eher durch Anpassungsstrategien (SSP4) als durch Minderungsstrategien (SSP2) erreicht, was zu einer höheren Klimaresilienz führt.
- Wenn sich das BIP verdoppelt (SSP4), werden die Mittel für die Finanzierung von Klimaschutzmaßnahmen steigen, doch im Allgemeinen trägt es nicht zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes auf lokaler Ebene bei, sondern erhöht diesen sogar um das Vierfache. Auch wenn der Verbraucherpreisindex für Lebensmittel relativ niedrig ist (aufgrund der erhöhten Verfügbarkeit von Lebensmitteln durch Importe), wird das lokale Risiko der Lebensmittelverknappung steigen.
- Das BIP muss um das Vierfache steigen, um negative Auswirkungen zu vermeiden (SSP1), aber dies ist in hohem Maße abhängig von politischen Regulierungen, dem technologischen Fokus auf Klimaschutz und Anpassung, dem Verbraucherverhalten und der knappen lokalen Lebensmittelversorgung, auch wenn die Märkte offen und global vernetzt sind. Das BIP ist kein guter Indikator für die Ernährungssicherheit.
- Globale Lieferketten sorgen für wirtschaftliche Effizienz, verringern jedoch nicht das Risiko der Lebensmittelnot.



Laufende Aktivitäten und Ausblick



CR SON - Zielfelder

Zirkuläre Batterieproduktion

- Memorandum of Understanding zur Errichtung des **Recyclingzentrum Harz** für Lithium-Ionen-Batterien

Reallabor „Digitized Circular Economy“

- Forschungszentrum DIGIT: Projekte Use&Share, Re-Use&Repair, Recycle&Recover

Nutzbarmachung anthropogener Lagerstätten

- Aufarbeitung der Bergbau-Rückstände: Bergeteich am Bollrich

CO₂-arme Stahlproduktion inkl. Closed-Loop

- Salzgitter AG: Entwicklung innovativer Produkte und Prozesse als eigenständiger Marktführer für „Circular Economy Solutions“

CE-Geschäftsmodelle

- Start-Ups beschäftigen sich mit Use&Share, Reparaturnetzwerken, Product as a Service

Arbeitswelt in der Circular Economy

- Projekt KREIS beantwortet Fragen wie Arbeitsprozesse in einer CE verändert werden können

Bildung und Vermittlung

- Bildungsangebote zu „Nachhaltigen Umgang mit Elektrogeräten“, Schülerlabore und Workshops



Circular Region - Entwicklungen

TUC vertritt die Region SON in der Circular Cities and Regions Initiative CCRI, EU

Aktivitäten in der 9. Niedersächsischen Regierungskommission Circular Economy und dem Arbeitskreis Circular Society

Förderung für eine Modellregion als Circular Rural Region des Landkreis Goslar

Wertschöpfungsketten – Kartierung für die wichtigsten Sektoren

Entwicklung und Implementierung eines Scoring-Systems für die Transformation

Nominierung für den deutschen Nachhaltigkeitspreis 2025

- Ausrichtung der TUC auf Circular Economy in Forschung und Lehre



250 JAHRE TU CLAUSTHAL

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
Fragen?**

Scoring-System für die sozial-ökologische Transformation

Idee des Projekts

Entwicklung eines Score-Systems zur Messung der sozial-ökologischen Transformation auf Landkreis-Ebene.



Bündelung von Zielen

Rechtliche Rahmenbedingungen, deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, Klimaschutzpläne und regionale Ziele in ein Indikatorensystem überführen.



Ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung

Integration ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte, Circular Economy und Resilienz.

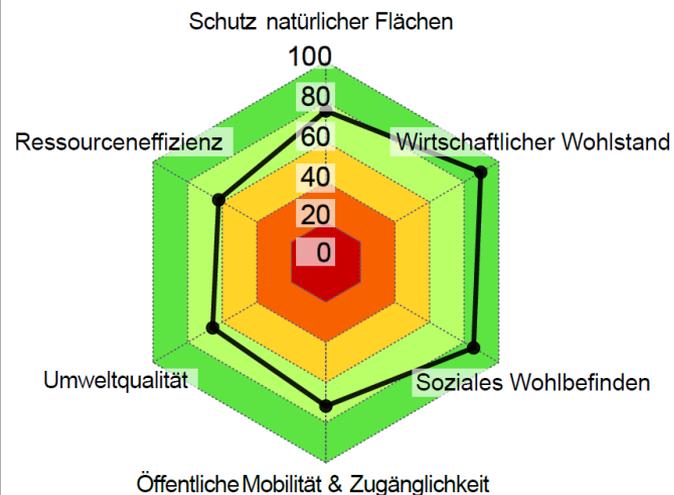
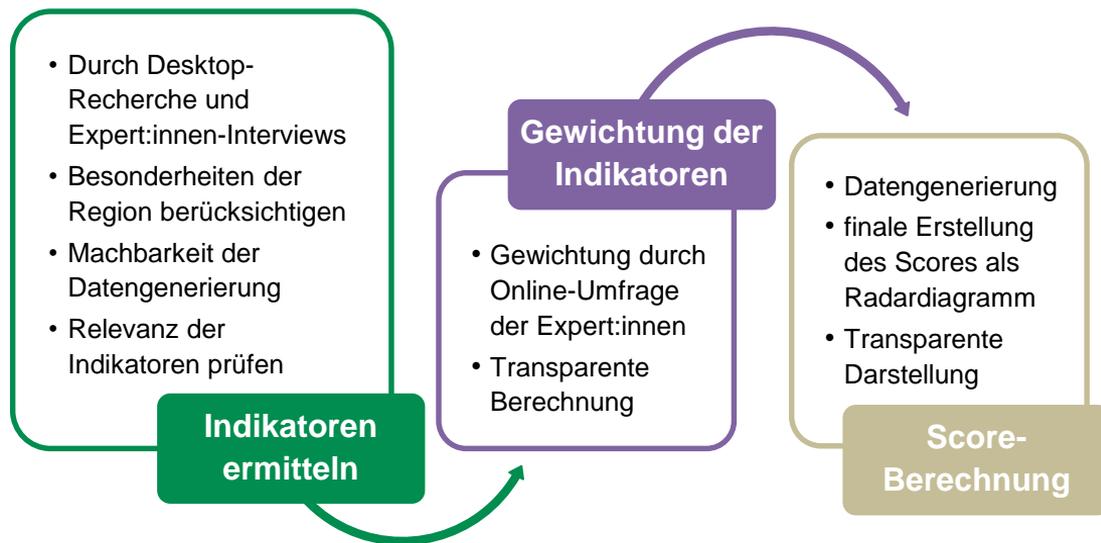


Interdisziplinäre Wissensbasis

Einbindung von Expert:innen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Zivilbevölkerung.



Scoring-System für die sozial-ökologische Transformation



Circular Region SüdOstNiedersachsen – nächste Schritte

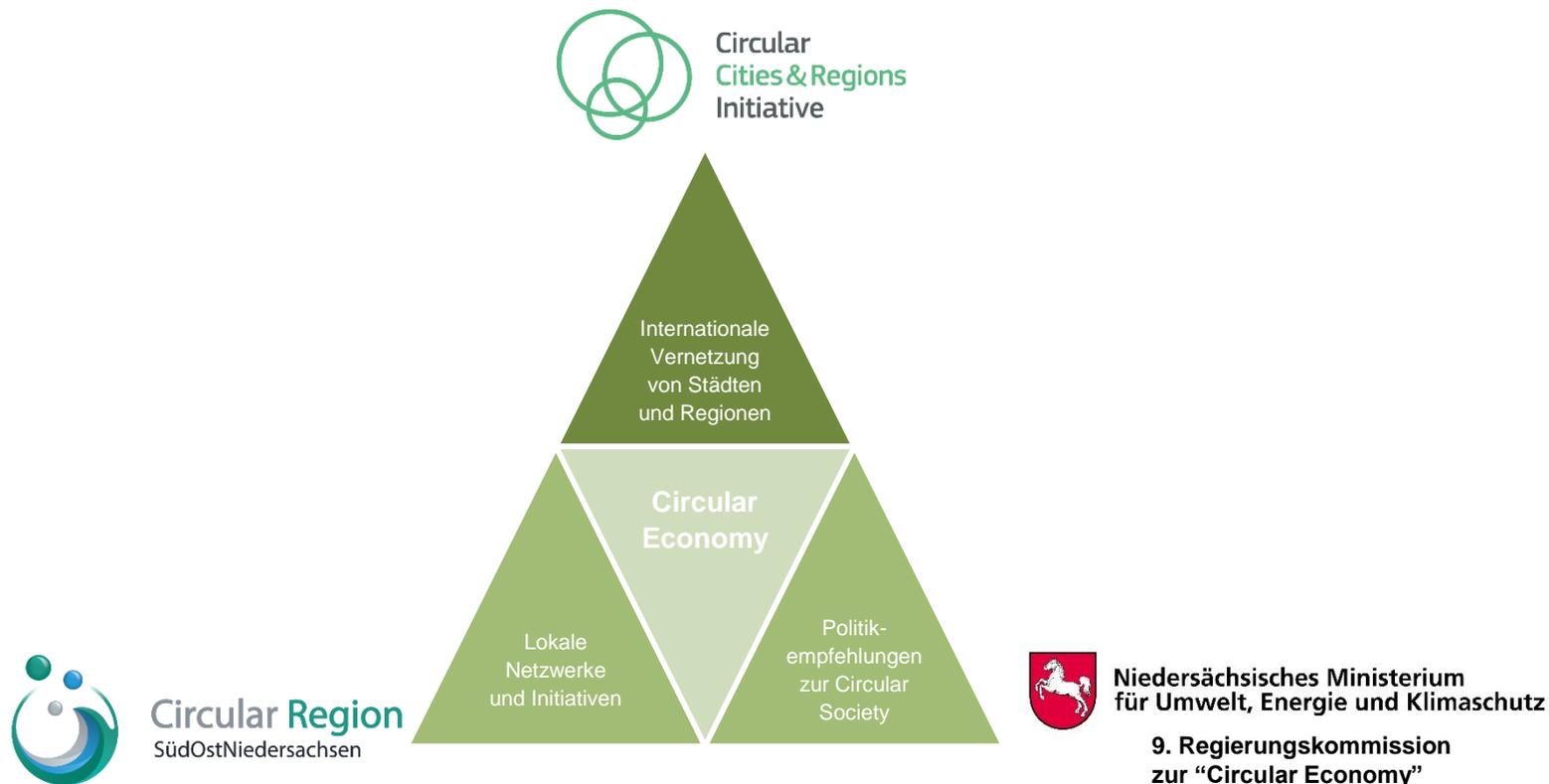




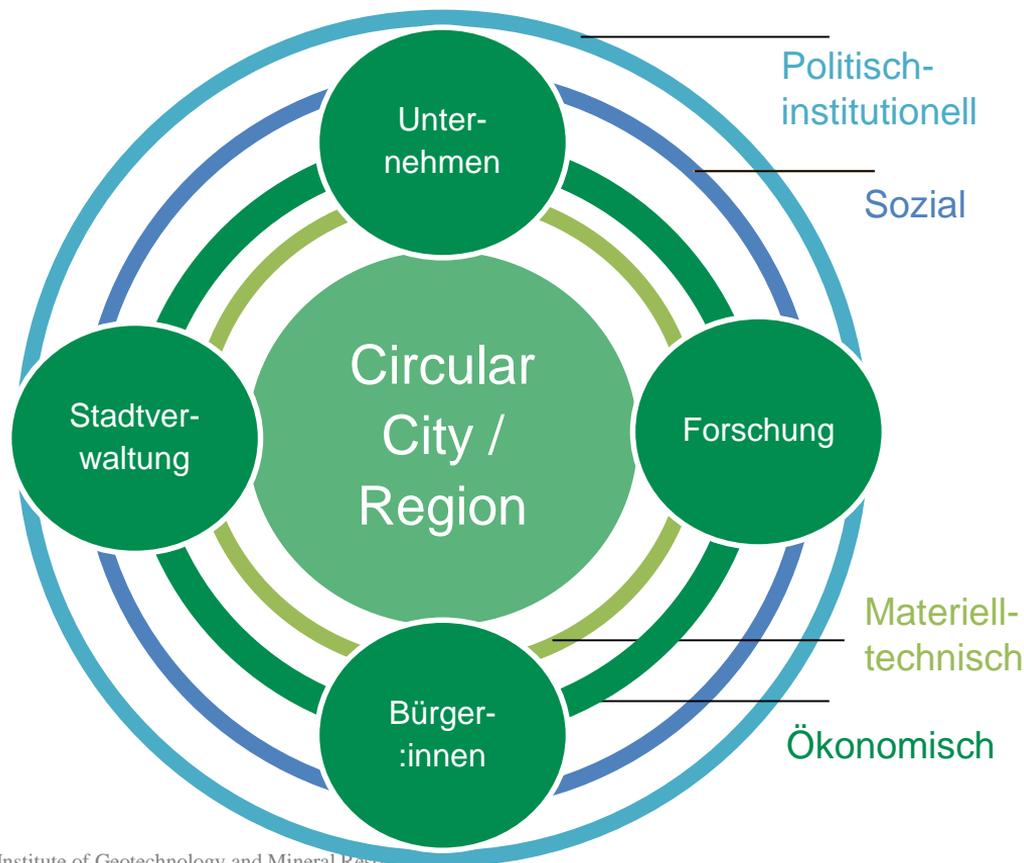
Quellen

- Global material flows and resource productivity: The 2024 update, J of Industrial Ecology, Volume: 28, Issue: 6, Pages: 2012-2031, First published: 22 November 2024, DOI: (10.1111/jiec.13593); <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jiec.13593>
- https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_curm_custom_17561765/default/table
- <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/circular-material-use-rate-in-europe-1736167767/circular-material-use-rate>
- https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?oldid=516747#Circularity_rate
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jiec.13593>

Schnittstellen und Ziele zwischen CR SON – CCRI – NS RK CE



Strukturwandel ist Ziel einer Circular Region



Ziele

- Ressourcenverbrauch reduzieren
- Abfälle vermeiden
- Materialien im Kreislauf halten
- Ökosysteme regenerieren
- Soziale Teilhabe und Lebensqualität stärken

Die Circular Economy ist ein Baustein um mit sozialer Transformations- und Regionalentwicklung eine Circular Region / Circular Society zu etablieren.

Ansatzpunkte für Kooperationen im CCRI

Vernetzung

- Austausch mit CCRI-Netzwerken um Synergien zu schaffen
- Aufbau von Kooperationen

Entwicklung von Projekten

- CO₂-reduzierte, grüne Stahlproduktion
- Zirkuläre Batterieproduktion
- Urban Mining und Recycling von Baumaterialien

Bereitstellung von Know-how

- Implementierung von CE-Geschäftsmodellen
- Nutzung von Methoden wie Materialflussanalyse und System Dynamics

Wissenstransfer

- Entwicklung von Bildungsangeboten, die das Bewusstsein für CE in der Region stärken
- Kommunikation von positiven Beispielen aus der Region, um gesellschaftliche Akzeptanz und Identifikation zu stärken

Integrierte Wertschöpfungsketten

- Identifikation von Synergien entlang der (Recycling-)Wertschöpfungskette
- Förderung der Urban-Industrial-Symbiosis