

Shorten up! Mit regionalen Kreisläufen zum resilienten Wirtschaftssystem

1. Einleitung

Die Wirtschaftssysteme der modernen Welt basieren auf dem globalen Handel, getrieben von der Nachfrage nach Rohstoffen, Lebensmitteln und Konsumgütern. Hieraus resultiert eine globale Verlagerung von Rohstoffen und Gütern aus dem produzierenden Gewerbe in erheblichen Mengen.

Es ist grundsätzlich davon auszugehen, dass es sich, im Gegensatz zur Kreislaufwirtschaft, um lineare Wirtschaftssysteme handelt, die zu einem Ungleichgewicht durch Abreicherung und Anreicherung führen. So führt der Export von Agrargütern zur Verlagerung von Nährstoffen, die nicht rückgeführt, sondern durch Dünger aus fossilen Quellen ausgeglichen werden.

Konsumgüter werden am Ende ihres Lebenszyklus oft nicht in einen Kreislauf rückgeführt. Und somit werden die Rohstoffe oft nicht aus diesen Gütern recycelt.

Dieser Mechanismus ist vor allem durch Gewinnungskosten von Rohstoffen und Transportkosten getrieben, die sich in der Regel günstiger darstellen als die Etablierung einer tatsächlichen zirkulären Wirtschaftsform. Grundsätzlich können hierzu folgende Thesen formuliert werden:

- Die globalisierte Welt führt zu einem Ungleichgewicht der globalen Stoffhaushalte mit Folgen für Natur, Umwelt, den menschlichen Lebensraum und das soziale Gefüge des menschlichen Zusammenlebens.
- Die globalisierte Welt ist abhängig von globalen Stofftransporten und somit krisenanfällig. Rohstoffe sind oft nicht im eigenen Land vorhanden oder können nicht ökonomisch tragfähig erschlossen werden.
- Kurze, regional gestaltete Stoffkreisläufe können diesem Ungleichgewicht entgegenwirken, den menschlichen Lebensraum schützen, und zu mehr sozialer Gerechtigkeit führen.
- Kurze, regionale Stoffkreisläufe stärken die Resilienz durch Verminderung globaler Abhängigkeit.

Im Folgenden soll exemplarisch gezeigt werden, wie das aktuelle globale Wirtschaftssystem aufgebaut ist und welche Ansätze auf regionaler Ebene zu einer echten Kreislaufwirtschaft führen können.

2. Das aktuelle globale Wirtschaftssystem aus Sicht der Kreislaufwirtschaft und der Resilienz

Im Folgenden wird an zwei Beispielen die Situation im globalen Welthandel dargelegt, wobei der Schwerpunkt auf die Allokation von pflanzenbaulich bedeutsamen Nährstoffen gelegt wird. Hierdurch werden die Aspekte der globalen Stoffverlagerung deutlich. Diese Aspekte sind natürlich produktspezifisch und können nicht grundsätzlich verallgemeinert werden, jedoch zeigen sich die grundsätzlichen Mechanismen.

2.1 Globaler Handel von Mineraldünger

Mineraldünger stellt für die Landwirtschaft einen wichtigen Produktionsfaktor dar. Mineraldünger stammen dabei aus vorwiegend fossilen Quellen. Phosphor und Kalidünger werden direkt aus Lagerstätten gewonnen, während Stickstoffdünger in heutiger Zeit mittels Haber-Boschverfahren unter Einsatz von Erdgas erzeugt werden, wurden sie bis Anfang des 20. Jahrhunderts ebenfalls in großem Maßstab aus Lagerstätten (Guano) gewonnen.

► Abbildung 1 zeigt die Herkunft und Mengen des globalen Mineraldüngerhandels. Kalidünger stammen dabei vorwiegend aus Kanada und Osteuropa, während Phosphatdünger vorwiegend aus Lagerstätte in Afrika stammen (größtenteils aus Marokko mit 75% der globalen Phosphatreserven). Hauptimporteure sind vor allem Asien, Amerika und Europa, wobei Stickstoffdünger mengenmäßig überwiegen.

Es wird deutlich, dass die global verlagerten Nährstoffmengen einen erheblichen Umfang aufweisen. Da es sich besonders bei Phosphat um einen kritischen nicht substituierbaren Rohstoff handelt, sind die importierenden Länder vom Weltmarkt abhängig.



DBFZ

Dr. Peter Kornatz
peter.kornatz@dbfz.de

Karin Naumann
karin.Naumann@dbfz.de

Dr. Walter Stinner
walter.stinner@dbfz.de

FZ Jülich

Dr. Sascha Stark
sa.stark@fz-juelich.de

IZES

Dr. Joachim Pertagnol
pertagnol@izes.de

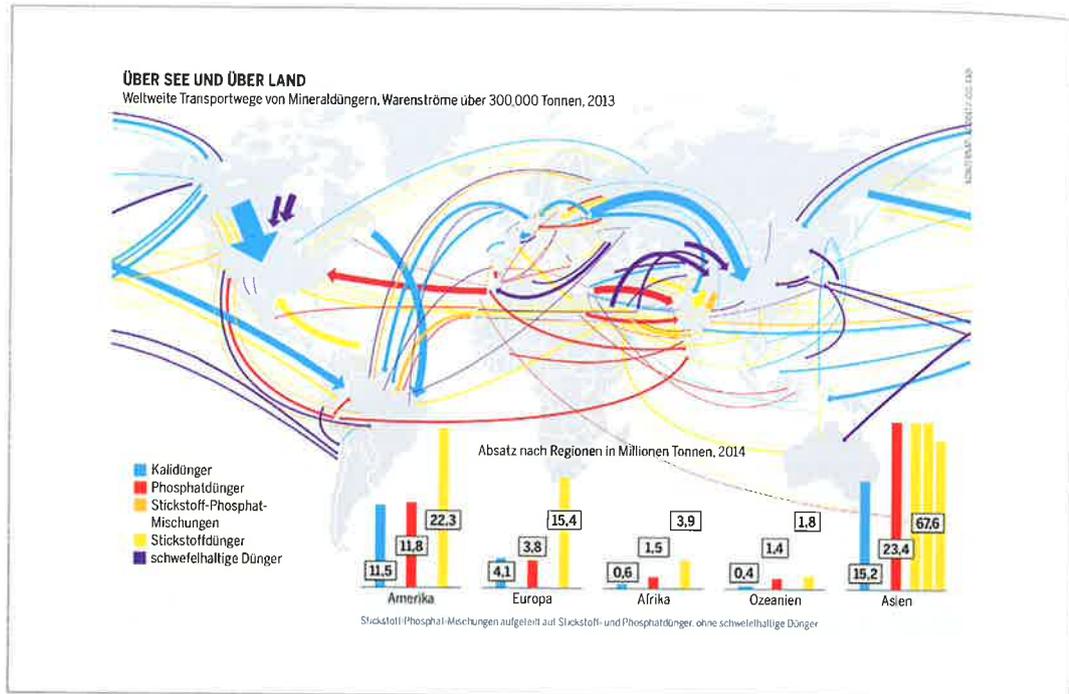
KIT

Prof. Dr. Dieter Stapf
dieter.stapf@kit.edu

► Abbildung 1

Mineraldüngerhandel 2013 (Warenströme über 300.000 Tonnen)

(Quelle: Konzernatlas, Daten und Fakten über Agrar- und Lebensmittelindustrie 2017, 3. Auflage 2017, Seite 19, Bartz/ Stockmar (https://www.boell.de/sites/default/files/konzernatlas2017_iii_web.pdf))



2.2 Globaler Handel von Soja

► Abbildung 2 zeigt den globalen Nettoim- und -export von Soja. Soja stellt ein wichtiges Nahrungs- und Futtermittel für die weltweite Agrarproduktion dar. Vor allem Brasilien, Argentinien, USA und Indien sind wichtige Nettoexporteure, während Europa, Asien und Afrika hauptsächlich importieren. Aufgrund der Soja-Mengen kommt es hier zu einer massiven Verlagerung von Nährstoffen.

► Abbildung 3 zeigt die Nährstoffbilanzen des Sojaanbaus an den Beispielen Brasilien und Argentinien. Die Nährstoffbilanzen geben deutliche

Hinweise auf den Abfluss und Zufluss von Nährstoffen, gleichwohl sie ihn nicht in Gänze abbilden.

3. Möglichkeiten zur Regionalisierung von Wirtschaftssystemen

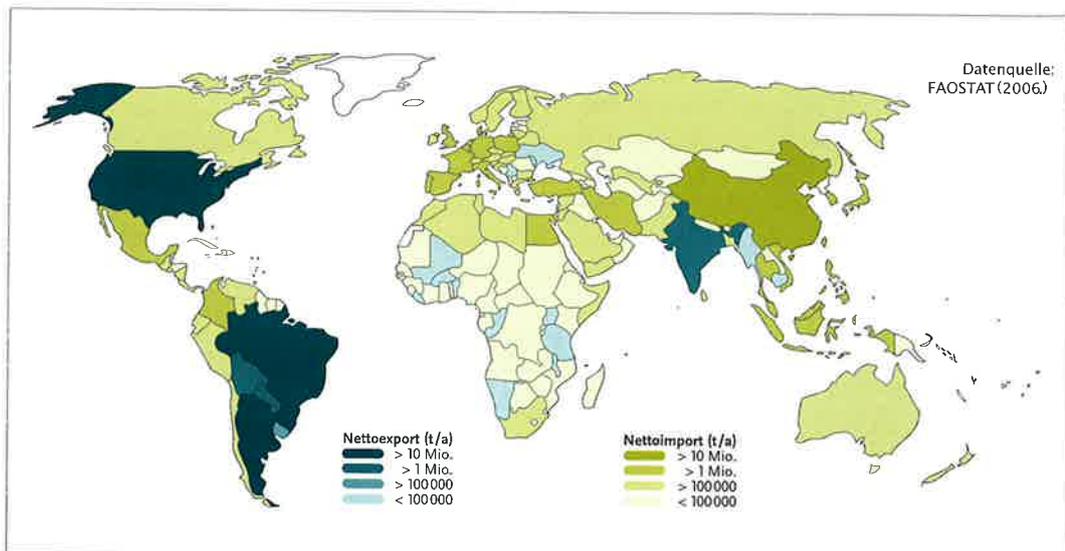
Das globalisierte Wirtschaftssystem mit seinen vielfältigen Handelsströmen mit hohen Massenbewegungen führt in seiner zumeist linearen Struktur zu einem Ungleichgewicht des globalen Stoffhaushalts. Grundsätzlich müssen hierfür globale Ansätze gefunden werden, die jedoch eine

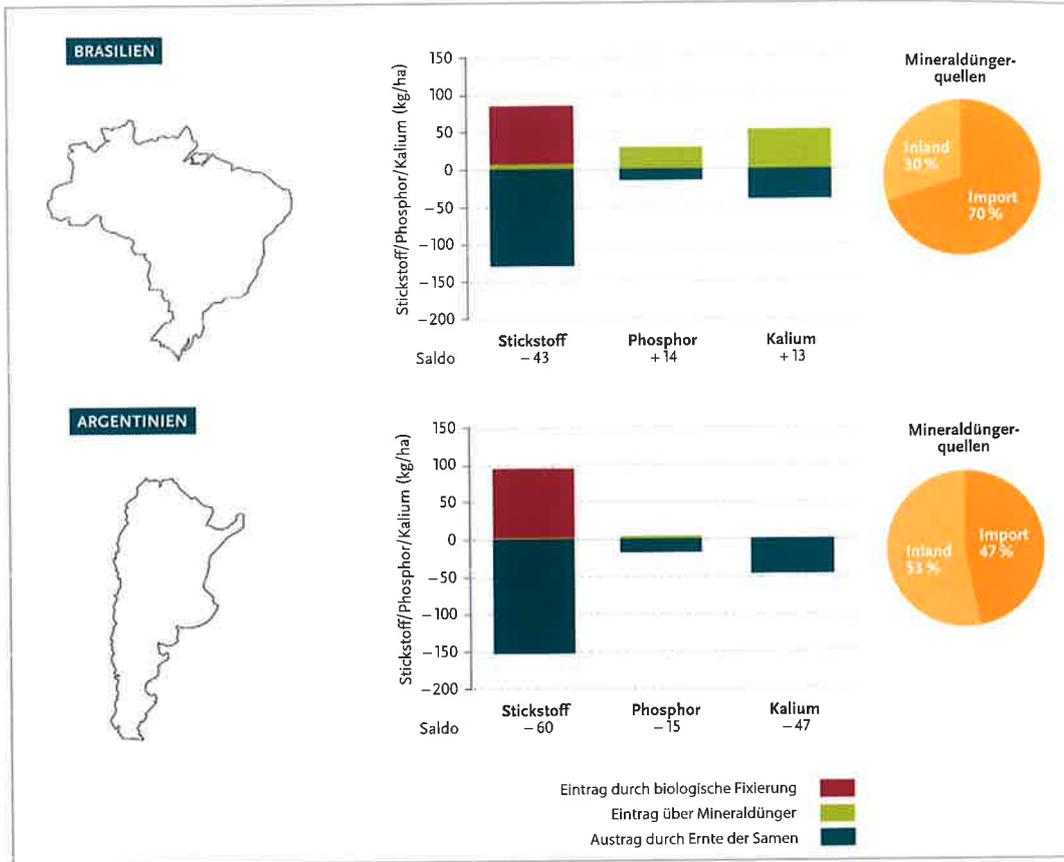
► Abbildung 2

Verlagerung von Nährstoffen:

Nettoexporteure und -importeure von Sojabohnen, -mehl und -öl im Jahr 2005.

(Quelle: Grenz et al. 2007, GAIA 16/3 (2007): 208-214)





► Abbildung 3

Nährstoffbilanzen:
 Nährstoffeinträge und -austräge sowie Quellen der Mineraldüngerversorgung im Sojaanbau Brasiliens und Argentiniens.

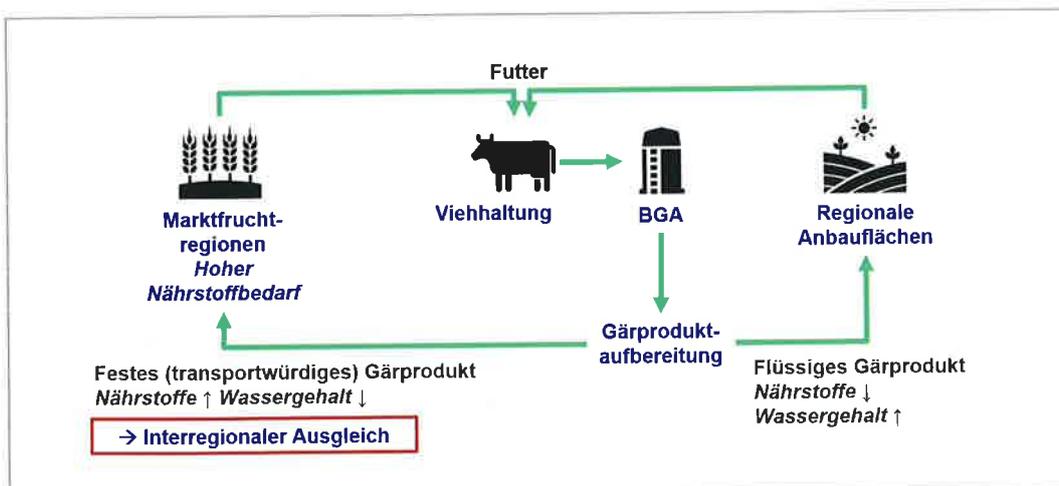
(Quelle: Grenz et al. 2007, GAIA 16/3 (2007): 208–214)

konsistente Interaktion aller Wirtschaftspartner unter fairen Bedingungen erfordert.

Regionale Ansätze innerhalb eines definierten Wirtschaftsraums zur Etablierung einer Kreislaufwirtschaft sind im ersten Ansatz einfacher zu realisieren und erfolgversprechend. Im Folgenden wird eine Auswahl an Ansätzen aufgezeigt, die sich vor allem mit landwirtschaftlichen Kreisläufen, aber auch mit neuen Materialien beschäftigen.

3.1 Nährstoffmanagement in Land und Abfallwirtschaft zur Etablierung geschlossener Kreisläufe

Vor allem die Produktströme in der Landwirtschaft können zu einem Ungleichgewicht in den Nährstoffbilanzen führen. Ein Beispiel hierfür ist der deutliche Unterschied zwischen Veredlungs- und Ackerbauregionen. Hierfür entwickelt das Projekt „Nährwert“¹ Lösungen zur umweltgerechten und kostengünstigen Verbesserung des Gärprodukt-

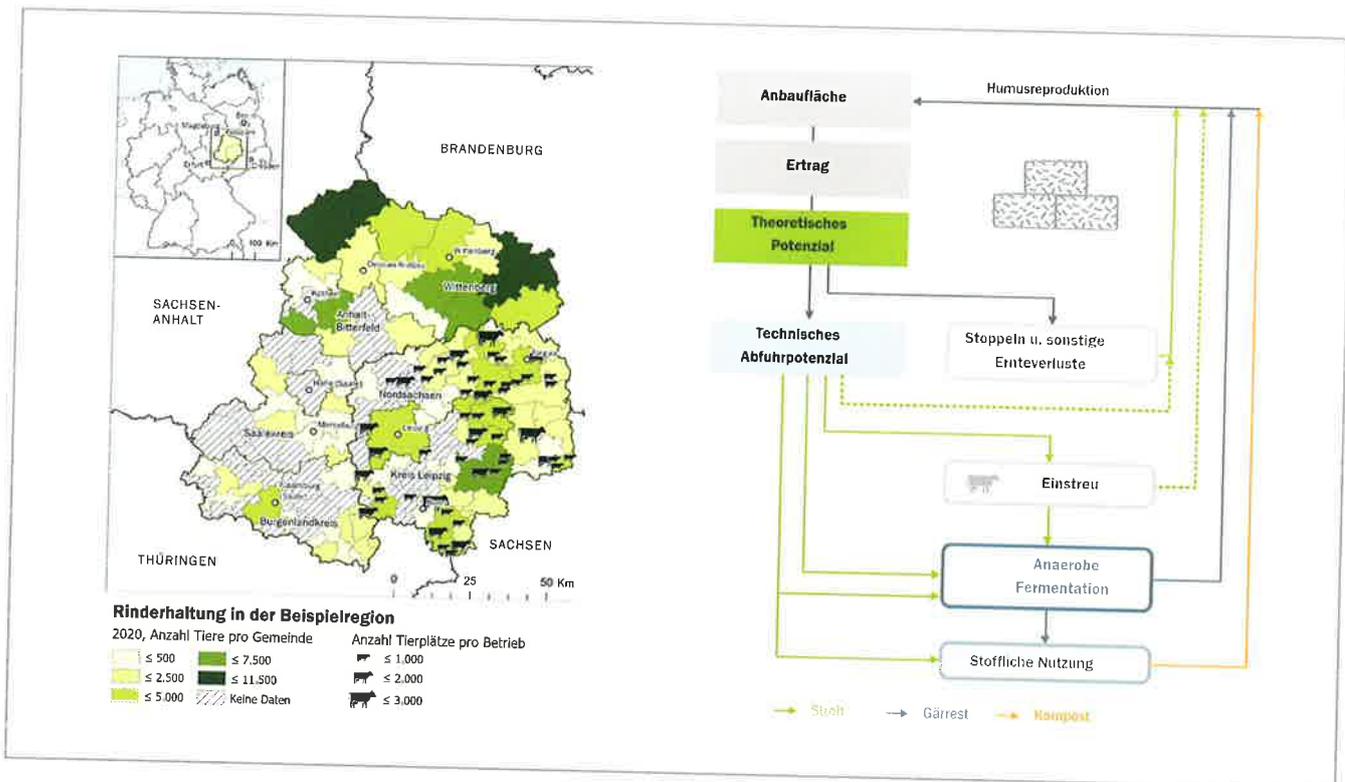


► Abbildung 4

Technisch unterstütztes Nährstoffmanagement im Verbund mit Biogasanlagen und Anbauregion durch interregionalen Austausch.

(Quelle: DBFZ 2023, Walter Stinner)

¹ <https://naehrwert.org/ueber-das-projekt/> (Beitrag von W. Stinner)



► **Abbildung 5**
Beispielhafte Darstellungen zur Analyse der Beispielregion und einem potenziellen Strohkreislauf.

(Quelle: Naumann, K.; Naegeli de Torres, F. (2024): Standortanalyse und Ressourcenverteilung für erneuerbares LNG im Verkehr. Fokusheft im Projekt Pilot-SBG, Leipzig: DBFZ. (in Vorbereitung))

managements als gesamtheitlichen Ansatz über managementseitige und technische Optionen. Hierbei werden vor allem die regionalen Nährstoffüberschüsse durch Biogasanlagen (BGA) kanalisiert, im Wert durch Aufbereitung gesteigert und interregional ausgeglichen (► Abbildung 4).

Gleichzeitig ist es von Bedeutung die Nutzung von recyceltem Dünger (RDF) zu forcieren um Nährstoffkreisläufe regional zu schließen. Hierfür müssen RDF besser an die landwirtschaftliche Praxis angepasst werden, damit Mineraldünger substituiert werden kann.

Im Projekt ReNu2Farm² wurde festgestellt, dass RDF keine negativen Auswirkungen haben und bei den Landwirten eine hohe Akzeptanz finden. Im Folgeprojekt ReNu2Cycle³ ist es Ziel, die Nachhaltigkeitsbewertung durchzuführen und den rechtlichen Rahmen zu evaluieren. Grundsätzlich wurden politische Regelungen zu RDF schon angepasst, jedoch muss ein verlässlicher Rahmen für ihren Einsatz gefunden werden. Hierzu sind auch Demonstrationsflächen als Vorzeigebjekte zur Schaffung von gesellschaftlicher und politischer Akzeptanz mit Dialogforen geplant.

Ein weiterer Ansatz zur ganzheitlichen Betrachtung der Nutzung von Bio-Ressourcen und grünem

Wasserstoff zur Bereitstellung von Methan als Kraftstoff und die stoffliche Verwertung von Gärresten, ist das Pilot-SBG⁴ Vorhaben (► Abbildung 5). Zentraler Bestandteil des Forschungs- und Demonstrationsvorhabens sind die Planung und Errichtung sowie der erfolgreiche Versuchsbetrieb einer Pilotanlage im Technikumsmaßstab. Das Konzept verbindet sowohl etablierte als auch innovative Technologien und verarbeitet biogene Reststoffe, Nebenprodukte und Abfälle sowie grünen Wasserstoff für die Bereitstellung von erneuerbarem Methan als Hauptprodukt und wertigen Nebenprodukten wie Gärresten und chemischen Grundstoffen. Die begleitende Machbarkeits- und Standortanalyse für die Kommerzialisierung beinhaltet u.a. die Quantifizierung und Lokalisierung der Ressourcen, resultierender Methanpotenziale, vorhandener Infrastruktur sowie bestehender Marktmechanismen für die beispielhafte Betrachtungsebene Mitteldeutschland.

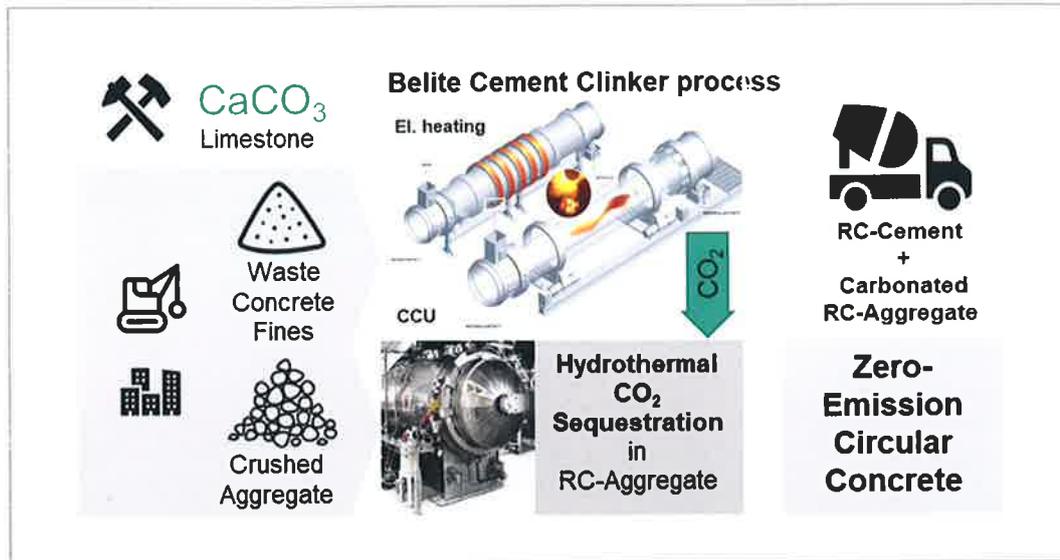
3.2 Regionale Bioökonomie als strategisches Ziel

Konkrete Umsetzungsmaßnahmen müssen in eine übergeordnete Strategie eingebettet werden, um die bestmögliche Lösung, bei limitierten Ressourcen und für eine höchstmögliche gesellschaftliche Akzeptanz, zu finden. Hierfür hat das Land Nordrhein-Westfalen

² <https://www.renu2farm.eu/de/home/> (Beitrag von J. Pertagnol)

³ <https://renu2cycle.nweurope.eu/> (Beitrag von J. Pertagnol)

⁴ <https://www.dbfz.de/projektseiten/pilot-sbg/start>



► Abbildung 6

Klimaneutraler Recycling-Zement (RC) durch neues Belit-Zementklinkerverfahren

(Quelle: KIT)

eine Neuausrichtung seiner Bioökonomiestrategie auf den Weg gebracht. Ziel ist es vor allem, regionale bioökonomische Potenziale darzustellen sowie Visionen, Projekte und Cluster zu identifizieren. Dabei sind die regionalen, strukturellen und wirtschaftlichen Gegebenheiten in besonderem Fokus, um gezielt Bioökonomiecluster zu etablieren. Hierfür ist ein ausgeprägtes Netzwerk über die Kreis- und Landesgrenzen hinaus unabdingbar. Perspektivisch soll sich Nordrhein-Westfalen als Vorreiter für einen global nachhaltigen Konsum etablieren. Hierfür ist eine Bioökonomie-Taskforce empfehlenswert um alle Akteure einzubinden.

3.3 Ansätze zur Kreislaufwirtschaft in der Industrie

Sieben Prozent der globalen CO₂-Emissionen stammen aus der Zementindustrie. Die Emissionen sind dabei überwiegend durch die Entsäuerung des Primärrohstoffs Kalkstein bedingt und nur zu geringerem Anteil auf die Verwendung fossiler Brennstoffe zurückzuführen. Hierdurch ist es unabdingbar, neue Verfahren zur Erzeugung von Zement zu entwickeln, die den Einsatz von Primärressourcen vermeiden.

Das Projekt Zero-Emission Circular Concrete⁵ hat hierfür einen Recycling-Zement durch ein neues Belit-Zementklinkerverfahren entwickelt (► Abbildung 6).

Durch den Einsatz regionaler Betonabfälle können die Prozessemissionen um 55% reduziert werden. Gleichzeitig wird Kohlenstoff in den rezyklierten Zuschlagsstoffen festgelegt. Mit dem Verfahren werden Primärrohstoffe geschont und gleichzeitig klimawirksamer Kohlenstoff aus dem Kreislauf entzogen.

4. Fazit und Ausblick

Globale Lösungen sind das Langzeitziel, um die Problematik der globalen Stoffströme zu lösen. Regionale Konzepte stellen hierfür einen wichtigen Baustein dar. Grundsätzlich ist eine Umstellung der Wirtschaftssysteme auf kurze geschlossene Kreisläufe möglich. Die Umstellung auf regionale Kreisläufe wird in Zukunft die Resilienz stärken, da globale Kreisläufe wesentlich abhängiger von globalen Handelsrouten und Transportwegen sind, die leicht gestört werden können, sei es durch Naturereignisse, technische Zwischenfälle oder politisch getriebene Konflikte.

Für die Zukunft ist es unabdingbar, ein System des nachhaltigen Konsums und der Produktion zu etablieren. Dabei müssen sich Konsum und das menschliche Handeln generell an den Grenzen der natürlichen Ressourcen und nachhaltigen Kreisläufen orientieren. Technologien können dabei nicht die alleinige Lösung sein, doch in Verbindung mit der Änderung des menschlichen Handelns können sie einen wichtigen Beitrag leisten.

⁵ Stemmermann et al. 2023, V International Conference Progress of Recycling in the Built Environment, e-ISBN: 978-2-35158-238-1 <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000165533>