

*Abschlussbericht* | Mai 2022

# NRW 2030: Von der fossilen Vergangenheit zur zirkulären Zukunft

Impuls für eine wirtschaftspolitische  
Agenda

---

*Dr. Henning Wilts*

*Dr. Holger Berg*

*Nicole Seyring*

*Tilmann Vahle*

*Sophie Herrmann*

*Marlene Kick*

*Prof. Dr. Thomas Müller-Kirschbaum*



Dieser Bericht ist Ergebnis des Projektes „NRW 2030: Von der fossilen Vergangenheit zur zirkulären Zukunft“. Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

**Projektlaufzeit:** Oktober 2021– April 2022

**Projektkoordination:**

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

Dr. Henning Wilts, Wuppertal Institut

[henning.wilts@wupperinst.org](mailto:henning.wilts@wupperinst.org)

**Projektpartner:**

SYSTEMIQ

Tilmann Vahle

[tilmann.vahle@systemiq.earth](mailto:tilmann.vahle@systemiq.earth)

Circular Valley Stiftung

Prof. Dr. Thomas Müller-Kirschbaum

[tmk@tmk-expertise.de](mailto:tmk@tmk-expertise.de)

---

**Impressum**

**Herausgeberin:**

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

Döppersberg 19

42103 Wuppertal

[www.wupperinst.org](http://www.wupperinst.org)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>6</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>7</b>
<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>1 Vision eines zirkulären Nordrhein-Westfalens</b>	<b>10</b>
1.1 Rückblick aus 2030: Wie die zirkuläre Wertschöpfung als neues Wirtschaftsverständnis NRW verändert hat	10
1.2 Im Detail: NRW 2030 aus der Systemperspektive	12
1.2.1 <i>Wohnen</i>	14
1.2.2 <i>Intermodale Mobilität</i>	14
1.2.3 <i>Konsumgüter</i>	15
1.2.4 <i>Ernährung</i>	15
1.2.5 <i>Industrielle Fertigung und Materialien</i>	16
1.2.6 <i>Energie</i>	17
1.2.7 <i>Natur/ Biomasse</i>	17
1.3 Motivation: NRW in 2022. Stärken und Schwächen als Ausgangslage für die zirkuläre Vision	18
<b>2 Grundlagen dieser Vision: Status Quo Analyse der zirkulären Wertschöpfung in NRW</b>	<b>19</b>
2.1 Ausgangslage	19
2.2 Initiativen, Plattformen und Projekte zur zirkulären Wertschöpfung in NRW	20
2.3 Status Quo der zirkulären Wertschöpfung in verschiedenen Wertschöpfungsketten	27
2.4 Zirkuläre Wertschöpfung im Fokus der Hochschullandschaft NRW	49
2.4.1 <i>Recherche</i>	49
2.4.2 <i>Abfrage</i>	50
2.4.3 <i>Ergebnisse</i>	51
2.4.4 <i>Studieninhalte</i>	52
2.4.5 <i>Forschungsinhalte</i>	55
2.5 Förderstrukturen der zirkulären Wertschöpfung in NRW	58
2.5.1 <i>Recherche</i>	58
2.5.2 <i>Förderprogramme</i>	58
2.5.3 <i>Horizon 2020</i>	61
2.6 Stärken/Schwächen Profil	65
<b>3 Von der Vision zu Wirklichkeit – Roadmap zur zirkulären Wertschöpfung in NRW 2030</b>	<b>76</b>
3.1 Kontext und Herangehensweise	76
3.2 Konkrete Maßnahmen zur Erreichung der Vision	77
3.3 Kennzahlen zum Umsetzungsprozess der Maßnahmen	84

3.3.1	<i>Ansatz und Methodik</i>	86
3.3.2	<i>Konkrete Kennzahlen zu Ergebnissen der zirkulären Transformation</i>	88
3.3.3	<i>Konkrete Kennzahlen zur Schaffung der Voraussetzungen einer zirkulären Transformation</i>	91
3.4	Priorisierung und Sequenz der Einzelmaßnahmen	97
3.5	Ausblick	97
<b>4</b>	<b>Annex</b>	<b>99</b>
	Analyse Hochschulangebote zur zirkulären Wertschöpfung	99
4.1	Fragebogen Hochschulangebote	99
4.2	Liste der teilnehmenden Hochschulen	101
4.3	Steckbriefe Hochschulangebote	102
4.3.1	<i>Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft</i>	104
4.3.2	<i>Bergische Universität Wuppertal</i>	105
4.3.3	<i>Cologne Business School</i>	108
4.3.4	<i>Fachhochschule Aachen</i>	110
4.3.5	<i>Fachhochschule Bielefeld</i>	113
4.3.6	<i>Fachhochschule der Wirtschaft</i>	116
4.3.7	<i>Fachhochschule des Mittelstands</i>	117
4.3.8	<i>Fachhochschule Dortmund</i>	118
4.3.9	<i>Fachhochschule Münster</i>	121
4.3.10	<i>Fachhochschule Südwestfalen</i>	124
4.3.11	<i>Fernuniversität Hagen</i>	126
4.3.12	<i>Folkwang Universität der Künste</i>	127
4.3.13	<i>Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf</i>	130
4.3.14	<i>Hochschule Bochum</i>	132
4.3.15	<i>Hochschule Bonn-Rhein-Sieg</i>	135
4.3.16	<i>Hochschule des Bundes für öffentliche Verwaltung</i>	138
4.3.17	<i>Hochschule Düsseldorf</i>	139
4.3.18	<i>Hochschule Fresenius</i>	142
4.3.19	<i>Hochschule für Oekonomie &amp; Management</i>	143
4.3.20	<i>Hochschule Hamm-Lippstadt</i>	144
4.3.21	<i>Hochschule Niederrhein</i>	147
4.3.22	<i>Hochschule Rhein-Waal</i>	150
4.3.23	<i>Hochschule Ruhr West</i>	153
4.3.24	<i>International School of Management</i>	156
4.3.25	<i>Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn</i>	157
4.3.26	<i>Ruhr-Universität Bochum</i>	158
4.3.27	<i>RWTH Aachen</i>	161
4.3.28	<i>SRH Hochschule für Logistik und Wirtschaft</i>	164
4.3.29	<i>Technische Hochschule Georg Agricola</i>	166
4.3.30	<i>Technische Hochschule Köln</i>	167
4.3.31	<i>Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe</i>	170
4.3.32	<i>Technische Universität Dortmund</i>	173
4.3.33	<i>Universität Duisburg-Essen</i>	176
4.3.34	<i>Universität Paderborn</i>	179
4.3.35	<i>Universität Siegen</i>	182
4.3.36	<i>Universität Witten/Herdecke</i>	184
4.3.37	<i>Universität zu Köln</i>	185

	<i>4.3.38 Westfälische Hochschule</i>	<i>186</i>
	<i>4.3.39 Westfälische Wilhelms-Universität Münster</i>	<i>189</i>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>192</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Förderprogramme mit Fokus auf die Circular Economy -----	59
Tabelle 2: Förderprogramme, die Circular Economy neben anderen Themen fördern -----	59
Tabelle 3: Top 5 EU-Länder mit den höchsten Förderzuschüssen für „circular“-Projekte -----	62
Tabelle 4: Europaweite Akteure mit Förderungen zu Circular Economy-Projekten -----	62
Tabelle 5: Wichtige Akteure in NRW mit Horizon 2020-Förderung -----	63
Tabelle 6: Übersichtstabelle zu Stärken und Schwächen -----	75

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Circular Economy Action Plan, Quelle: Europäische Union (2020).-----	20
Abbildung 2: Zusammenhang zwischen den unterstützenden Systemen in den Sektoren, Quelle: Eigene Darstellung. -----	27
Abbildung 3: Vergleich Umfrage- und Rechercheergebnisse, Quelle: Eigene Darstellung. -----	51
Abbildung 4: Studieninhalte im Themenbereich zirkuläres Wirtschaften (Gesamt: 144), Quelle: Eigene Darstellung. -----	54
Abbildung 5: Vermittelte Kompetenzen, Quelle: Eigene Darstellung. -----	54
Abbildung 6: Forschungsinhalte im Themenbereich zirkuläres Wirtschaften, Quelle: Eigene Darstellung.-----	57
Abbildung 7: Anzahl der Förderprogramme mit Fokus/teilweise Fokus auf Circular Economy, Quelle: Eigene Darstellung. -----	60
Abbildung 8: Begrifflichkeiten, die in den Förderprogrammen genutzt werden, Quelle: Eigene Darstellung.-----	61
Abbildung 9: Vergleich der geförderten Institutionen im Vergleich zur Niederlande und Belgien, Quelle: Eigene Darstellung. -----	63
Abbildung 10: Verteilung des Fördervolumens innerhalb NRW, Quelle: Horizon 2020 Datenbank. -----	64
Abbildung 11: Abbildung SEQ Abbildung \* ARABIC 11: Entwicklung der Rohstoffproduktivität in NRW; 1994-2019, Quelle: UGdL (2022). -----	68
Abbildung 12: Logo der Berliner Re-Use Initiative, Quelle: Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz Berlin (o. J.). -----	70
Abbildung 13: Branchen der NRW Startups, Quelle: Kollmann et al. (2019). -----	72
Abbildung 14: Maßnahmenvorschläge im Rahmen der Roadmap ZW NRW 2030, Quelle: Eigene Darstellung.-----	77
Abbildung 15: Bezugsrahmen für Circular-Economy-Zielsetzungen und Metriken auf nationaler Ebene-----	85
Abbildung 16: EU Circular Economy Monitoring Framework, Quelle: Eurostat (o. J.). -----	86
Abbildung 17: Circular Material Use Rate im EU-Durchschnitt und ausgewählten Mitgliedsländern in 2020, Quelle: Eurostat (2021). -----	88
Abbildung 18: Zirkuläre Wertschöpfung in Amsterdam, Quelle: Bastein et al. (2016). -----	90
Abbildung 19: Digitale Readiness der sechs Leitmärkte der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz in Deutschland, Quelle: BMUV (2018).-----	94
Abbildung 20: Maßnahmen zur Umsetzung der Roadmap Zirkuläre Wertschöpfung NRW, Quelle: Eigene Darstellung. -----	97

## Einleitung

Die Wirtschaft der Zukunft wird zirkulär sein. Wirtschaftliches Handeln wird bestrebt sein, die natürlichen Ressourcen zu erhalten und weiteren Schaden von Mensch und Natur fernzuhalten. Wohlstand soll möglich sein, ohne die natürlichen Grundlagen zu verbrauchen oder zu entwerten. Eine so verstandene Kreislaufwirtschaft setzt bereits bei der Frage an, wozu ein Produkt, eine Dienstleistung dienen soll – wie muss es gestaltet, geformt sein? Welches Material muss verwendet werden? Kann es als Service bereitgestellt werden, ohne materielle Gestalt annehmen zu müssen? Wie ist das Geschäftsmodell und wie ist der Nutzungspfad, der am Ende des Lebenszyklus sicherstellt, dass möglichst viele der eingesetzten Ressourcen Eingang in einen neuen Produktzyklus findet?

Die Transformation zu zirkulären Formen der Wertschöpfung ist nicht nur eine ökologische Notwendigkeit, sondern stellt für Nordrhein-Westfalen auch eine zentrale Voraussetzung für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit als Wirtschafts- und Industriestandort dar. Glücklicherweise befindet sich NRW in einer guten Position, um die Chancen zu nutzen, die sich aus dem Übergang hin zu einer Kreislaufwirtschaft ergeben. Das Land ist Heimat einer vielfältigen, gut qualifizierten Bevölkerung, verfügt über ein robustes Bildungs- und Gesundheitssystem und ein solides digitales Fundament.

Kulturell gesehen hat NRW eine Geschichte als Industrievorreiter - damit ist das Land gut aufgestellt, um in der deutschen Industrielandschaft ebenfalls eine Vorreiterrolle für Circular Economy zu übernehmen. Allerdings ist Nordrhein-Westfalen mit seiner aktuellen, stark auf Grund- und Energiestoffe ausgerichteten Industrie auch anfälliger als andere Bundesländer für Reibungen, die durch einen Systemwandel von der heutigen fossilen, linearen Wirtschaft zu einer erneuerbaren, zirkulären Wirtschaft entstehen könnten. Es bedarf daher eines gesamtheitlichen und über alle Ressorts hinweg abgestimmten, effektiven Maßnahmenkatalogs, der den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wandel Nordrhein-Westfalens hin zu einer klimaneutralen Circular Economy optimal steuert. Die Ansätze und Instrumente der klassischen Kreislaufwirtschaft reichen nicht aus; vielmehr muss das ganze Portfolio der Circular Economy genutzt werden. Insbesondere aber bedarf es einer klaren, motivierenden Vision, wie Nordrhein-Westfalen künftig aussehen soll: wie seine Bürger leben, seine Unternehmen wirtschaften, seine Bildungseinrichtungen lehren und forschen könnten, wenn der Übergang zur Circular Economy erfolgreich eingeleitet ist. Denn nur ein gemeinsames Verständnis ermöglicht es allen, zusammen auf eine solche vielverheißende Zukunft hinzuwirken.

Das Wirtschaftsministerium von Nordrhein-Westfalen möchte daher mit dieser Studie einen Impuls für eine wirtschaftspolitische Agenda geben, um die Circular Economy zu unterstützen. Die hier vorgelegte Roadmap für den Weg aus der fossilen Vergangenheit in Richtung einer zirkulären Zukunft formuliert daher eine Grundlage für NRWs Antwort auf den Europäischen Grünen Deal und den daraus resultierenden EU Circular Economy Action Plan, die die Ambitionen Europas für eine Wirtschaft innerhalb der planetaren Grenzen darlegen. Die Roadmap soll auch als Grundlage für den Dialog zwischen den zentralen Stakeholdern in NRW dienen, einschließlich der Industrie.

Die Roadmap beinhaltet eine Vision für die zirkuläre Zukunft im Jahr 2030. Die Vision basiert auf einer umfassenden Analyse des Status Quo in NRW. Den inhaltlichen Kern bildet das Kapitel 3, das in verschiedenen Handlungsfeldern konkrete Maßnahmen entwickelt, wie der Übergang vom Status Quo zur Vision gelingen kann.

# 1 Vision eines zirkulären Nordrhein-Westfalens

## 1.1 Rückblick aus 2030: Wie die zirkuläre Wertschöpfung als neues Wirtschaftsverständnis NRW verändert hat

Wir schreiben das Jahr 2030 und NRW hat sich auf den Weg zu einer Circular Economy gemacht. Entsprechend der Definition als ein Wirtschaftssystem, das einen systemischen Ansatz zur Aufrechterhaltung eines Kreislaufs von Ressourcen verfolgt, die ihren Wert bewahren oder steigern<sup>1</sup> – wurden mit der Strategie zur zirkulären Wertschöpfung 2022 zentrale Weichen gestellt. Dabei wurde auf den bestehenden Grundlagen der frühen 2020er Jahre aufgebaut. Der wirtschaftliche Neuaufbruch hin zu einer Circular Economy hat NRW auf den für 2030 beschlossenen Kohleausstieg vorbereitet.<sup>2</sup> Der Strukturwandel ist im vollen Gange und hat eine **Stimmung des Aufbruchs** geschaffen.

Nicht nur auf internationaler Ebene mit dem **Europäischen Grünen Deal** und dem **Circular Economy Action Plan**, sondern auch auf der Landesebene gibt es nun mit der **NRW Innovationsstrategie und der Circular Economy Strategie** sich gegenseitig verstärkende Initiativen zur Unterstützung der Kreislaufwirtschaft. Die **enge Vernetzung der Initiativen** auf Landesebene, und darüber hinaus auch mit den **Nachbarländern Belgien und den Niederlanden**, sorgen nicht nur dafür, dass über Landesgrenzen hinweg ein gemeinsames Zielbild politisch umgesetzt, sondern auch neue Formen der Zusammenarbeit entlang ausgewählter Wertschöpfungsketten realisiert wurden.

**Circular Economy als wirtschaftspolitisches Leitbild** hat sich als erfolgreich erwiesen, hat es doch dazu geführt, dass mit **geringerem Ressourceneinsatz** und entsprechenden Kosten **größerer wirtschaftlicher Mehrwert** geschaffen werden kann. Der Übergang hin zu **biobasierten Rohstoffen** (Bioökonomie) wurde forciert und die **lokale Wertschöpfung** sowie die **Importunabhängigkeit von Ressourcen wurde gesteigert**. Negative **Nebeneffekte der Ressourcennutzung werden dadurch minimiert** und somit die Gesundheit von Umwelt und Mensch verbessert. Für die Bevölkerung ist es möglich, bei geringeren Ausgaben gleiche und **bessere Lebensbedingungen** zu erzielen und **hochwertige Arbeitsplätze** sind entstanden.<sup>3</sup>

In allen Bereichen der Gesellschaft und Wirtschaft zeigen sich **erste Erfolge**, mit positiven Effekten auf die wirtschaftliche Entwicklung und den lokalen Arbeitsmarkt, Reduktion der Ressourcennutzung, Verbesserung der Recyclingfähigkeit und verbesserter sozialer Teilhabe. Anfang 2022 hatte die Bundesregierung angekündigt, den Wirtschaftsbericht über den bis dato gültigen Standard des BIP zu erweitern; im Sinne dieser **erweiterten Wohlstandsmessung**<sup>4</sup> ist der Beitrag der Circular Economy nicht nur am BIP, sondern auch am Klimaschutz, am reduzierten Einsatz von

<sup>1</sup> „An economic system that uses a systemic approach to maintain a circular flow of resources by regenerating, retaining or adding to their value, while contributing to sustainable development“, Vgl. ISO

<sup>2</sup> Vgl. Handelsblatt. Neuer NRW-Regierungschef peilt Kohleausstieg schon 2030 an. Erschienen am 03.11.2021

<sup>3</sup> Vgl. Landesregierung Nordrhein-Westfalen, 2021.

<sup>4</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022.

Primärrohstoffen und an der Verringerung der sozialen Ungleichheit für das Bundesland NRW messbar. Aufbauend hierauf wurde das Steuerungsinstrumentarium der Landesregierung aktualisiert und auf systemische Ressourcenproduktivität ausgerichtet.

NRWs **Innovationsstrategie** 2021 wurde genutzt und weiterentwickelt, um die wirtschaftliche Entwicklung in Richtung CE zu steuern – die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung haben sich auf bis zu 3,5 Prozent des Bruttoinlandsprodukts erhöht und neue Prozesse wurden bereitgestellt, um Unternehmen dabei zu unterstützen, die notwendigen Innovationen zu erzeugen. Mit einem signifikanten Anteil an Forschungsgeldern für die Circular Economy hat Nordrhein-Westfalen sich bundesweit und darüber hinaus als Innovationstreiber für CE etabliert, das hoch innovative (mittelständische) Unternehmen und Startups sowie exzellente Forschungseinrichtungen und Universitäten fördert.<sup>5</sup>

Nach einer Zeit zunehmender geopolitischer Unruhen, daraus resultierenden Lieferengpässen, und geänderten Konsumentenverständnis wurde erkannt, dass kein Unternehmen mehr ohne Berücksichtigung von Auswirkungen von Ressourcenabhängigkeiten und Effekten der Klimakrise in Geschäftspraktiken erfolgreich bestehen kann. So hat sich die Circular Economy für in NRW tätige Wirtschaftsakteure vom theoretischen Konstrukt zu gelebter Praxis weiterentwickelt. Das heißt beispielsweise, dass es mittlerweile übliche Praxis in Unternehmen im Automobilsektor ist, Wertschöpfungskettenrisiken aktiv zu erheben, zu managen und auch transparent zu berichten; sowie ihre Unternehmensstrategie und Produktportfolios entlang zirkulärer Geschäftsmodelle auszurichten. So bieten viele Sharing-Konzepte an und haben Kapazitäten zur Reparatur und Wiederaufbereitung von Fahrzeugteilen entwickelt. Mit einer äußerst hohen Dichte an Verbraucher\*innen und Produzent\*innen in NRW entstehen insbesondere für **Unternehmen** durch die CE **zahlreiche Chancen**: die Entwicklung neuer Materialien, Produkte und Verfahren zur Weiterverwendung und Wiederaufbereitung verändert Wertschöpfungsketten und bringt neue, digitale Geschäftsmodelle hervor. Produkte werden bereits bei ihrer Entwicklung auf eine Wieder- und Weiterverwendung konzipiert. Die Circular Economy wurde so zu einem **industriepolitischen Innovationsprogramm**, das eine **Neuausrichtung NRWs nach dem fossilen Zeitalter** ermöglicht.

Um für Unternehmen die Herausforderungen der Kreislaufwirtschaft zu minimieren und den Übergang hin zu zirkulären Geschäftsmodellen zu fördern, wurden **regionale Wirtschafts- und Marktinstrumente** eingeführt und die Einführung neuer regulatorischer Instrumente und Standards auf **Bundes- und internationaler Ebene im Interesse NRWs vorangetrieben**. Die Landesregierung hat auch auf Bundesebene ihr Mandat genutzt, um **rechtlich erforderliche Anpassungen** (z.B. des Abfallrechts) vorzunehmen, die bereits zu einem messbaren Anstieg von CE-bezogenen Innovationen führen. Außerdem wurden Informationsinstrumente erfolgreich dafür genutzt, Bürger\*innen für diese Transformation zu sensibilisieren und aktiv teilnehmen zu lassen.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2021a.

<sup>6</sup> Vgl. Circular Economy Initiative Deutschland, CEID, 2021.

## 1.2 Im Detail: NRW 2030 aus der Systemperspektive

**Die Umsetzung zirkulärer Strategien ermöglicht neue Wertschöpfungsansätze**, die nicht nur in bisherigen Sektoren entstehen, sondern sich vor allem durch die Verbindung dieser zeigen.<sup>7</sup> Beispiele hierfür sind Aktivitäten wie *Reverse logistics*, *IT tracking & tracing*, sowie die Ausweitung des Dienstleistungssektors.

**Dadurch ist eine Vielzahl neuer Jobs entstanden**, in denen Beschäftigte aus dem Anfang der 2020'er ausgelaufenen Wirtschaftszweigen, wie beispielsweise aus der Kohleindustrie und entlang der Wertschöpfungskette der fossilen Mobilität, neue Entwicklungsmöglichkeiten finden.

**Die zirkulären Strategien sind so eng miteinander verwoben, dass sie eine systemische Perspektive erfordern, in der die Bedürfnisse der Bürger im Mittelpunkt stehen.**

Dem **Stand der Wissenschaft** folgend<sup>8</sup> hat die Landesregierung verstärkt eine systemische Perspektive zur Betrachtung der Wirtschaft zugrunde gelegt. Statt einzelne Sektoren getrennt voneinander zu analysieren, gilt das Interesse nunmehr wirtschaftlichen Systemen, die jeweils ein wesentliches Bedürfnis der Bürger\*innen darstellen und zudem material- und energieintensiv sind:

<b>Systeme zur Erfüllung menschlicher Bedürfnisse</b>	
<b>Wohnen</b>	Raum und Infrastruktur zum Wohnen, Arbeiten, Lernen und Entspannen, Wohnen im Einklang mit der Natur
<b>Intermodale Mobilität</b>	Schneller, zuverlässiger, komfortabler und erschwinglicher Zugang zu Verbindungen zur Arbeit, zu Freund*innen und zur Familie sowie für den Warentransport
<b>Konsumgüter</b>	Funktionale Bedürfnisse des täglichen Lebens, wie Kleidung und Hygieneartikel, die von keinem der anderen Ökosysteme abgedeckt werden
<b>Ernährung</b>	Zugang zu einer erschwinglichen, zuverlässigen, gesunden und pflanzlichen Lebensmittelversorgung

Um diese sozialen Bedürfnisse zu erfüllen, greift die Gesellschaft auf sogenannte „Befähiger“ zurück, d.h. auf Unterstützungssysteme, die diesen Ökosystemen zur Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse nützen: Industrielle Fertigung und Materialien, Energie, Natur/ Biomasse, Kollektive Dienstleistungen und Informationen

<sup>7</sup> Vgl. SYSTEMIQ, 2020.

<sup>8</sup> Vgl. UN IRP (forthcoming) Global Resources Outlook, 2022.

(siehe nachfolgende Übersicht). So wie natürliche Ökosysteme miteinander verflochten sind, so sind es auch wirtschaftliche Ökosysteme. Sie überschneiden sich und interagieren durch verschiedene Rückkopplungsschleifen; sie sind voneinander abhängig. Die Strukturierung einer Wirtschaft nach dem Vorbild dieser wirtschaftlichen Ökosysteme ermöglicht den politischen Entscheidungsträgern eine klarere Sicht auf die Verbindung zwischen diesen Systemen<sup>9</sup>.

<b>Unterstützende Systeme</b>	
<b>Industrielle Fertigung und Materialien</b>	Herstellung von Produkten und Vorprodukten inklusive der enthaltenen technischen und biologischen Materialien
<b>Energie</b>	Ausbau erneuerbarer Energiequellen und Speicherkapazitäten, um die Erfüllung aller sozialen Bedürfnisse zu ermöglichen
<b>Natur/ Biomasse</b>	Natur als Rückzugsort und Kraftspender für die Bevölkerung; Nutzung von regenerativen Rohstoffen (z.B. Holz) zur Erfüllung von Bedürfnissen wie etwa Wohnen, Konsumgüter.
<b>Kollektive Dienstleistungen</b>	Die sozialen Bedürfnisse, die im Allgemeinen kollektiv befriedigt werden, wie Bildung, Gesundheitsfürsorge, Sicherheit und soziale Sicherheit
<b>Informationen<sup>i</sup></b>	Verarbeitung von Informationen, Vernetzung und Kommunikation als zentraler Aspekt der heutigen Gesellschaft durch einen Mix aus Equipment und (digitalen) Technologien

*<sup>i</sup> Für die weiteren Systeme zur Erbringung kollektiver Dienstleistungen und Information wurde im Folgenden keine Vision entwickelt, da die bei der Erbringung solcher Dienstleistungen verwendeten Materialien und freigesetzten Emissionen in anderen Systemen berücksichtigt sind. Ein Beispiel ist die nachhaltige Energieversorgung von Servern als Teil des unterstützenden Systems „Informationen“.*

### **Die Entwicklung der Ökosysteme und unterstützenden Systeme in Nordrhein-Westfalen bis 2030**

Im folgenden Abschnitt werden mögliche Fortschritte zu einer Kreislaufwirtschaft in NRW bis 2030 aus der Systemperspektive dargestellt. In nachfolgenden Kapiteln werden die jeweiligen Maßnahmen zur Erreichung dieses Fortschritts erläutert.

<sup>9</sup> Vgl. SYSTEMIQ, 2020.

### 1.2.1 Wohnen

Der Einsatz zirkulärer Materialien, von Produkten und Dienstleistungen für Wohnraum und Infrastruktur ist auf dem Weg, zur neuen Normalität zu werden. Eine nachhaltigere Bewirtschaftung und effizientere Nutzung der eingesetzten Materialien im Wohnungsbau hat zu einer weitgehenden Eliminierung der Deponieabfälle geführt und ein Netto-Null-Verbrauch an Konstruktionsmaterialien über die gesamte Lebensdauer ist greifbar. Um die Kreislaufwirtschaft in die Realität umzusetzen, hat NRW begonnen, Elemente wie Design für Demontage, Standardisierung, Verringerter Einsatz von Materialien und Ressourcen erfolgreich zu adressieren. So werden neue Gebäude nach zirkulären Prinzipien gestaltet, Materialpässe mit Informationen zur Verwendung und Bewertung von Restmaterial für alle Neubauten erstellt, der Materialeinsatz innerhalb neu geplanter Gebäude durch optimale Platznutzung und neuartige Materialien verringert, und die Energieeffizienz von neuen Wohneinheiten durch den Einsatz erneuerbarer Energien und geschlossener Energie- und Wasserkreisläufe verbessert. Während insbesondere beim Gebäuderückbau die Berücksichtigung von zirkulären Strategien Alltag geworden ist, alle Neubauten klimaneutral konzipiert werden, einen Materialpass vorweisen, und der gesamte Lebenszyklus bei der Gebäudeentwicklung berücksichtigt wird, rücken gleichzeitig die Bestrebungen in den Vordergrund, Bestandsbauten klimaneutral und zirkulär zu optimieren.<sup>10</sup>

### 1.2.2 Intermodale Mobilität

Die Mobilität hat sich seit 2022 gewandelt: Unterstützt durch die Landesregierung haben Gemeinden in ganz NRW „Sustainable Urban Mobility Plans“ umgesetzt, wie von der EU-Anfang 2022 initiiert.<sup>11</sup> Innovative Mobilitätskonzepte sind nach ambitionierten Pilotprojekten in der ersten Hälfte des Jahrzehnts in den meisten Gemeinden ausgerollt. So gehören „on-demand“ Mobilitätsdienste per App und Mikromobilität in der Fläche zum Alltag und entlasten nicht nur die Straßen, sondern verbessern auch das Mobilitätsangebot sowohl in Abdeckung als auch Komfort und Kosten. Mit weniger Ressourcen und CO<sub>2</sub>-Emissionen wird ein besseres Mobilitätsangebot erreicht, während die Verkehrslast für die Bürger\*innen sinkt und Städte attraktiver und sicherer werden. Viele Geschäftsmodelle wurden hier in NRW entwickelt, was zahlreiche neue Arbeitsplätze in dieser wachsenden Industrie erzeugt hat.

Der klassische öffentliche Personennahverkehr wurde durch gezielte Infrastrukturmaßnahmen ertüchtigt und dynamisiert, sodass die Zuverlässigkeit, Taktung und Abdeckung deutlich gestiegen ist: der ÖPNV ist dadurch so leistungsfähig und attraktiv geworden, dass das teure Pendeln mit dem privaten PKW für viele eine Sache der Vergangenheit ist. Dabei wurde auch die grenzübergreifende Abdeckung verbessert und der Anteil der elektrifizierten Fahrstrecken verdoppelt. Die bedarfsorientierte Nutzung von geteilten PKW in Kombination mit ÖPNV ersetzt für viele jetzt das Privatfahrzeug.

Öffentliches und privates Laden von Elektrofahrzeugen wurden Anfang der 2020'er Jahre in NRW intensiv gefördert. Dies hat den Durchbruch der Elektromobilität in NRW ermöglicht. Vorausschauend wurde die Anwendung der innovativen Standards

<sup>10</sup> Vgl. World Business Council on Sustainable Development, 2021.

<sup>11</sup> Vgl. Ripa, 2021.

für smartes und bidirektionales Laden<sup>12</sup> von Elektrofahrzeugen gefördert, sodass die schnell steigende Zahl von Elektrofahrzeugen – sie bilden nunmehr fast 100% der Neuverkäufe und bereits über 20% des Fahrzeugbestandes – ein wertvoller Bestandteil des Energienetzes werden und durch Zwischenspeicherung und optimale Nutzung der Netzinfrastruktur mehr variable erneuerbare Energien im Stromnetz erlauben.<sup>13</sup> Für die Nutzer bedeutet das die Möglichkeit, ihre Kosten für Mobilität und Energie deutlich zu senken. Im Umfeld der Universitäten und Unternehmen der Automobil- und Energieindustrie haben sich neue Geschäftsmodelle entwickelt, die Fahrzeuge und Batterien wiederaufbereiten, teilweise in Stationäranwendungen bringen und effektiv recyceln.<sup>14</sup>

### 1.2.3 Konsumgüter

Konkrete Maßnahmen zur nachhaltigen Erfüllung unserer Bedürfnisse des täglichen Bedarfs<sup>15</sup> befinden sich in der Umsetzung: Sie haben zu einem neuen Preisverständnis geführt, das die externen Kosten, wie zum Beispiel soziale und ökologische Kosten stärker miteinbezieht. Dies hat zu einer Kostensenkung von Rezyklat und einem Preisanstieg für neue Materialien geführt. Die Entwicklung neuer, service-orientierter Geschäftsmodelle, bei welchen der Produzent die Verantwortung über den Produktlebenszyklus hinweg behält, ermöglichen bereits eine Verringerung des Gesamtmaterialeinsatzes. Insgesamt wurde die Menge an kurzlebigen Produkten deutlich reduziert. Eine kollektive und industrieübergreifende Verpflichtung zur schrittweisen Abschaffung schlecht recycelbarer Produkte sowie die bundesweite, von der Landesregierung unterstützte Einführung des „Right to Repair“ hat dazu geführt, dass Produkte verstärkt so konzipiert werden, dass sie einfach wiederverwendet oder recycelt werden können, d.h. beispielsweise aus weniger Materialien bestehen. Zudem wurde in NRW verstärkt in Technologien zur Abfallsammlung und Trennung investiert, um eine einheitlichere und verbraucherfreundlichere Sammlung von Produkten am Ende ihres Lebenszyklus zu erreichen. Für die Unternehmen ergeben sich daraus nicht nur ökologische Vorteile: die Umsetzung service-orientierter Geschäftsmodelle, beispielsweise für elektronische Güter oder im Einzelhandel, hat zu einer Stärkung der Kundenbeziehungen und einer Verringerung der Rohstoffkosten geführt. Auch die Verbraucher profitieren von einer Steigerung der Produktqualität und der Streuung finanzieller Risiken.

### 1.2.4 Ernährung

Die Umsetzung der Circular Economy Strategie trägt bereits dazu bei, die Lebensmittelversorgung nachhaltiger und gerechter zu gestalten. Neue Formen der Lebensmittelproduktion, Verarbeitung und Distribution verpflichten sich der Schonung von Ressourcen. Um dies zu erreichen, hat das Bundesland Nordrhein-Westfalen die Investitionen für die biobasierte Nahrungsmittelproduktion (und Zertifikate) gestei-

<sup>12</sup> Vgl. Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, 2020.

<sup>13</sup> Vgl. World Economic Forum, 2021b.

<sup>14</sup> Vgl. acatech/Circular Economy Initiative Deutschland/SYSTEMIQ, 2020.

<sup>15</sup> Vgl. Produkte zur Erfüllung des täglichen Bedarfs beinhalten beispielsweise Kleidung, Haushaltswaren, Kosmetikprodukte

gert und eine regenerativere Nutzung von Böden und Nährstoffen erreicht. Technische Entwicklungen im Bereich der Präzisionslandwirtschaft, neue Züchtungsmethoden und neue Zuchtlinien von Pflanzen werden in NRW hierfür vermehrt eingesetzt. Die Verringerung von Nahrungsmittelabfällen sowie die Minderungen von Verlusten entlang der Wertschöpfungskette ist nun messbar. Folglich wird Biomasse nun verbessert verwertet, eine verbesserte Bodenqualität erzielt und Nährstoffkreisläufe, beispielsweise die Rückgewinnung von Stickstoff und Phosphor unter anderem aus Kläranlagen, werden verstärkt geschlossen. Zudem gibt es eine Vielzahl neuer Forschungs- und Technologievorhaben in NRW, die sich mit der Gewinnung von Proteinen aus neuen Rohstoffquellen intensiv beschäftigen (unter anderem in vitro generierte Fleisch-, Fisch- und Geflügelprodukte oder die Nutzung bakterieller Biomasse als Proteinquelle). Darüber hinaus schreitet die Erschließung neuartiger Rohstoffquellen sowie die Gewinnung von wertgebenden Inhaltsstoffen für den Lebens- und Futtermittelbereich aus existierenden Nebenströmen oder Abfällen voran. Neue Systeme der Pflanzenproduktion, die geschlossene Räume ermöglichen – weil ohne Erde betrieben – erlauben eine hohe Rückgewinnungsrate von eingesetztem Wasser und Nährstoffen. Zudem kann auf Pestizide und Insektizide zunehmend verzichtet und gegenüber konventionellen Freilandverfahren eine deutlich höhere Zahl von Ernten erreicht werden. Dazu gehört auch eine verstärkte Nutzung von Anlagen, die eine Verknüpfung der Produktion von Pflanzen und Algen mit denen von Insekten oder Fischen realisieren („Aquaponik“ – eine Kombination aus Aquakultur zur Aufzucht von Wassertieren mit Hydroponik, die Kultivierung von Nutzpflanzen im Wasser). Die Umsetzung dieser Anlagen in den Städten NRWs zeigt, dass sich durch die verringerten Transportwege geringere CO<sub>2</sub> Emissionen sowie eine hohe Frische der Produkte ergeben. Erste Analysen zeigen, dass bereits eine Begrenzung der Emissionen durch veränderte Ernährungsstile mit minimiertem Konsum von Fleisch- und Fischprodukten erreicht werden konnte. Gleichzeitig ist die Konsumentennachfrage nach pflanzlichen Proteinen gestiegen.

### 1.2.5 Industrielle Fertigung und Materialien

Im Jahr 2030 hat die grundstoffproduzierende Industrie in NRW bereits einen beträchtlichen Anteil ihrer Rohstoffquellen umgestellt und damit begonnen, erste Materialkreisläufe, beispielsweise für Stahl, Plastik und Verpackungen, durch den verstärkten Einsatz von Sekundärrohstoffen zu schließen, was zu einer Senkung der CO<sub>2</sub> Emissionen geführt hat. Um dies zu erreichen, wurde mithilfe der Unterstützung NRWs das Kreislaufwirtschaftsgesetz angepasst. Mindestrezyklatquoten wurden als Treiber der Nachfrage für bestimmte Stoffe eingeführt, die auch für die öffentliche Beschaffung NRWs gelten. Darüber hinaus sind Sekundärrohstoffe in die Förderrichtlinien zur klimaneutralen Umstellung der Industrie aufgenommen worden und auch auf Landesebene werden Haushaltsmittel für die Finanzierung der technologieoffenen und materialoffenen Projekte bereitgestellt. Nun wenden Unternehmen vor allem zwei Strategien im Bereich der Grundstoffindustrie an: das verstärkte Recycling von Materialströmen – unterstützt durch die Anrechnung des chemischen Recyclings bei Recyclingquoten – sowie eine verstärkt branchenübergreifende, stoffliche Nutzung von Reststoffen und Nebenerzeugnissen aus der Grundstoffindustrie. Da sich zusätzlich die Stoffströme als Teil der Transformation verän-

dert haben, hat das Land NRW Konzepte auf den Weg gebracht, die es Industrieunternehmen möglich machen, weiterhin von einer industriellen Symbiose zu profitieren, um beispielsweise biobasierte und kompostierbare Kunststoffe zu entwickeln. Für die Grundstoffe, die nicht durch Sekundärrohstoffe ersetzt werden können, werden digitale Technologien eingesetzt, die für Transparenz entlang der Lieferkette sorgen.<sup>16</sup>

### 1.2.6 Energie

Mit dem Kohleausstieg 2030 sichert sich NRW seinen Platz als Takttreiber der Energiewende in Deutschland. Konkrete Maßnahmen haben den Ausbau von Photovoltaik und Windkraft in dem Bundesland über die letzten Jahre stark beschleunigt und zu einem Hochlauf der grünen Wasserstoffwirtschaft geführt. Die bis 2022 gültigen Ziele für den Ausbau der Photovoltaik auf 18 bis 24 GW im Jahr 2030 (im Vergleich zu 2020 verdreifacht) und die Produktion von Windenergie auf 12GW (Verdopplung im Vergleich zu 2020) wurden nochmals deutlich erhöht. Insgesamt ist der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2030 somit über die ursprünglich geplanten 55% hinaus auf fast 100% angestiegen<sup>17</sup>. Um dies zu erreichen, hat die Landesregierung den Landesentwicklungsplan bereits vor der Ukraine Krise geändert, sodass verstärkt Flächen für Großprojekte im Bereich der Erneuerbaren Energien, beispielsweise für Freiflächen-Photovoltaik und für die Windenergie, ausgewiesen werden konnten. Zudem hat sich die Landesregierung gegen einen Zubau von Gaskapazitäten ausgesprochen, sodass der Ausbau der erneuerbaren Energien zur Erreichung ökonomischer und politischer Unabhängigkeit im Fokus energiepolitischer Entscheidungen steht. Mit diesen Ambitionen entstehen insbesondere in der Photovoltaikindustrie eine Vielzahl neuer Beschäftigungsmöglichkeiten. Zu den Maßnahmen der Regierung gehörten dabei die Gewährleistung der Versorgungspflicht, die Beschleunigung des Netzausbaus sowie Entlastungen beim Strompreis bei gleichzeitiger Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit NRWs. Neben einer nachhaltigen Stromerzeugung arbeitet NRW erfolgreich an der Wärmewende und bezieht dabei stärker Kommunen bei der kommunalen Wärmeplanung ein. Gezielte Förderungen für die unabhängige Strom- und Wärmeherzeugung sind sowohl für Privathaushalte als auch die Industrie leicht verfügbar.

### 1.2.7 Natur/ Biomasse

Insgesamt hat die CE Roadmap den Wert nachhaltiger und aktiv gemanagter Kreisläufe von Biomasse hervorgehoben und ein stärkeres Bewusstsein für Kreislauffähigkeit von biobasierten Rohstoffen, beispielsweise durch Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel gestärkt. NRW hat bereits 2017 als erstes Bundesland ein umfassendes Monitoring zur Ursachenaufklärung für das Artensterben begonnen und basierend auf den 2022 vorgestellten Ergebnissen die Naturschutzbemühungen des Landes stark verstärkt.<sup>18</sup> Dazu gehören in der Agrarindustrie die Reduktion und ökologisch optimierte Anwendung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel und vielfältigere Fruchtfolgen. Das Potenzial der Transformation zu artenreichen Anlagen im

<sup>16</sup> Vgl. IN4climate.NRW, 2021.

<sup>17</sup> Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2021b.

<sup>18</sup> Vgl. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, o. J.

Siedlungsbereich wurde erkannt und nun auf kommunaler Ebene stark vorangetrieben. Politische Entscheidungsträger\*innen, Industrie und Gesellschaft setzen sich aktiv mit einem nachhaltigeren Umgang mit der Natur auseinander. Die Maßnahmen, darunter die ökologische Entwicklung von Gewässern, die Entwicklung und Umsetzung integrierter Artenschutzmaßnahmen im Ackerbau und im Grünland und die Ausweitung des Vertragsnaturschutzes und des ökologischen Landbaus der Biodiversitätsstrategie NRWs werden von der Bundesregierung erfolgreich umgesetzt und ihre Einhaltung überprüft.

NRW ist im Jahr 2030 auf dem Weg, entsprechend den Forderungen der Wissenschaft (UN IRP) seinen Wohlstand von der Ressourcennutzung zu entkoppeln und hat den Fortschritt zu dieser Vision durch ein Metrikenpaket gesamtheitlich nachverfolgt. Effekte auf Biodiversität und Klima werden reduziert und ein klarer Plan hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft in NRW ist entwickelt. Damit unterstützt die Ressourceneffizienz durch Circular Economy das Land dabei, auf einen mit dem Pariser 1.5°C Ziel kompatiblen Dekarbonisierungspfad zu kommen.

### **1.3 Motivation: NRW in 2022. Stärken und Schwächen als Ausgangslage für die zirkuläre Vision**

Die Ausgangslage von NRW in 2022 bildet die Grundlage für die hier entwickelte Roadmap. Die Status Quo Analyse in Kapitel 2 umfasst neben sektorspezifischen Recherchen („Sektordossiers“) ebenfalls eine Analyse bezüglich der vielfältigen Projekte zum Thema zirkuläre Wertschöpfung. Die Analyse umfasst die Verankerung in der NRW-Hochschullandschaft und den relevanten Förderstrukturen sowie ein daraus abgeleitetes Stärken- / Schwächenprofil der zirkulären Wirtschaft in NRW. Vor diesem Hintergrund werden in Kapitel 3 konkrete Maßnahmen und entsprechende Metriken entwickelt, die die hier skizzierte Vision eines zirkulären Nordrhein-Westfalens zur Realität werden lassen könnten.

## 2 Grundlagen dieser Vision: Status Quo Analyse der zirkulären Wertschöpfung in NRW

Angesichts der in Kapitel 1 beschriebenen Vision eines zirkulären Nordrhein-Westfalens im Jahr 2030 stellt sich die Frage, wie weit der Status Quo noch von diesem Zielbild entfernt ist. Vor dem Hintergrund dieser Fragestellung analysiert dieses Kapitel unterschiedliche Aspekte der zirkulären Wertschöpfung: Inspirierende Leuchtturmprojekte und Pilotvorhaben, die Zirkularität einzelner Wertschöpfungsketten mit besonderer Relevanz für Nordrhein-Westfalen, Förderstrukturen für zirkuläre Wertschöpfung sowie die Verankerung des Themas in der NRW-Hochschullandschaft. Hieraus leitet Kapitel 2.6 ein spezifisches Stärken- und Schwächenprofil ab: Auf welche besonderen Potentiale und bereits erreichte Erfolge kann NRW aufbauen, wo liegen noch die zentralen Herausforderungen?

### 2.1 Ausgangslage

Das Konzept der zirkulären Wertschöpfung hat in den letzten Jahren in Nordrhein-Westfalen in erheblichem Maße an Aufmerksamkeit gewonnen. Der 2016 veröffentlichte Bericht zur zirkulären Wertschöpfung in NRW legte den Fokus noch stark auf die möglichen Potentiale, die sich aus der konkreten Umsetzung ergeben könnten<sup>19</sup> – mittlerweile konnten viele dieser vermuteten Potentiale in zahlreichen Pilotprojekten bestätigt werden. Insofern kommt NRW auch der Aufforderung des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU) nach, der in seinem letzten Jahresgutachten konstatierte, es sei in Fragen der zirkulären Wertschöpfung an der Zeit, „von der Rhetorik zur Praxis“ zu kommen<sup>20</sup>.

Ein erkennbarer Schwerpunkt lag dabei auf der Betrachtung ganzer Wertschöpfungsketten, vom Design der Produkte und den damit verbundenen Wertschöpfungsketten bis hin zur anschließenden Gestaltung der Sammellogistik und darauf aufbauenden Verwertungsstrukturen. Solche integrierten Ansätze erweitern damit die eher klassischen Ansätze der Optimierung von betriebsinternen Prozessen mit Fokus auf Materialeffizienz oder einzelnen Recyclingtechnologien. Der Fokus auf Wertschöpfungsketten und die Kooperationen verschiedener Akteure entspricht damit auch dem Grundgedanken des 2020 von der Europäischen Kommission veröffentlichten Circular Economy Action Plans, der die zirkuläre Wertschöpfung in den Kontext des Green Deals stellt und neben den ökologischen Vorteilen insbesondere auch die industriepolitische Dimension der Circular Economy betont.

<sup>19</sup> Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen, 2016.

<sup>20</sup> Vgl. Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2020.



**Abbildung 1: Der Circular Economy Action Plan, Quelle: Europäische Union (2020).**

„Für die Unternehmen wird die Zusammenarbeit bei der Schaffung eines Rahmens für nachhaltige Produkte neue Möglichkeiten innerhalb und außerhalb der EU eröffnen. Dieser allmähliche, aber unumkehrbare Übergang zu einem nachhaltigen Wirtschaftssystem ist unverzichtbarer Bestandteil der neuen EU-Industriestrategie.“<sup>21</sup> Konkrete Erwartungen an die Umsetzung des Circular Action Plans und der damit verbundenen Initiativen sind bis 2030 die Steigerung des BIPs um zusätzliche 0,5 % und die Schaffung von etwa 700 000 neuen Arbeitsplätzen.

Der Action Plan fokussiert dabei auf konkrete Wertschöpfungsketten, in denen einerseits spezieller Handlungsbedarf, gleichzeitig jedoch auch spezifische Potentiale für die zirkuläre Wertschöpfung gesehen werden:

- Elektronik und IKT
- Batterien und Fahrzeuge
- Verpackungen
- Kunststoffe
- Textilien
- Bauwirtschaft und Gebäude
- Lebensmittel, Wasser und Nährstoffe

## 2.2 Initiativen, Plattformen und Projekte zur zirkulären Wertschöpfung in NRW

Für alle diese Schlüsselwertschöpfungsketten existieren in Nordrhein-Westfalen bereits Initiativen, Projekte und Plattformen, die einzelne Aspekte der zirkulären Wertschöpfung adressieren. NRW bietet sich damit wie kaum eine andere Industrieregion in Europa als Zukunftslabor für die Umsetzung des Circular Economy Action Plans an. Im Folgenden werden einige solcher Leuchtturmprojekte dargestellt, die sich initiiert und finanziert von unterschiedlichen Akteuren der Transformation zur zirkulären Wertschöpfung verschrieben haben.

<sup>21</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2020a.

## **Box 1: Zirkuläre Wertschöpfung in einzelnen Wertschöpfungsketten**

### **CirQuality OWL**



Das Projekt CirQuality OWL hat das Ziel, einen zukunftsfähigen Produktionsstandort in Ostwestfalen-Lippe (OWL) zu realisieren, an welchem durch zirkuläre Wertschöpfung Kreisläufe geschlossen werden sollen. Fünf Innovationsnetze der Region arbeiten gemeinsam mit dem VDI OWL und der FH Bielefeld seit September 2019 2022 an der Umsetzung. Dazu sollen Produkte, Gebäude, Bauteile oder Materialien von vornherein so gestaltet werden, dass sie im Kreislauf geführt werden können und nicht auf Deponien oder im Downcycling landen. Ziele des Projektes sind die zirkuläre Wertschöpfung in der Region darzustellen, zu verbreiten und durch Informationsveranstaltungen einen Austausch herbeizuführen. Darüber hinaus soll die Qualifizierung von Akteuren in den Unternehmen gefördert werden, um den regionalen und überregionalen Austausch zur zirkulären Wertschöpfung zu verbessern. Der Transfer von Ergebnissen soll den Unternehmen in Ostwestfalen-Lippe Orientierung durch Wissen und Vernetzen bieten und eine betriebliche Umstellung zur zirkulären Wertschöpfung erleichtern sowie zirkuläre Produktideen generieren.<sup>22</sup>

### **Bergische Ressourcenschmiede**



Ziel der Bergische Ressourcenschmiede, die von der Technischen Hochschule (TH) Köln und dem Bergischem Abfallwirtschaftsverbandes (BAV) getragen wird, ist die Errichtung einer neuen Forschungshalle zum Thema Kunststoffrecycling und Verwertung von mineralischen Bauabfällen. Darüber hinaus wird im Rahmen des Pilotprojekts u.a. ein regionales Unternehmensnetzwerk zum Thema Zirkuläre Wertschöpfung aufgebaut. Neben der inzwischen fünften Forschungshalle sind ein Büro- und Ausstellungsgebäude sowie zwei Demonstrationsbauten für innovative Bautechniken und -materialien geplant. Unter anderem soll dabei die Umwandlung von Abfällen aus Kunststoff, Gummi oder Kautschuk in hochwertige Kohlenstoff-Materialien erforscht werden.

### **CIRCONOMY Hubs**

Unter der Marke CIRCONOMY® bündeln die Fraunhofer-Institute – darunter das Fraunhofer UMSICHT in NRW - Lösungen, Kapazitäten und Kompetenzen für das zirkuläre Wirtschaften. Mithilfe eines deutschlandweiten Innovationsnetzwerks durch sogenannte CIRCONOMY Hubs soll ein neues, agiles Instru-

<sup>22</sup> Vgl. CirQuality OWL, o. J.



ment der Zusammenarbeit auf Basis einer gemeinsamen Mission und eines verlässlichen Datenraums geschaffen werden. In jedem Hub widmen sich Fraunhofer-Institute und ihre Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft einer anderen Mission im Bereich nachhaltige Produktion, nachhaltiger Konsum und Kreislaufwirtschaft. Die CIRCONOMY® Hubs beschäftigen sich beispielsweise mit Themen in den Bereichen „Erneuerbare Energien zirkulär gestalten“, „Circular Carbon Technologies“ und „Stoffkreisläufe im Bausektor“. Mit dem Circular Carbon Technologies Hub soll ein Innovationsnetzwerk aufgebaut werden, dass sich beispielsweise mit der Erschließung nicht-fossiler Kohlenstoffquellen, der Kreislaufführung und Bindung von Kohlenstoff in Produkten sowie der Integration dieser Technologien in Energie-/ Wirtschaftskreisläufe beschäftigt. Zwei CIRCONOMY® Hubs beschäftigen sich zudem mit den derzeitigen Herausforderungen im Bausektor.<sup>23</sup>

### **Know-How für Batterien-Recycling**



**FH MÜNSTER**

Das Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen, Umwelt der Fachhochschule Münster (IWARU) und die Universität

RWTH Aachen entwickelten gemeinsam ein Konzept für ein Demonstrationszentrum zum Thema Batterien-Recycling. Durch das Konzept der Studie soll vermehrt Wissen zum Thema Batterien-Recycling aufgebaut werden. Das Konzept ist auf die vorindustrielle Forschung ausgerichtet und beinhaltet alle erforderlichen Behandlungsschritte für ein umfassendes Recycling von ausrangierten Lithium-Ionen-Batterien. Durch das Demonstrationszentrum sollen nicht nur Erkenntnisse aus der Forschung und Entwicklung Anwendung in Unternehmen finden, sondern darüber hinaus auch neue Batterientypen entwickelt werden. In weiteren Forschungsprojekten beschäftigt sich die Fachhochschule Münster intensiv mit dem Thema Batterien-Recycling. In dem Projekt „DemoSens“ wird beispielsweise die Demontage von Batteriepacks mittels Digitalisierung und Automatisierung durch Roboter, Algorithmen, sensorbasierte Sortiersysteme sowie innovative Kennzeichnungssysteme weiterentwickelt.<sup>24</sup>

Die flächendeckende Umsetzung solcher Projekte und der darin entwickelten Expertise zur zirkulären Wertschöpfung gestaltet sich in den verschiedenen Wertschöpfungsketten durchaus unterschiedlich (vgl. Kap. 2.3) – vor diesem Hintergrund werden diese in den folgenden Kapiteln spezifischen Analysen unterzogen. Ein spezifischer Fokus wurde dabei auf die Bereiche der Förderstrukturen für Forschung und Entwicklung und die Verankerung der zirkulären Wertschöpfung an den Hochschulen Nordrhein-Westfalens gelegt – die hier durchgeführten Analysen zeigen, welche

<sup>23</sup> Vgl. Fraunhofer Umsicht, 2022.

<sup>24</sup> Vgl. Werwitzke, C., 2021.

Dynamik sich hier in den letzten Jahren entwickelt hat. Die Gründung interdisziplinärer Strukturen wie zum Beispiel dem Prosperkolleg, dem Center for Circular Economy an der RWTH oder dem „Circular Transformation Lab Cologne“ an der TH Köln verdeutlichen, dass der Transfer von Forschungsergebnissen in die unternehmerische Praxis kontinuierlich ausgebaut wurde und auch auf entsprechende Nachfrage in der Industrie stößt.

## **Box 2: Zirkuläre Wertschöpfung in der Hochschullandschaft NRWs**

### **Prosperkolleg**



Das vom MWIDE.NRW geförderte Projekt Prosperkolleg hat das Ziel, die Transformation zur zirkulären Wertschöpfung zu erforschen und parallel zur Umsetzung gemeinsam mit den Unternehmen der Region Produktentwicklungen und innovative Geschäftsmodelle der zirkulären Wertschöpfung anzuregen. Hierzu haben sich die Hochschule Ruhr West und die WiN Emscher-Lippe GmbH mit der Stadt Bottrop, der Effizienz-Agentur NRW und dem Verein Prosperkolleg e.V. zusammengeschlossen. Das Ziel ist es durch Dialoge, gute Praxisbeispiele und digitale Kommunikationskanäle und Veranstaltungsformate Informationen besser auszutauschen und Akteure besser zu vernetzen. Das Virtuelle Forschungsnetzwerk zirkuläre Wertschöpfung NRW fördert beispielsweise den Austausch der Mitglieder und organisiert Veranstaltungen und Workshops. Dadurch können vorhandene Kompetenzen gebündelt, Forschungslücken aufgedeckt sowie Synergieeffekte zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Kommunen genutzt werden. Darüber hinaus ermöglichen die Potenzialchecks die Identifizierung von betrieblichen Potenzialen in verschiedenen Handlungsfeldern der zirkulären Wertschöpfung und die Ableitung von Umsetzungsmaßnahmen. Weiterhin zielt das Projekt darauf ab, bedarfsgerechte Qualifizierungskonzepte zu entwickeln, um Unternehmen zu befähigen, Circular Economy voranzutreiben. Ein spezifischer Schwerpunkt liegt auf der Verbindung von Circular Economy und Digitalisierung: Im Circular Digital Economy Lab am Standort Prosper III werden technische Lösungsansätze und Verfahren zum robotisierten und KI-gestützten Recycling von Elektroschrott entwickelt, indem informations- und verfahrenstechnische Kompetenzen zusammenwirken.<sup>25</sup>

### **Circular Transformation Lab Cologne**

**Technology  
Arts Sciences  
TH Köln**

An der TH Köln wurde 2022 das Forschungscluster Circular Transformation Lab Cologne eröffnet, hieran beteiligt waren zum Start 12 Professor\*innen aus 7 unterschiedlichen Fakultäten. Durch das Circular Transformation Lab Cologne werden neue Formen der inter- und transdisziplinären Zusammenarbeit mit Partner\*innen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Kultur

<sup>25</sup> Vgl. Prosperkolleg, o. J.

und Zivilgesellschaft ermöglicht, welche neue Ideen generieren, um vorhandene Potenziale gemeinschaftlich zu erschließen.<sup>26</sup>



### **Center for Circular Economy RWTH Aachen**

Das Center for Circular Economy (CCE) wurde von der RWTH Aachen gegründet, um

die Expertise aller Fakultäten zum Thema Kreislaufwirtschaft zu bündeln. Das CCE verbindet die technischen und ökologischen Kompetenzen der RWTH Aachen im Bereich des Materialrecyclings auf einer ganzheitlichen Plattform, indem es die Institute für Soziales, Wirtschaft und Digitalisierung integriert. Ziel des CCE ist durch die ganzheitliche Betrachtung von einer Vielzahl an Faktoren die Schließung von Produktkreisläufen und der Vergleich alternativer Lebenszyklen. Zudem sollen innovative Lösungen nachhaltige Geschäftsmodelle schaffen, die darauf abzielen, Abfälle zu minimieren, den Wert der zirkulierenden Materialien zu maximieren und die Akzeptanz in der Gesellschaft zu ermöglichen. In Zusammenarbeit mit Forschung, Industrie, Politik und der Bevölkerung entwickelt das CCE innovative Lösungen für die zirkuläre Wertschöpfung der Zukunft. Dabei fokussiert sich das CCE auf folgende drei Kernbereiche (1) nachhaltiges Produktdesign während der Produktion, (2) Geschäftsmodelle während der Produktnutzung und (3) die Materialrückgewinnung während des Produktrecyclings.<sup>27</sup>

Die hier dargestellte Auswahl von Projekten oder Plattformen gibt einen Überblick über die inhaltliche Breite der gewählten Ansätze und die damit verfolgten Ziele. Der Prozess ist weiterhin dynamisch, eine vollständige Übersicht aller Projekte und Plattformen kann daher nicht abschließend erstellt werden. Allein im Rheinischen Revier, das sich mit dem Ausstieg aus der Kohlegewinnung aktuell in einem extrem intensiven Strukturwandelprozess befindet, wurden über 300 Projekte identifiziert, die sich in unterschiedlichen Formen mit der zirkulären Nutzung von Ressourcen beschäftigen. Hier werden sich über die verschiedenen Förderschienen Möglichkeiten ergeben, weitere Impulse für die Transformation zur zirkulären Wirtschaft zu setzen.

### **Box 3: Impulse aus dem Rheinischen Revier**

#### **BioökonomieREVIER Rheinland**

Das BioökonomieREVIER Rheinland zielt auf einen Wandel von der traditionellen, auf fossilen Rohstoffen basierenden Wirtschaftsweise hin zu einer nachhaltigen, an regionale Gegebenheiten und Zukunftschancen orientierten Bioökonomie ab. Eine Koordinierungsstelle des Instituts für Pflanzenwissenschaften des Forschungszentrums in Jülich zielt darauf ab, durch Vernetzung und Beratung, Menschen und Branchen im Bereich der Bioökonomie und bioökonomischen Kreislaufwirtschaft in der Region zusammenzuführen. Das

<sup>26</sup> Vgl. Glitza, K.H., 2021.; TH Köln, 2021.

<sup>27</sup> Vgl. RWTH Aachen, 2021.



BioökonomieREVIER soll beispielhaft für Bioökonomie-Konzepte in anderen Regionen sein und regionale Stoffkreisläufe im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft schaffen. Zugleich soll ein Netzwerk von Bioökonomie-Zentren in Forschung und Innovation in Deutschland und Europa aufgebaut werden. Ein weiteres wichtiges Element der BioökonomieREVIER Rheinland sind die 15 „Innovationslabore“ in den Bereichen innovative Landwirtschaft, Biotechnologie & Kunststoffwirtschaft sowie integrierte Bioraffinerie.<sup>28</sup>

### ReBAU



Das Projekt "Regionale Ressourcenwende in der Bauwirtschaft (ReBAU)" soll im Zeitraum von Januar 2020 bis Dezember 2022 ein regionales Kompetenzzentrum für Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz im Bauwesen des Rheinischen Reviers aufbauen. Der gesamte Lebenszyklus von Gebäuden wird betrachtet, verbindet diesen mit zirkulärer Wertschöpfung (kreislaufgerechte Bauprodukte, Bimolab), nutzt digitale Möglichkeiten (Rohstoffbörse, Fraunhofer) und mobilisiert Kompetenzen aus Wirtschaft, Forschung und Entwicklung sowie Kreisen und Kommunen. ReBAU zielt unter anderem auf die Erarbeitung und den Testbetrieb einer digitalen Rohstoffbörse ab und stößt bauliche Pilot-Anwendungen von kreislaufgerechten Bauprodukten an. Zudem wird in dem Projekt eine Vor-konzeption für ein prototypisches ressourceneffizientes, kreislaufgerechtes Quartier geplant sowie ein Innovationsscouting, d. h. die Identifizierung und Förderung grundlegender Innovation im Baubereich über Ausschreibungen.<sup>29</sup>

Die Vielzahl der in den letzten Jahren entstanden Forschungs- und Pilotprojekte stellt alle Beteiligten zunehmend vor die Herausforderung, das in diesen Prozessen generierte Wissen tatsächlich auch in der Breite zugänglich zu machen und in die Anwendung zu bringen. Mit dem Runden Tisch Zirkuläre Wertschöpfung wurde hierzu eine Plattform geschaffen, die genau diese Funktion erfüllen soll. Auch das Circular Valley verfolgt den Ansatz, innovative Ansätze der zirkulären Wirtschaft stärker miteinander zu vernetzen und hat dazu physische Orte geschaffen, an denen Start-Ups aus aller Welt zusammenkommen und in den Austausch mit Unternehmen in ganz NRW kommen.

### **Box 4: Plattformen der zirkulären Wertschöpfung**

#### **Netzwerk Runder Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW**

Das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz sowie das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie haben im Jahr 2018 den Runden Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW ins Leben gerufen. Dadurch sollen verschiedene Aktivitäten im Bereich zirkuläre

<sup>28</sup> Vgl. BioökonomieREVIER, o. J.

<sup>29</sup> Vgl. Zukunftsagentur Rheinisches Revier, o. J.

## Netzwerk

Runder Tisch Zirkuläre  
Wertschöpfung NRW

Wertschöpfung im Land Nordrhein-Westfalen gebündelt werden. Das Netzwerk Runder Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW vereint Akteure aus Industrie, Unternehmen, Bildungseinrichtungen, Forschung, Politik und Kommunen in Nordrhein-Westfalen und bietet einen Austausch sowie eine Abstimmung zwischen diesen an. Durch die vielfältigen Positionen der Akteure in der Wertschöpfungskette soll bei der Erarbeitung und Umsetzung von zirkulären Wertschöpfungskonzepten unterstützt und eine Basis für gemeinsame Projekte und Strategien entwickelt werden. Diese zirkulären Konzepte zielen darauf ab, eine Umstellung vom aktuell linearen Wirtschaftssystem zu einem zirkulären Wirtschaftssystem zu ermöglichen. Im Wesentlichen werden durch zirkuläre Wertschöpfungskonzepten Materialien länger im Kreislauf gehalten und der Wert von Ressourcen länger erhalten.<sup>30</sup>

## Circular Valley



Das Circular Valley ist ein großes Gebiet in der Rhein-Ruhr-Region, das sich von Bonn bis Münster erstreckt. Das Circular Valley konzentriert sich auf den Aufbau einer zukunftsorientierten Kreislaufwirtschaft, in der Wirtschaftswachstum und Umweltschutz in Einklang gebracht werden. Um den Wandel hin zu einer Kreislaufwirtschaft zu unterstützen, sucht das dreimonatige Programm Circular Economy Accelerator (CEA) internationale Start-ups, um innovative Geschäftsmodelle und technologische Lösungen zu fördern. Bereits zum dritten Mal findet der CEA statt. Die Schwerpunkte liegen dabei in verschiedenen Bereichen, wie Abfallvermeidung, umweltfreundliche Produktionstechnologien, Kennzeichnungstechnologien, digitale Produktpässe, Tracking & Tracing, bessere Sammlung und Trennung von Abfallströmen in der Abfalllogistik, neuartigen Recyclingtechnologien, neuartigen Dienstleistungsmodellen und digitalen Basistechnologien. Circular Valley ist ein branchen- und technologieübergreifender Austausch zur Schließung von Stoffkreisläufen entlang bestehender Wertschöpfungsketten zwischen internationalen Start-ups, Unternehmen, Wissenschaft und Politik. In Anlehnung an den EU Green Deal und den Circular Economy Action Plan werden Branchen wie Elektronik, Informations- und Kommunikationstechnologie, Batterien und Fahrzeuge, Verpackungen, Kunststoffe, Textilien, Bau und Gebäude, Möbel, Lebensmittel, Wasser und Nährstoffe sowie hochbelastete Zwischenprodukte (Stahl, Zement, Chemikalien) betrachtet und gefördert.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> Vgl. Netzwerk Runder Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW, o. J.

<sup>31</sup> Vgl. Circular Valley, 2022.

### 2.3 Status Quo der zirkulären Wertschöpfung in verschiedenen Wertschöpfungsketten

Jenseits der dargestellten Leuchtturmprojekte stellt sich die Frage nach ihrer Umsetzung in den zentralen Wertschöpfungsketten für den Industrie- und Wirtschaftsstandort Nordrhein-Westfalens. Die ökonomischen Potenziale des zirkulären Wirtschaftens wurden bereits in einigen Studien umfassend herausgestellt.<sup>32</sup> Damit diese Potenziale für den Industriestandort NRW weiter erschlossen werden können, soll hier zunächst der Status Quo der in NRW vertretenen Industrien dargestellt werden, um anschließend Handlungsempfehlungen („lessons learned“) abzuleiten (vgl. Kap. 3). Die Darstellung erfolgt entlang von Sektoren, deren Produkte in unterschiedlicher Form zu den in Kapitel 1 dargestellten Systemen einer zirkulären Wertschöpfung beitragen. Die folgende Abbildung 2 zeigt die unterschiedlichen Zusammenhänge zwischen Sektoren einerseits und zentralen bzw. unterstützenden Systemen andererseits. Hierbei wird zwischen unterschiedlichen Stärken des Zusammenhangs bzw. der Unterstützung differenziert.

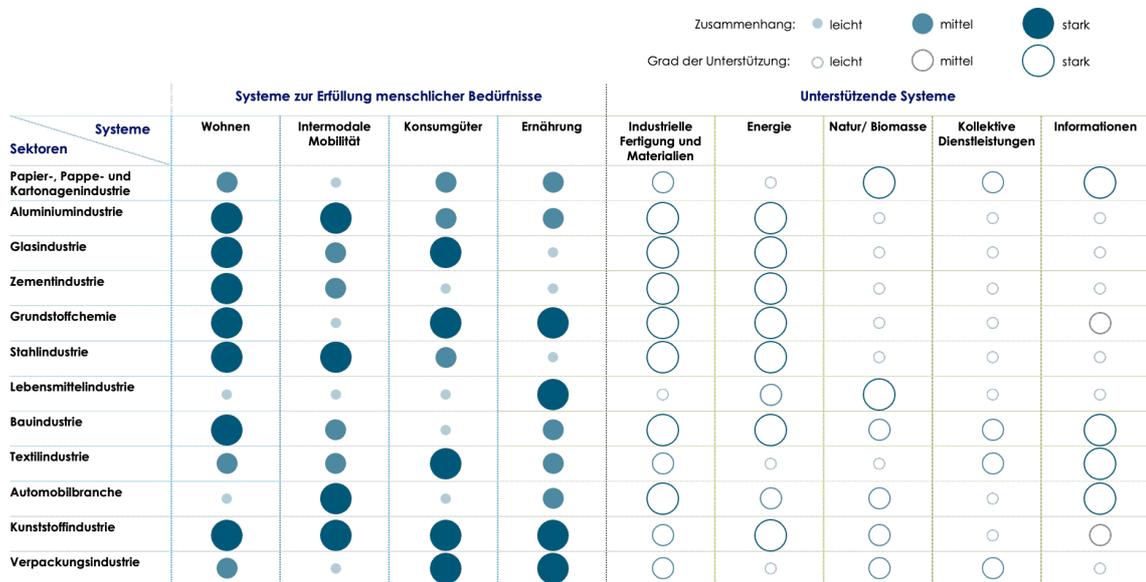


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen den unterstützenden Systemen in den Sektoren, Quelle: Eigene Darstellung.

NRW ist das bevölkerungsreichste Bundesland der Bundesrepublik Deutschland und zugleich stark industriell geprägt. Für viele Industriebranchen ist NRW damit auch als Standort ein Bundesland von hoher Bedeutung und häufig sogar der bundesweit absolut stärkste Standort. Zu den in NRW stark vertretenen Branchen zählen auch die energieintensiven – und damit stark Treibhausgas emittierenden – Industrien Papier, Zement, Glas, Chemie, Aluminium und Stahl. Zirkulärem Wirtschaften kommt damit vor dem Hintergrund der nordrhein-westfälischen Wirtschaftsstruktur ein besonderer Stellenwert zu, da es die Möglichkeiten ressourcen- und energieeffektiven und gleichzeitig effizienten Wirtschaftens vereint. Es bietet die Möglichkeit, die Versorgungssicherheit vor Ort zu erhöhen und gleichzeitig umwelt- und klimafreundlicher zu produzieren.

<sup>32</sup> Vgl. Lacy et al., 2020 oder Ellen MacArthur Foundation, 2013.

Um zukünftige Aufgaben zur Stärkung und Weiterentwicklung des zirkulären Wirtschaftens zu identifizieren und zielgerichtete Empfehlungen für ein weiteres Vorgehen auf NRW-Ebene zu ermöglichen, ist es daher wichtig, zunächst den aktuellen Stand des zirkulären Wirtschaftens nachzuvollziehen. Aufgrund der Heterogenität der einzelnen Branchen kann dies nicht sinnvoll auf der Basis einer Gesamtübersicht erfolgen. Das vorliegende Kapitel analysiert daher die wichtigsten Industriebranchen in NRW im Hinblick auf ihren aktuellen Stand in der Umsetzung zirkulärer Wertschöpfung. Die Analyse betrachtet konkret folgende Inhalte: Rolle der jeweiligen Industrie in Deutschland und in NRW, Aktivitäten für zirkuläres Wirtschaften in der jeweiligen Branche sowie existierende Best Practice-Fälle in NRW.

### **Papier-, Pappe- und Kartonagenindustrie**

In NRW wurden im Jahr 2020 rund 3,9 Mio. Tonnen Papier hergestellt, rund 18 % der Gesamtproduktion der Bundesrepublik. In der Branche werden rund 7.000 Mitarbeitende in 30 Großunternehmen beschäftigt und erwirtschafteten rund 2,3 Mrd. Euro Umsatz. Im Vergleich zu Deutschland sind dies rund 26 % aller Mitarbeitenden und rund 17 % des gesamten Umsatzes.<sup>33</sup>

Ansätze zur Implementierung einer effektiveren Kreislaufwirtschaft können vor allem in den Bereichen Produktion und Aufbereitung bzw. im Bereich des Recyclings vollzogen werden. Für Papier als Material ist vor allem das Recycling relevant, welches sich bereits auf hohem Niveau bewegt. Aktuell liegt die Recyclingquote von Papier in Deutschland bei 78 %.<sup>34</sup> Sie entspricht damit etwa dem EU-Durchschnitt von 77 % im Jahr 2020.<sup>35</sup> Im Hinblick auf die Primärmaterialverwendung stammen über 70 % des in Europa benötigten Holzes bereits aus nachhaltig bewirtschafteten Waldgebieten.<sup>36</sup>

Die Rezyklierbarkeit von Papierprodukten hängt generell von der Zerfaserbarkeit, einem geringen Stippengehalt, sowie der Belastung mit klebenden Verunreinigungen und papierfremden Produktteilen ab.<sup>37</sup> Die meisten „sauberen“ Papiere, wie gebrauchte Zeitungen, Kartons und Büropapiere, lassen sich gut rezyklieren. Verunreinigte Kartonagen und die meisten Hygienepapiere gehen jedoch dem Papierkreislauf verloren, da hohe Anforderungen an die Qualität und Beschaffenheit von sekundären Fasern gestellt werden.

Vor allem im Bereich der Hygienepapiere besteht Ausbaupotenzial. Dort ist der Einsatz von Altpapier seit Jahren rückläufig und lag im Jahr 2020 bei 50 %.<sup>38</sup> Dies liegt an der Knappheit des Rohstoffes Altpapier. Dieser Mangel wird durch den Rückgang der graphischen Papiere aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung sowie durch

---

<sup>33</sup> Vgl. Wirtschaftsverband der rheinisch-westfälischen papiererzeugenden Industrie e.V., 2022.

<sup>34</sup> Vgl. Umweltbundesamt, 2022.

<sup>35</sup> Vgl. Confederation of European Paper Industries, 2021.

<sup>36</sup> Vgl. Confederation of European Paper Industries, 2022.

<sup>37</sup> Vgl. Runte et al., 2016.

<sup>38</sup> Vgl. Umweltbundesamt, 2022.

die steigende Menge von Verpackungspapieren verstärkt.<sup>39</sup> Insbesondere die Nutzung von Hygieneartikeln als Wegwerfware sowohl im privaten als auch im unternehmerischen Bereich ist problematisch, da bspw. Tücher oder Toilettenpapier in die Kanalisation gespült oder entsorgt werden und somit dem Kreislauf verloren gehen.

Die Industrie ist von Seiten der Politik dazu angehalten, beispielsweise in der öffentlichen Beschaffung vermehrt auf den Einsatz von Altpapier zu setzen, um die Recyclingquoten weiter zu steigern.<sup>40</sup> Bei der Verarbeitung des Papiers zu Endprodukten wird das Ausgangsprodukt durch Chemikalien wie z. B. aus Motivfarben von Aufdrucken und anderen Stoffen verunreinigt. Hierdurch wird ein Recycling erschwert, da ein weiterer Schritt nötig ist, um die Altpapiere dem Prozess der Wiederverwendung beizumischen und eine hohe Qualität gewährleisten zu können. Zukünftig sollte es deshalb zum Ziel werden, Chemikalien durch mineralölfreie Druckfarben aus nachwachsenden Rohstoffen zu substituieren. Mit einer Umstellung der Rohstoffe in der Produktion sind zwar große Kosten für die Umrüstung vorhandener Maschinen notwendig, jedoch erhöht sich das Recyclingpotenzial durch den Einsatz neuer, nachhaltiger Rohstoffe deutlich. Dadurch kann die Menge an nicht rezyklierbaren Komponenten verringert werden, mit dem Ziel, in Zukunft den Anteil von alternativen Rohstoffen immer weiter zu steigern.<sup>41</sup>

Weiterhin bestehen branchenübergreifende Potenziale zur Steigerung der Nachhaltigkeit durch interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Branchen und Forschungspartner\*innen. Beispielsweise werden in dem Projekt "Modellfabrik Papier" in Düren zusammen mit den Branchen IKT, Bioökonomie, Maschinenbau und Verpackung, innovative und disruptive Forschungsansätze fokussiert, die eine Einsparung des Energiebedarfs im Fertigungsprozess (v. a. in den Bereichen Rohstoffverarbeitung, Vlies-Bildung und Papiervlies-Trocknung) in Höhe von 80 % ermöglichen sollen.<sup>42</sup> Aus NRW sind unter anderem die RWTH Aachen, die FH Aachen, das Forschungszentrum Jülich, die Papierfabrik Niederauer Mühle und die wepa Gruppe beteiligt. Durch eine solche Vernetzung verschiedener Industrien werden neue Impulse in verschiedene Branchen gesetzt, die einen gesamtheitlichen Fortschritt ermöglichen, denn so können Optimierungen in mehreren Branchen gleichzeitig vorangebracht werden.

## **Aluminiumindustrie**

Einen noch bedeutenderen Standort stellt NRW für die Aluminiumindustrie dar. In dieser werden 35.000 Mitarbeitende beschäftigt und der bundesweit größte Umsatz der Industrie erwirtschaftet.<sup>43</sup> Gleichzeitig wird eine Zunahme des Aluminiumbedarfs z. B. aufgrund der wachsenden Elektromobilität erwartet. Die Branche gilt als Ausgangspunkt wichtiger Wertschöpfungsketten und ermöglicht Leichtbaukonstruk-

---

<sup>39</sup> Vgl. Ebd.

<sup>40</sup> Vgl. Ebd.

<sup>41</sup> Vgl. Navigant Energy Germany GmbH, 2019a, S. 5.

<sup>42</sup> Vgl. Modellfabrik Papier, 2022.

<sup>43</sup> Vgl. Aluminium Deutschland e.V., 2021.

tionen, ist aber gleichzeitig auch sehr energieintensiv. Da die Herstellung von Aluminiumzyklat nur ca. 5 % des Energiebedarfs im Verhältnis zur Primärmaterialproduktion aufweist<sup>44</sup>, ist die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft gerade in diesem Bereich unter energetischen Gesichtspunkten besonders relevant. Die Notwendigkeit der Transformation hin zum zirkulären Wirtschaften wird in der Branche bereits thematisiert, sodass 2021 eine gemeinsame Erklärung des Aluminiumbündnis‘ NRW zum Ausbau der Kreislaufwirtschaft unterzeichnet wurde.<sup>45</sup>

Wie in anderen Metallbereichen sind zirkuläre Prinzipien vor allem im Hinblick auf Recycling für Aluminium gut etabliert. Nach Angaben des Aluminium e.V. Deutschland bestehen Recyclingquoten von zum Teil über 90 %. Durch konsequentes Recycling von Altmetall wird in Deutschland inzwischen mehr Aluminium erzeugt als durch gefördertes Erz. Insgesamt wurden im Jahr 2019 in der Bundesrepublik 692.000 Tonnen Aluminium durch Recycling zurückgewonnen, im Gegensatz dazu wurde aus Erzen nur 508.000 Tonnen hergestellt.<sup>46</sup> Außerdem konnten neue Verfahren entwickelt werden, die es ermöglichen, dass kein Primäraluminium zur Qualitätssicherung beigefügt werden muss. Mithilfe von Röntgentransmission konnte ein Trennverfahren entwickelt werden, welches ein deutlich verbessertes Recycling durch einen optimierten Materialinput ermöglicht.<sup>47</sup>

Die Produktion von Aluminium ist mit einem hohen Energieeinsatz verbunden. Der Stromverbrauch von 4,3 MWh pro Tonne Aluminium im Jahr 1995 konnte zwar auf 3,7 MWh pro Tonne gesenkt werden, allerdings stagniert dieser Wert seit 2018. Als Energiequellen werden vor allem Strom (54 %), Erdgas (36 %) und Erdöl (7 %) genutzt.<sup>48</sup> Insbesondere in der Herstellungsphase geht Energie verloren, die als Wärmeverlust an die Umgebung abgegeben wird. Diese energieintensive Phase soll zukünftig durch spezielle Lüftungssysteme effizienter gestaltet werden. Durch die Errichtung innovativer Wärmebehandlungsöfen kann ein Teil der Abwärme in der Schmelze abgesaugt und zur Vorbehandlung im nächsten Produktionsschritt weiter genutzt werden, wodurch der Energiebedarf deutlich sinkt.

## **Glasindustrie**

In NRW sind 78 der insgesamt 388 Betriebe der deutschen Glasindustrie verortet (rund 20 %). Zudem wurden im Jahr 2020 Produkte im Wert von rund 1,7 Mrd. Euro in NRW hergestellt, wodurch diese Industrie ebenfalls einen bedeutenden Wirtschaftszweig von NRW darstellt.<sup>49</sup>

Die Hauptprodukte, die durch die Glasindustrie hergestellt werden, unterteilen sich hauptsächlich in Behälterglas (insb. Flaschen), welches als Verpackung bspw. für Getränke verwendet wird und Flachglas, welches in Form von Scheiben u. a. für Fenster oder Bildschirme Verwendung findet. Beide Glasarten können noch weiter unterteilt

---

<sup>44</sup> Vgl. Umweltbundesamt, 2019.

<sup>45</sup> Vgl. RecyclingPortal, 2021.

<sup>46</sup> Vgl. Umweltinnovationsprogramm, 2014.

<sup>47</sup> Vgl. Umweltinnovationsprogramm, 2014.

<sup>48</sup> Vgl. WV Metalle, 2020, S. 12.

<sup>49</sup> Vgl. Landesbetrieb IT.NRW, 2021a.

werden. Darüber hinaus wird zu einem geringen Anteil Spezialglas für die Verwendung in Forschung, Wirtschaft und Industrie hergestellt.

Behälterglas fällt - soweit als Verpackung verwendet - unter das Verpackungsgesetz. Es ist somit einer Mehrwegquote unterworfen und unterliegt besonderen Anforderungen an die Qualität, Farb- und Mineralreinheit. Mehrwegglasflaschen können bis zu 50-mal wiederbefüllt werden. Am Ende ihres Lebenszyklusses werden sie im Einzelhandel abgegeben oder in Glascontainern gesammelt und einem hochwertigen Recycling zugeführt. Vor allem im Glasflaschensortiment wurden deshalb schon früh Vorschriften und vereinheitlichte Designs eingeführt, die eine Wiederverwendung deutlich vereinfacht haben (z. B. die NRW-Flasche für Bierbrauereien). Im Ausbau dieser Maßnahmen liegen bedeutende Chancen für weitere ReUse-Strategien. Der Einfluss der Glasprodukte auf andere Branchen macht sich auch in der Nutzungsphase bemerkbar: Als Mehrweglösung können Glasprodukte in anderen Bereichen (z. B. Lebensmittelindustrie) verwendet werden und die Kreislaufwirtschaft vorantreiben. Dabei stellen jedoch die geografische Reichweite des Mehrwegsystems, das Transportgewicht und individualisiertes Flaschendesign einige Hindernisse zur ökologisch sinnvollen Nutzung dar.

Das Recycling ist in dieser Branche ebenfalls weit etabliert. Aufgrund seiner Eigenschaften kann Altglas nahezu beliebig oft recycelt werden, sodass für die Produktion bereits 82 % Altglas eingesetzt werden können. Allerdings ist auch hier Trennung und Vorsortierung notwendig, da unterschiedliche Glasarten aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzung nicht oder nicht ohne weiteres gemeinsam recycelt werden können. Da Altglas bei einer niedrigeren Temperatur eingeschmolzen werden kann als Primärglas, wirkt sich der Einsatz ebenfalls positiv auf die Energiebilanz aus.<sup>50</sup> Eine Erhöhung des Einsatzes von 10 % Altglas im Recycling spart bereits 3 % der benötigten Schmelzenergie ein.<sup>51</sup>

Bei der Rückführung von Glasprodukten ergeben sich noch Verbesserungspotenziale. Relevante Herausforderungen für Behälterglas, zur Verbesserung des Recyclings und zur Quotenerreichung von 90% ab 2022 (gem. Verpackungsgesetz), liegen in systemischen Verlusten<sup>52</sup> und Problemen in der Sammlung und Fehlwürfe im Haus- und Restmüll. Insbesondere Ballungsräume, z. B. innerhalb des Ruhrgebiets, tragen zu dieser Problematik bei. Die Verbesserung der Glassammlung und die Pflege der Sammelsysteme gelten daher als entscheidende Faktoren zur weiteren Verbesserung der Recyclingwege in der Glasindustrie.<sup>53</sup>

Bei Flachglas treten aufgrund der deutlich längeren Nutzungsdauern (zum Beispiel als Fensterscheiben) andere Mengenströme auf. Relevant sind für das Recycling von Fensterglas vor allem Gebäuderenovierungen. Etabliert ist in beiden Bereichen der Branche die unmittelbare Wiederverwendung von Fehl- und Nebenprodukten durch Wiedereinschmelzen als unmittelbare Wiederverwendung. Durch die hohen Ansprü-

---

<sup>50</sup> Vgl. Umweltbundesamt, 2021a.

<sup>51</sup> Vgl. Deutsche Umwelthilfe, o. J.

<sup>52</sup> Vgl. Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., 2021.

<sup>53</sup> Die Informationen wurden dem Experteninterview entnommen.

che an die Glasreinheit können jedoch nicht alle Gläser einer Verwertung im Gebäudabau zugeführt werden. Hier gilt es, neue Methoden und Technologien für ein verbessertes Aufbereiten dieser Abfallströme zu entwickeln.<sup>54</sup> Da der Herstellungsprozess für Glas zurzeit noch sehr energie- und wasserintensiv ist, stellt dieser einen weiteren Verbesserungspunkt dar, um Ressourceneffizienz und den Ausstoß von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu begrenzen. Dazu werden bspw. neuartige Wasseraufbereitungsanlagen im Schleifprozess eingesetzt, die den Wasserkreislauf schließen und somit Wasser einsparen können.<sup>55</sup>

Des Weiteren kommen in der Glasindustrie bereits strombetriebene Schmelzaggregate zum Einsatz, die die konventionellen Verfahren zur Energieerzeugung substituieren können, solange der Ausbau der erneuerbaren Energien weiter fokussiert wird. Technologische Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion sind hingegen vor allem sektorübergreifend zu erschließen, da diese mehrere Branchen gleichzeitig betreffen.<sup>56</sup> Dies zeigt sich im breiten Einsatz von Glasprodukten, die vor allem in der IKT-, Automobil- und Baubranche eingesetzt werden. Durch eine übergreifende Zusammenarbeit unter Einsatz von Sensoren und Software-Programmen, können große Datenmengen für eine bessere Vernetzung und ein angepasstes Energiemanagement genutzt werden. Der Material- und Energieeinsatz kann folglich verringert werden und führt zu positiven Synergieeffekten in anderen Branchen.<sup>57</sup>

## Zementindustrie

NRW ist innerhalb Deutschlands der wichtigste Produktionsstandort für Zement.<sup>58</sup> Hier bündelt sich auf kleiner Fläche die größte Anzahl an Unternehmen und Werken, in denen der Großteil der Mitarbeitenden der Branche arbeitet.<sup>59</sup>

Die Zementindustrie ist sowohl ressourcen- als auch energieintensiv und weist somit hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Der Verbrauch an Ressourcen durch die Zementproduktion in Deutschland steigt jedes Jahr. Vor allem der Straßen- und Wohnungsbau stellt einen wichtigen Treiber dieses Trends dar. In der Zementbranche wird daher versucht, vermehrt auf zirkuläres Wirtschaften in der Produktion zu setzen. Im Jahr 2020 wurden in der deutschen Zementindustrie insgesamt 7,3 Mio. Tonnen alternativer Rohstoffe für die Produktion von 35,5 Mio. Tonnen Zementprodukten verwendet. Durch die alternativen Rohstoffe (z. B. Klärschlämme, Flugaschen) können rund 11 Mio. Tonnen Kalkstein pro Jahr eingespart werden. Der gesamte Rohstoffeinsatz für die Produktion wird auf 51 Mio. Tonnen geschätzt. Alternative Rohstoffe deckten im Jahr 2020 rund 14 % des gesamten Rohstoffbedarfs. So wurden im Jahr 2020 unter anderem Kalkschlämme (80.000 Tonnen), Gießereiasche (116.000 Tonnen) und Flugasche (250.000 Tonnen) in der Produktion eingesetzt.

---

<sup>54</sup> Vgl. Umweltbundesamt, 2021a.

<sup>55</sup> Vgl. NRW.Energy4Climate GmbH, 2020.

<sup>56</sup> Vgl. Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE, 2021.

<sup>57</sup> Vgl. ebd., S. 20.

<sup>58</sup> Vgl. SCI4climate.NRW 2020, S. 9f.

<sup>59</sup> Vgl. ebd.

Des Weiteren wird der Einsatz von Sekundärmineralien aus der Stein- und Erdenindustrie als neuer Bestandteil in der Zementproduktion untersucht. Dafür werden die Eigenschaften dieser Sekundärstoffe in Labortests auf ihre Eignung überprüft.<sup>60</sup> Insgesamt werden durch den Einsatz von alternativen Rohstoffen in der Zementindustrie bis zu 10 Mio. Tonnen Kalkstein als Primärrohstoff eingespart; dennoch wird Kalkstein auch in den nächsten Jahren als Primärrohstoff unverzichtbar sein.<sup>61</sup>

Mit Blick auf die Verantwortung der Branche als energieintensive Industrie gegenüber der angestrebten CO<sub>2</sub>-Reduzierung bis zum Jahr 2045, sind umfangreiche Maßnahmen und Umstrukturierungen notwendig. Der gesamte Ausstoß von CO<sub>2</sub> hat sich zwischen den Jahren 1990 bis 2020 von 26 Mio. Tonnen auf 20 Mio. Tonnen reduziert, stagniert aber seit dem Jahr 2005 auf diesem Niveau.<sup>62</sup> Gleichzeitig hat die Produktionsmenge deutlich zugenommen, zwischen den Jahren 2016-2020 stieg sie um 18 %.<sup>63</sup>

Dass sich die Emissionen trotz der steigenden Produktionsmengen nicht erhöht haben, liegt insbesondere an einem Wandel im Energiemix der Branche. In den letzten 10 Jahren hat vor allem eine Zunahme von alternativen Brennstoffen stattgefunden, die z. B. fossile Brennstoffe wie Stein- und Braunkohle abgelöst haben und CO<sub>2</sub> einsparen konnten. Zu den alternativen Brennstoffen gehörten 2020 unter anderem Altreifen (167.000 Tonnen), Altöle (68.000 Tonnen), Tiermehl (145.000 Tonnen) und Kunststoffabfälle (828.000 Tonnen).<sup>64</sup>

Insgesamt wird der Energiebedarf in der Produktion zu 69,2 % durch alternative Brennstoffe (s. o.) gedeckt, wodurch die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen deutlich verringert wird. Langfristig ist die Steigerung des alternativen Brennstoffgehalts in der Produktion auf bis zu 90 % geplant, die übrigen 10 % sollen durch den Einsatz von Wasserstoff gedeckt werden.<sup>65</sup> Verbrennungsreste aus organischen Bestandteilen können zudem direkt in die Produkte eingearbeitet werden und reduzieren somit den Einsatz von Primärrohstoffen weiter.<sup>66</sup>

Der Einsatz von alternativen Roh- und Brennstoffen ist ein zentraler Aspekt für eine zukünftige Implementierung der Kreislaufwirtschaft, jedoch ist für die Umsetzung oft ein großer Investitionsbedarf in Anlagentechnik notwendig. Zudem muss die Verfügbarkeit von alternativen Rohstoffen gewährleistet sein, um die Produktion aufrecht halten zu können. Oftmals konkurrieren verschiedene Abnehmer dieser Rohstoffe untereinander, sodass die Rohstoffe dann auch in anderen Branchen verwendet werden. Nicht zuletzt stellt der Strukturwandel innerhalb der Branche aufgrund der strenger werdenden Vorschriften ein Problem für die aktuell eingesetzten alternativen Rohstoffe, wie Hüttensand aus der Eisenproduktion, dar. Aufgrund der

---

<sup>60</sup> Vgl. Verein Deutscher Zementwerke e.V., 2021a.

<sup>61</sup> Die Informationen wurden dem Experteninterview entnommen.

<sup>62</sup> Vgl. Verein Deutscher Zementwerke e.V., 2021b, S. 33.

<sup>63</sup> Vgl. Verein Deutscher Zementwerke e.V., 2021c, S. 29.

<sup>64</sup> Vgl. ebd.

<sup>65</sup> Die Informationen wurden dem Experteninterview entnommen.

<sup>66</sup> Die Informationen wurden dem Experteninterview entnommen.

Energiewende und der stattfindenden Dekarbonisierung werden diese Bestandteile zukünftig teilweise nicht mehr lieferbar sein.<sup>67</sup>

Einige Unternehmen aus der Zementindustrie nehmen mit Projekten im Themenkreis „zirkuläres Wirtschaften“ (Stichwort Ressourceneffizienz) an entsprechenden Förderprogrammen teil. Zurzeit werden vor allem alternative Rohstoffe in der Zementbranche erforscht, die den Einsatz von Primärstoffen senken sollen. Die Projekte beschäftigen sich bspw. mit der Wiederverwendung und dem Recycling bestimmter Rohstoffe.

## Grundstoffchemie

Die Grundstoffchemieindustrie stellt für NRW eine der bedeutendsten wirtschaftlichen Branchen dar, sodass ihr ebenfalls eine große Bedeutung im Umwelt- und Klimaschutz zuteilwird.<sup>68</sup> In NRW sind rund 97.000 Mitarbeitende in 250 Betrieben beschäftigt, die 2020 28,6 % des deutschlandweiten Umsatzes der Industrie erwirtschafteten.

In der Chemieindustrie ist die Kreislaufwirtschaft bereits heute von großer Bedeutung. Eine Studie im Jahr 2018 zeigte, dass eine Mehrheit der größten deutschen Unternehmen der chemischen Industrie Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in das Design der Produkte einbezieht.<sup>69</sup> Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe, die Wiederverwendung von chemiebasierten Produkten und das mechanische Recycling, bei dem Kunststoffabfälle zu neuen Sekundärgrundstoffen werden, sind zentrale Inhalte des zirkulären Wirtschaftens in der Chemiebranche. Eine weitere Skalierung kann durchaus stattfinden, wozu allerdings technische Herausforderungen zu überwinden sind. Das liegt vor allem an der Diversität der anfallenden Stoffe. Da es sich um eine Mischung verschiedener Stoffe handelt, müssen diese sortenweise getrennt, gewaschen, sortiert und aufbereitet werden. Dies führt zu steigenden Kosten, Anlagen mit einer höheren Komplexität und einer anfänglich schlechteren Qualität der Endmaterialien.<sup>70</sup>

Die Wiederverwendung von chemiebasierten Produkten kommt insbesondere bei Kunststoffen zur Anwendung, bei denen die Produkte unter anderem für PET-Flaschen, Polyolefin-Behälter oder Kunststofftüten mehrfach genutzt werden. Dies verdeutlicht ebenfalls die Verbindung zu anderen Industrien wie der Verpackungsindustrie als Nutzer der Produkte. Stofflich nicht verwertbare Abfallprodukte werden häufig der energetischen Verwertung zugeführt.<sup>71</sup> Neue Geschäftsfelder im Rahmen zirkulären Wirtschaftens ergeben sich durch neue Geschäftsmodelle wie dem Chemikalienleasing. Hierbei wird ein Chemieprodukt nicht verkauft, sondern es wird dem Käufer lediglich seine Funktion angeboten. Nach der Nutzung werden ausgediente Chemikalien zurückgeführt, sodass die Verantwortung für eine umweltgerechte Aufbereitung oder Entsorgung durch den Anbieter übernommen wird.<sup>72</sup>

---

<sup>67</sup> Die Informationen wurden dem Experteninterview entnommen.

<sup>68</sup> Vgl. MWIDE, 2022a.

<sup>69</sup> Vgl. Deloitte, 2018, S. 86.

<sup>70</sup> Vgl. KIWO Groupe, o. J.

<sup>71</sup> Vgl. Navigant, 2019b.

<sup>72</sup> Vgl. Umweltbundesamt, o. J.

Zudem konnte in den letzten 10 Jahren der Heizöl- und Kohleverbrauch in der Branche deutlich reduziert werden, ohne dabei die Produktivität einzuschränken. Neben verstärkter Effizienz ist dafür auch der Umstieg auf Erdgas als fossilen Energieträger verantwortlich, um die spezifischen THG-Emissionen zu reduzieren. Dadurch wurde Erdgas mit 65%igem Anteil die hauptsächliche fossile Energiequelle. Darüber hinaus wird zunehmend attraktiv, die in der Produktion entstehende Abwärme weiterzuverwenden und über Leitungsnetze anderen Nutzern thermischer Energie im eigenen Betrieb, in anderen Betrieben (Chemiepark-Netzwerke) oder auch im öffentlichen Bereich (Fernwärme, Sektorenkopplung) zur Verfügung zu stellen. Dieser Effekt wirkt besonders an großen Standorten vorteilhaft, denn Verbundmöglichkeiten und Synergien (sogenannte Industriesymbiosen) verbessern sowohl die wirtschaftliche als auch ökologische Bilanz der Unternehmen, die an das Netzwerk angeschlossen sind.<sup>73</sup> Gleichzeitig wird die Abwärmenutzung zusätzlich optimiert, wenn industrielle Netze mit öffentlichen Fernwärmenetzen gekoppelt werden. Des Weiteren wird an Methoden gearbeitet, die kohlenstoffhaltige Abgase als Ausgangsprodukt für weitere Produkte nutzbar zu machen (Carbon Capture and Utilisation). So kann fossiler Kohlenstoff entweder zu neuen chemischen Verbindungen umgewandelt werden oder als Bestandteil in neue Produkte integriert werden.<sup>74</sup>

Speziell bei der Defossilierung der Kohlenstoffkreisläufe sind NRW-Unternehmen proaktiv einzeln und in gemeinsamen Initiativen tätig. So fördert die in NRW gegründete Renewable Carbon Initiative (RCI)<sup>75</sup> die Nutzung von Kohlenstoff im Kreislauf aus der Biosphäre (biobasierte Rohstoffe), Technosphäre (Recycling) oder Atmosphäre (CCSU, s.o.) als möglichst vollständige Substitution von fossilem Kohlenstoff aus der Geosphäre (Kohle, Erdöl, Gas). Mehrere NRW-Unternehmen der Chemie- und Rohstoffindustrie sind dort aktive und zum Teil sogar Gründungsmitglieder. Viele Unternehmen der Grundstoffchemie nehmen mit Projekten im Themenkreis „zirkuläres Wirtschaften“ (Stichwort Ressourceneffizienz) an entsprechenden Förderprogrammen teil. Die Projekte beschäftigen sich bspw. mit der ressourceneffizienten Herstellung von Lederchemikalien oder mit neuen Fluorgasmischungen bei der Halbleiterherstellung zur CO<sub>2</sub> Reduktion. Die Anzahl derartiger Förderungen liegt knapp unter dem Durchschnitt der anderen Industrien.<sup>76</sup> Projekte, die das Recycling von Stoffen in der Branche untersuchen, sind hauptsächlich (inter)nationale Projekte, die nicht von einzelnen Bundesländern gefördert werden. Beispielhaft ist hier das internationale Projekt iCAREPLAST aufzuführen (Integrated Catalytic Recycling of Plastic Residues Into Added-Value Chemicals), das im Jahr 2018 gestartet ist und die Verwertung von derzeit noch nicht recycelbaren Kunst- und Verbundwerkstoffen realisieren soll. Es ist mit einer Laufzeit von 48 Monaten und einer Förderungshöhe von 6,51 Mio. Euro veranschlagt unter Beteiligung von zehn Part-

---

<sup>73</sup> Vgl. Navigant 2020a

<sup>74</sup> Vgl. Umweltbundesamt 2021b

<sup>75</sup> Weitere Informationen unter: <https://renewable-carbon-initiative.com/>

<sup>76</sup> Basierend auf den Vorhaben in NRW im Rahmen folgender Projekte: Horizon 2020, OP EFRE.NRW, ReziProK sowie r+-Impuls.

ner\*innen aus fünf europäischen Ländern. Es handelt sich dabei um einen integrierten Prozess aus katalytischer Pyrolyse, katalytischer Nachbehandlung (Alkylierung und Hydrotreatment) und einem Membrantrennverfahren.<sup>77</sup>

## Stahlindustrie

Die Stahlindustrie hat sowohl für Deutschland als auch für NRW eine enorme Bedeutung. Ähnlich wie in der Aluminiumindustrie, sind Produkte der Stahlindustrie wichtige Komponenten für andere Industrien (z. B. für die Automobil- oder Baubranche). Mit 45.500 Mitarbeitenden stellt diese Industrie einen bedeutenden Baustein für die Wirtschaft des Bundeslandes NRW dar, wo rund 68 % der gesamten Produktionsmenge in Deutschland hergestellt werden.<sup>78</sup>

Da die Stahlindustrie für 30 % der Emissionen der deutschen Industrie verantwortlich ist, besteht noch Handlungsbedarf.<sup>79</sup> Aufgrund der Eigenschaften von Stahl, wie Langlebigkeit und Witterungsbeständigkeit sowie der Recyclingfähigkeit des Materials, besteht das Potenzial einer geschlossenen Kreislaufführung.<sup>80</sup> Derzeit ist das Stahlrecycling durch sogenannte Stahlschrotte bereits ein etabliertes System. Pro Tonne Rohstahl wurden in Deutschland im Jahr 2016 rund 216 kg Schrott eingesetzt, während der EU-Schnitt bei 304 kg lag.<sup>81</sup> Darüber hinaus bestehen zusätzliche Potenziale zur Ressourcenschonung in der verstärkten Refabrikation und Wiederverwendung von stahlintensiven Gütern. So kann Stahl, der als Baustoff eingesetzt wird, zu 93 % recycelt und zu 6 % wiederverwendet werden.<sup>82</sup>

Als Herausforderungen für eine noch weitergehende Kreislaufführung wird aktuell die Wirtschaftlichkeit vieler Prozesse gesehen. Dieser Umbruch kann in vielen Fällen ein Nachsteuern bzw. neu fahren von Prozessen bedeuten. Stäube aus Elektrolichtbogenöfen können beispielsweise eine neue Quelle für Kreisläufe darstellen. Ferner kann die geplante Umstellung auf Direktreduktion unter Nutzung von Wasserstoff zu einem treibhausgasneutralen Prozess führen, bedeutet aber einen Wegfall der Schlacken, die dann an anderer Stelle nicht zur Verfügung stehen.

Weitere Bestrebungen bestehen in einer Verbesserung des Sammelprozesses zur Erzielung sortenreinerer Ströme, die ein hochwertiges Recycling bspw. von Speziallegierungen ermöglichen. Fehlende Transparenz und Informationen stellen hier aber aktuell eine Barriere dar. Es werden daher Anstrengungen zu einer Verbesserung der Analytik und der begleitenden Datenführung zu Materialien unternommen, um diese Prozesse zu ermöglichen und zu unterstützen, damit Schrotte gezielter eingesetzt werden können. Da derartige Prozesse den Einbezug von Sammler\*innen und Aufbereiter\*innen erfordert, finden hier zahlreiche Kooperationen statt. Da die Industrie auch für 30 % der Emissionen in der gesamten Industriebranche in Deutschland verantwortlich ist, sollen Schritte eingeleitet werden, die den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Branche

<sup>77</sup> Vgl. IN4climate.NRW, 2020, S. 16.

<sup>78</sup> Vgl. MWIDE, 2022b.

<sup>79</sup> Vgl. Berger, 2020.

<sup>80</sup> Vgl. Pothen und Growitsch, 2019, S. 3.

<sup>81</sup> Vgl. EU-Recycling, 2018, S. 40.

<sup>82</sup> Vgl. ebd.

langfristig vermindern.<sup>83</sup> Stahl ist der wichtigste metallische Werkstoff der Weltwirtschaft, da er in nahezu allen Produkten enthalten ist oder in deren Produktion Anwendung findet.

## Lebensmittelindustrie

Für die Lebensmittelindustrie stellt NRW ebenfalls einen wichtigen Wirtschaftsstandort dar. Dort werden rund 17,6 % (rund 109.000) aller Mitarbeitenden beschäftigt und 22 % des gesamten deutschen Branchenumsatzes (41 Mrd. Euro) erwirtschaftet. Im Bereich der Lebensmittelindustrie sorgt der voranschreitende Klimawandel und die signifikanten Verluste entlang der gesamten Wertschöpfungskette<sup>84</sup> für tiefgreifende Herausforderungen zur Sicherstellung einer nachhaltigen Wirtschaftsweise. Zwischen 1997 und 2011 wurden schätzungsweise bereits 9 bis 29 Billionen Euro durch Bodendegradation und durch Wiederaufbauleistungen des Ökosystems verloren.<sup>85</sup> Der Großteil der weltweiten Anbauflächen wird für die Produktion von Nahrungsmitteln in der Viehwirtschaft benötigt.<sup>86</sup> Die Lebensmittelproduktion ist der größte Verursacher für die existenzbedrohende Vernichtung globaler Biodiversität.<sup>87</sup> Regionen in NRW weisen eine ähnlich hohe Tierdichte (GVE) auf, wie die Niederlande. Eine Ernährungsweise, die stärker auf pflanzlichen Grundstoffen basiert, würde deutlich weniger Landfläche benötigen. Ein mittelfristiges Umdenken erscheint daher notwendig und spiegelt sich bereits in verändertem Konsumentenverhalten, insbesondere jüngerer Generationen, wider.<sup>88</sup> Gleichzeitig wird ein nicht unbeträchtlicher Teil produzierter Waren ungenutzt entsorgt. Allein in Deutschland werden etwa 18 Millionen Tonnen Lebensmittel weggeworfen. Aufgrund der Zugehörigkeit zur Bioökonomie bzw. Biosphäre bestehen im Lebensmittelsektor andere Herangehensweisen als in den übrigen hier betrachteten Branchen. Der Wechsel zu niedertrophischeren Produkten (d. h. geringerer Konsum von Tierprodukten), der Vermeidung von Abfällen, sowie einer etwaigen Nutzung von Nebenprodukten und Abfällen in nicht lebensmittelspezifischer Weiterverwendung sind hier von großer Bedeutung. Seit einigen Jahren wird zudem mit Ansätzen experimentiert, die verschiedene Produktionssysteme koppeln, um die Schließung der Kreisläufe zu fördern (bspw. Aquaponic), Insekten als Proteinquellen zu nutzen oder in kontrollierten Ökosystemen (controlled environment farming, vertical farming etc.) mit gezieltem und minimalen Ressourceneinsatz Lebensmittel zu produzieren.<sup>89</sup> Lebensmittel, die durch Mikroorganismen oder synthetisch hergestellt wurden, stellen zudem einen rasant wachsenden Innovationsmarkt dar.<sup>90</sup>

---

<sup>83</sup> Vgl. Berger, 2020.

<sup>84</sup> Vgl. FAO, 2022.

<sup>85</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2020b.

<sup>86</sup> Vgl. Heinrich-Böll-Stiftung, 2021, S. 16f.

<sup>87</sup> Vgl. IRP, 2019.

<sup>88</sup> Vgl. Heinrich-Böll-Stiftung, 2021, S. 6f.

<sup>89</sup> Vgl. Stuchtay und Vahle, o. J.

<sup>90</sup> Vgl. BIO.NRW, o. J.

Um eine an die Kreislaufwirtschaft orientierte Lebensmittelproduktion und -verteilung zu schaffen und den Umwelteinfluss der Lebensmittelbranche zu reduzieren, müssen Maßnahmen beim Transport, der Lagerung, der Verpackung und den Lebensmittelabfällen ergriffen werden<sup>91</sup>. Darüber hinaus muss der Konsum von Tierprodukten reduziert und Nebenprodukte entlang der Wertschöpfungskette produktiven Anwendungen zugeführt werden. Innovative Lebensmittelprodukte und Herstellungsprozesse können Nahrungsmittel mit deutlich geringeren Umwelteffekten ermöglichen.

## **Bauindustrie**

Im Rahmen der Bauindustrie liegt NRW mit 15 Mrd. Euro hinter Bayern auf Platz zwei der umsatzstärksten Bundesländer. 130.000 Menschen sind in NRW beschäftigt.<sup>92</sup>

Durch das steigende Bauvolumen gehört diese Industrie zu den besonders ressourcen- und abfallintensiven Branchen. Zudem entsteht in dieser Industrie der gewichtsmäßig größte Anteil von Abfällen, inklusive gefährlicher Abfälle.<sup>93</sup> Auch die Langlebigkeit der Produkte und die Vermischung verwendeter Materialien stellen in dieser Industrie große Herausforderungen zur Rückgewinnung der Rohstoffe dar.<sup>94</sup> Zur Bewältigung dieser Herausforderungen werden allerdings schon einige Ansätze verfolgt. Grundsätzlich lassen sich diese in fünf Instrumente einteilen: Einsatz von Substituten für problematische Rohstoffe bzw. Materialien, Schließung von Stoffkreisläufen durch Recycling, Effizienzsteigerung von Produkt- und Materialeinsatz, Verlängerung der Lebensdauer sowie Verringerung der Bodenversiegelung durch effiziente, interdisziplinäre Bau- und Platzsparing.

Akteure, die zu Beginn der Wertschöpfungskette aktiv sind, beschäftigen sich bspw. mit alternativen Verfahren und Rohstoffen, um den hohen Energie- und Ressourcenbedarf der Herstellungsphase zu minimieren. Dies ist vor allem für besonders umweltbelastende Materialien, wie z. B. Beton, von hoher Relevanz. Der Einsatz von Primärrohstoffen kann darüber hinaus vor allem auch durch Wiederverwendung und Recycling minimiert werden. Dazu wurden bereits einige Plattformen etabliert, auf denen aus dem Rückbau gewonnene Baustoffe und -komponenten angeboten werden.<sup>95</sup>

Insbesondere im Bausektor besteht hohes Potenzial für die Schließung von Stoffkreisläufen, da in naher Zukunft durch den Rückbau alter Gebäude einige Materialien zur Verwertung zur Verfügung stehen. Dabei ist es notwendig, Stoffströme getrennt voneinander zu erfassen, um ein effizientes Recycling zu ermöglichen. Die

---

<sup>91</sup> Vgl. BVE, 2020, S.66.

<sup>92</sup> Vgl. Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, 2021.

<sup>93</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt, 2021.

<sup>94</sup> Vgl. Bendix et al., 2021.

<sup>95</sup> Vgl. BauKarussell, o. J. und Restado, o. J.

Baubranche stellt zudem bspw. im Bereich des Straßenbaus eine bedeutende Senke für die Verwendung von Bauabfällen und den Abfällen anderer Industrien dar.<sup>96</sup>

Eine Erhöhung der Materialeffizienz kann durch Leichtbauweisen erreicht werden, sodass bspw. durch eine Holz-Hybrid-Bauweise oder Hohlkörperdecken-Technologie weniger Beton oder Stahl eingesetzt werden muss. Zusätzlich kann die Lebensdauer von Gebäuden durch Maßnahmen verlängert werden, die die Sanierung und Renovierung von Gebäuden fokussieren und somit den Abriss und Neubau vermeiden. Außerdem unterstützt ein flexibles und für eine intensive Nutzung ausgelegtes Design (z. B. Konzepte für Sharing oder Wohnungstausch) ebenfalls die Verlängerung der Lebensdauer. Gleichzeitig müssen die Gebäude bereits beim Neubau für die Demontage- und Wiederverwendungsmöglichkeiten konzipiert werden bzw. Strategien für den Rückbau (z. B. recycelbare Materialien oder Systembauweise) integriert werden.<sup>97</sup>

Neben den vielfältigen Maßnahmen ist vor allem die Digitalisierung ein wichtiger Enabler, der das zirkuläre Wirtschaften im Bausektor vorantreibt. Digitale Lösungen, wie Baustoff-Kataster oder Baustoff-Bibliotheken, können bspw. die Kreislaufführung von Baustoffen insofern positiv beeinflussen, dass darin viele wichtige Informationen enthalten sind. So können in einem Kataster alle verbauten Baumaterialien erfasst werden, sodass die städtischen Gebäude als großes Materiallager dienen. Es können darüber hinaus Informationen über die Herkunft, die Recyclingfähigkeit und weitere Eigenschaften des Materials hinterlegt werden, die die effiziente Verwertung am Ende der Lebensdauer sicherstellen. Ähnlich dazu können mithilfe von Building Information Modeling relevante Bauwerksdaten erfasst und für alle Akteure zugänglich gemacht werden, sodass in jeder Lebenszyklusphase eines Gebäudes eine verlässliche Informationsbasis für Entscheidungen vorliegt.<sup>98</sup> Darüber hinaus kann die Produktivität und Effizienz während der Bauphase durch Automatisierung und Vorfabrikation gesteigert werden.<sup>99</sup>

Zusätzlich bestehen auch verschiedene Netzwerke und Initiativen, die das zirkuläre Wirtschaften im Bausektor vorantreiben. Die re!source Stiftung e. V. beschäftigt sich bspw. mit der Ressourcenschonung in der Bau- und Immobilienwirtschaft sowie der Realisierung einer echten Kreislaufwirtschaft und besteht dabei u. a. aus Vertreter\*innen aus Industrie, Wissenschaft und Politik.<sup>100</sup> Der Verbund "Kreislaufwirtschaft BAU" fokussiert hingegen die Dokumentation mineralischer Baustoffe in Deutschland. Dazu werden alle zwei Jahre aktuelle Daten zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle veröffentlicht.<sup>101</sup>

## **Textilindustrie**

Mit einem Umsatz in Höhe von 4,4 Mrd. Euro trägt die Textilindustrie in NRW rund

---

<sup>96</sup> Vgl. Birnstengel et al., 2018.

<sup>97</sup> Vgl. Umweltbundesamt, 2021c.

<sup>98</sup> Vgl. Schweizerische Eidgenossenschaft, 2018.

<sup>99</sup> Vgl. Material Economics, 2018.

<sup>100</sup> Vgl. re!source Stiftung e. V., o. J.

<sup>101</sup> Vgl. Kreislaufwirtschaft BAU, o. J.

15,7 % zum gesamten deutschen Branchenumsatz bei und ist damit der bedeutendste Standort für die Industrie in Deutschland.<sup>102</sup> Zudem werden 25.000 Mitarbeitende in 252 Betrieben beschäftigt, wodurch die Bedeutung der Branche auf dem Arbeitsmarkt in NRW unterstrichen wird.

Projekte für zirkuläres Wirtschaften in NRW sind in allen Bereichen der Textilindustrie vorzufinden. So wird bspw. an der Implementierung von biobasierten Rohstoffen anstelle von erdölbasierten Bestandteilen in der Herstellung geforscht. Auch im Bereich des Closed-Loop-Recyclings macht die Branche Fortschritte, indem durch das Recycling von Altkleidern bzw. alten Textilien (z. B. Bettwäsche) neue Kleidungsstücke hergestellt werden (sogenanntes Faser-zu-Faser-Recycling).

Der Bereich der Bekleidungstextilien ist geprägt durch immer mehr Kollektionen in kürzeren Abständen (sogenanntes „Fast Fashion“), wodurch die Konsum- und Abfallmenge deutlich erhöht wird. Ein Großteil dieser Abfallmengen fällt dabei jedoch außerhalb NRWs an. Billiglöhne, ein hoher Wasserverbrauch und schlechte Bezahlung sind nur einige der zahlreichen Probleme dieses Trends, die den Konsument\*innen teilweise gar nicht bewusst sind.<sup>103</sup> Das hohe Retourenaufkommen, bei dem nutzbare Kleidung teilweise sogar entsorgt wird, verstärkt die Problematik. Außerdem ist die Branche einer der Hauptverursacher für eine steigende Menge von Mikroplastik in den Meeren, da sowohl in Herstellungsprozessen als auch in der Nutzungsphase (durch das Waschen synthetischer Fasern) Kunststoffpartikel in das Abwasser gelangen.<sup>104</sup> Die Bedeutung der Branche im Hinblick auf Ressourcenschonung und Klimaschutz wird auch durch die im März 2022 veröffentlichte EU-Strategie für nachhaltige und zirkuläre Textilien<sup>105</sup> deutlich.

Aus diesem Grund wird bereits an verschiedenen Kreislaufwirtschaftsansätzen in der Textilindustrie gearbeitet, die u. a. auf Rücknahmesysteme für textile Produkte angewiesen sind. Neben einzelnen Rücknahme-Aktionen von großen Modeketten<sup>106</sup>, ist die Altkleidersammlung in Deutschland bereits weit etabliert. Die gesammelte Kleidung kann dann im Rahmen der Wiederverwendung genutzt oder einem Recyclingprozess zugeführt werden. Allerdings zeichnet sich aktuell die Problematik ab, dass in Deutschland ein zu hohes Aufkommen an Alttextilien vorliegt, sodass die zuständigen Organisationen nicht genügend Kapazitäten für die Verteilung und Verwertung verfügbar haben. In Deutschland werden rund 88 % der Altkleider verwertet: Davon werden 62 % als Second-Hand-Mode genutzt, 14 % werden zu Putzlappen oder Dämmstoffen verarbeitet, 12 % gehen in das Faserrecycling und weitere 12 % werden thermisch verwertet.<sup>107</sup> Um ein Downcycling (zu Putzlappen) sowie die thermische Verwertung zu minimieren, ist auch das sogenannte Design for Recycling von großer Bedeutung. Dabei soll schon bei der Produktentwicklung der gesamte Lebenszyklus (inkl. Langlebigkeit der Produkte) und Recyclingfähigkeit am Ende der Lebensdauer berücksichtigt werden. Allerdings wird das Design-for-Recycling derzeit selten in

<sup>102</sup> Vgl. Landesbetrieb IT.NRW, 2021b sowie .ZiTex, 2021.

<sup>103</sup> Vgl. BMUV, 2021.

<sup>104</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2022.

<sup>105</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2022.

<sup>106</sup> Vgl. bspw. die „Garment Collection Initiative“ von H&M, die 2021 endete.

<sup>107</sup> Vgl. bvse, 2020, S. 24.

Kollektionen berücksichtigt. Darüber hinaus bestehen Herausforderungen beim Altkleiderrecycling darin, dass enorme Kosten entstehen und Produktionsumstellungen erforderlich sind, wodurch ein erhöhter Preis für recycelte Fasern entsteht. Dieser ist gegenüber neuen Textilien noch nicht wirtschaftlich.<sup>108</sup> Zudem müssen ausreichende Informationen über die Textilien (z. B. Herkunft oder verwendete Substanzen) gesammelt werden, um die Stoffkreisläufe schließen zu können. Auch die Rückführlogistik von Dienstkleidung erfordert digitale Technologien. Speziell auf dieses Teilgebiet wird sich in dem Projekt DiTex, das durch den BMBF gefördert wird, fokussiert. In dem Verbundvorhaben wird u. a. Textilleasing erprobt und Produktlinien entwickelt, die mit einem "intelligenten Etikett" ausgestattet werden, das relevante Informationen für alle beteiligten Akteure zur Verfügung stellt.<sup>109</sup>

Ein weiterer Ansatz zur Ressourcenschonung ist die Substitution von erdölbasierten Rohstoffen. So kann z. B. der Einsatz von bestimmten Naturfasern die ökologischen Auswirkungen von Textil- und Bekleidungsprodukten verringern.<sup>110</sup> Wichtig dabei ist jedoch zu beachten, dass nicht jede natürliche Faser einen positiven Effekt auf den ökologischen Fußabdruck hat, da für deren Herstellung ebenfalls natürliche Ressourcen (wie Land und Wasser) eingesetzt werden müssen. Ein Beispiel für einen geschlossenen Naturkreislauf sind TENCEL Lyocell- und Modalfasern. Diese Fasern bestehen aus Cellulosefasern botanischen Ursprungs und können am Ende ihrer Lebensdauer biologisch abgebaut werden.<sup>111</sup>

Im Bereich der technischen Textilien, die aufgrund ihrer funktionalen Eigenschaften in verschiedenen Industrien (z. B. Lebensmittel- oder Automobilindustrie) eingesetzt werden können<sup>112</sup>, wird ebenfalls an zirkulären Lösungen gearbeitet. Bei technischen Textilien stellt vor allem die Trennung bzw. das Recycling von Verbundstoffen eine Herausforderung dar. Daher wird bspw. im Forschungskuratorium Textil (FKT) u. a. die Trennung von Carbonfasern im Verbund mit Kunststoffen (z. B. genutzt in der Windräderproduktion) näher betrachtet und erforscht.<sup>113</sup> Darüber hinaus müssen für diese Textilien ebenfalls selektive Rücknahmesysteme aufgebaut werden.<sup>114</sup>

Eine wichtige Brancheninitiative ist das Textilbündnis, das viele wichtige Akteure der deutschen Textilindustrie vernetzt. In 2020 wurde innerhalb des Bündnisses eine eigene Expert\*innengruppe zur Kreislaufwirtschaft gegründet, die sich mit Best Practices und Leitfäden zum zirkulären Wirtschaften in der Textilbranche beschäftigt.<sup>115</sup> Aufgrund steigender Anforderungen zur Lieferkettenverantwortung (sowohl kundenseitig als auch durch Regulation, wie z. B. durch das Lieferkettensorgfaltspflichtgesetz) und der angestrebten Transformation hin zu einer Circular Economy steigt zudem die Zahl an Projekten und Unternehmensgründungen, die eine elektronische Nachverfolgung und Inhaltsangabe ermöglichen (sollen), bspw. durch einen

---

<sup>108</sup> Vgl. GIZ, 2019, S. 26.

<sup>109</sup> Vgl. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, o. J.

<sup>110</sup> Vgl. Moazzem et al., 2018.

<sup>111</sup> Vgl. Lenzing AG, o. J.

<sup>112</sup> Vgl. Statista, 2022.

<sup>113</sup> Vgl. textil+mode, 2021.

<sup>114</sup> Vgl. textil+mode, 2019.

<sup>115</sup> Vgl. Bündnis für nachhaltige Textilien, 2021.

digitalen Produktpass. Neben den verschiedenen zirkulären Ansätzen verdeutlicht dies auch nochmal die steigende Bedeutung der Kreislaufwirtschaft in der Textilindustrie.

## Automobilbranche

Mit 200.000 Beschäftigten ist die Automobilbranche ebenfalls ein wichtiger Wirtschaftszweig der nordrhein-westfälischen Industrie, auch wenn der Anteil NRWs an der gesamten deutschen Wertschöpfung mit 11,5 % im Vergleich zu südlicheren Bundesländern einen geringen Anteil ausmacht.<sup>116</sup>

Die Automobilbranche ist eine Schlüsselbranche für Deutschland. Auch sie kann in Zukunft noch weiteres Potential in Richtung einer tieferen Zirkularität entfalten. Die Ansätze im Bereich der Automobilindustrie sind vielfältig und können entlang eines Frameworks für zirkuläre Mobilität des World Economic Forum<sup>117</sup> diskutiert werden: 1) Lebenszyklusbasierte Perspektive 2) Zirkuläre, CO<sub>2</sub>-arme Materialien 3) Wiederverwendung und Wiederaufbereitung von Materialien und 4) Nutzungsintensivierung. Dies beginnt bereits in der Designphase neuer Fahrzeugsysteme, Fahrzeuge und Bauteile, die bestenfalls den Fokus auf höhere Nutzungsintensität, Re-Use und Recycling legen, um die Rohstoffnutzung zu optimieren und geschlossene Stoffkreisläufe schon vor der Herstellung zu ermöglichen. Einige Hersteller haben hierzu bereits Circular Economy “by default” eingeführt. Prinzipien des zirkulären Wirtschaftens werden also im Konstruktions- und Produktionsprozess Priorität eingeräumt. Auch in der End-of-Life Phase kann Recycling in vielen Bereichen eingesetzt werden. Verschiedene Volumenmetalle (Stahl, Kupfer, Aluminium) sowie vereinzelte Kunststoffe und wichtige Batteriematerialien können schon heute zurückgewonnen werden. Jedoch mangelt es noch vielfach an der Qualität der gewonnenen Rezyklate (insbesondere bei Stahl, Lithium und Kunststoffen). Hier müssen Prozesse und Technologien für höhere Sortenreinheit entwickelt und skaliert werden. Auch müssen Hersteller\*innen die Akzeptanz und Anwendungsmöglichkeiten von Sekundärmaterialien im Fahrzeug weiter fördern, um die Kreislaufführung voranzutreiben. In der Produktion kann durch den Einsatz von Leichtbaumaterialien das Gewicht und der Materialeinsatz reduziert werden, der den Umwelteinfluss von Fahrzeugen verkleinern kann. Verbundmaterialien stellen allerdings ein Problem am End-of-Life eines Fahrzeugs dar, da sie zumeist (noch) nicht rezyklierbar sind. Die Erforschung alternativer, auch nachwachsender Rohstoffe wie z. B. Holz für den Fahrzeugbau, verspricht weitere Potenziale - diese Rohstoffe bergen aber oft eigene Herausforderungen wie bspw. im Hinblick auf Haltbarkeit oder Rezyklierbarkeit. Crash-Tests und Materialstudien liefern an dieser Stelle jedoch erste positive Ergebnisse.<sup>118</sup> Die oben angesprochenen Substitution von Kunststoffen durch biobasierte Materialien ist bei diesem Ansatz ebenfalls eine der vielen Möglichkeiten.<sup>119</sup> Insbesondere das

---

<sup>116</sup> Vgl. NRW.Global Business GmbH, 2022.

<sup>117</sup> Vgl. World Economic Forum, 2021a.

<sup>118</sup> Vgl. MWIDE, 2022c.

<sup>119</sup> Vgl. Braun et. al., 2021, S.15f.

Recycling von Traktionsbatterien stellt bei Elektrofahrzeugen sowohl eine Herausforderung als auch eine Chance dar. Einerseits ist das effiziente Recycling aufgrund der brennbaren Komponenten und der teilweise enthaltenen Schwermetalle derzeit noch schwierig. Andererseits kann das Recycling die Materialverfügbarkeit strategischer und kritischer Rohstoffe wie Nickel, Kobalt und Lithium verbessern und den Fußabdruck der Batterien über den Lebenszyklus hinweg deutlich verringern.<sup>120</sup> Insgesamt ist auch die Automobilwirtschaft in NRW geprägt von einer hohen Exportorientierung sowohl für Neu- als auch für Gebrauchtfahrzeuge: Die in NRW abgemeldeten Fahrzeuge werden zu weniger als 20% auch hier recycelt, sondern in der Regel einer weiteren Nutzung beispielsweise in Osteuropa oder Westafrika zugeführt, wodurch der Zugriff auf die Rohstoffe jedoch verloren geht<sup>121</sup>.

Eine Sonderrolle kommt der Umwidmung von Fahrzeugbatterien in sogenannten "Second-Life" Nutzungen sowie der gesteuerten Einbettung der Elektrofahrzeuge ins Stromnetz durch 'smartes' und bidirektionales Laden zu: Diese innovativen Geschäftsmodelle sind noch weiter zu validieren, könnten aber den Nutzen der Traktionsbatterien deutlich jenseits der Anwendung im Fahrzeug erweitern und somit Lebenszykluskosten und -umwelteffekte deutlich senken.<sup>122</sup> Über die Betrachtung der Produktion und Nutzung eines einzelnen Fahrzeugs hinaus, sollte aus gesellschaftlicher Sicht der Fokus auch auf die optimale Ausnutzung der Flotte gelegt werden. Dabei spielen Nutzungsintensivierung und Intermodalität eine entscheidende Rolle: NRW ist Stauland Nummer 1 in Deutschland, 2019 waren es 171.000 Stunden Stau, nicht zuletzt aufgrund des Pendelverkehrs zwischen Städten.<sup>123</sup> Maßnahmen könnten zwischen „in den Städten“ und „zwischen den Städten“ unterschieden werden. Insbesondere eine smarte Anbindung von Sharingangeboten an (ausgebaute) Zug- und S-Bahnverbindungen zwischen Städten wie Köln/Essen/Düsseldorf könnte zu einer Entlastung der dortigen Verkehrssituation führen.

Um ein Innovationsstandort zu bleiben, forschen Unternehmen und Wissenschaftler\*innen in Deutschland an zahlreichen Projekten in unterschiedlichen Teilbereichen der Automobilbranche. Zu einer der größten Teilbranchen zählt die Batterieindustrie, die für den Wandel zur Elektromobilität von enormer Bedeutung ist. Stetig wachsende Anwendungsbereiche für solche Batterien führen auch zu einem erhöhten Aufkommen alter und verbrauchter Batterien. Viele der Projekte beschäftigen sich deshalb mit dem möglichen Recycling von diesen Batterien und verfolgen das Ziel, neue Ansätze in der Wiederverwendung zu schaffen und eine Untersuchung und Bewertung der Recyclingfähigkeit von Batterien vorzunehmen. Erweiterungen dieser Forschungs- und Innovationsprojekte hin zur höherwertigen zirkulären Nutzung von Traktionsbatterien in bidirektionalem Laden ("Vehicle-to-Grid") und Second-Life Anwendungen könnte die Wertschöpfungstiefe des Sektors in NRW weiter steigern.

---

<sup>120</sup> Vgl. acatech/Circular Economy Initiative Deutschland/SYSTEMIQ, 2020.

<sup>121</sup> Vgl. Sander et. al., 2017, S. 73.

<sup>122</sup> Vgl. World Economic Forum, 2021b.

<sup>123</sup> Vgl. ADAC, 2021.

## Kunststoffindustrie

Die Produkte der Kunststoffindustrie werden in vielen verschiedenen Bereichen genutzt, wodurch ihr ebenfalls eine große Bedeutung für die gesamte Industrie zukommt. NRW ist für ganz Europa die wichtigste Kunststoffregion und erzielte im Jahr 2020 einen Umsatz von 36 Mrd. Euro (rund 58 % des Gesamtumsatzes in Deutschland). Zudem ist sie mit 145.000 Beschäftigten ein wichtiges Standbein des nordrhein-westfälischen Arbeitsmarktes.<sup>124</sup> Mit der steigenden Verwendung von Polymeren wachsen gleichzeitig die damit einhergehenden Herausforderungen für die Umwelt in Form von u.a. Treibhausgasausstoß und der Verursachung von Abfällen.

Aufgrund der hohen Materialvielfalt innerhalb dieser Industrie besteht auch eine hohe Diversität kreislaufwirtschaftlicher Ansätze. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Eignungen einzelner Kunststoffe für bspw. Recyclingverfahren. So sind thermoplastische Kunststoffe und insbesondere Polyolefine häufig sehr gut für ein Recycling geeignet, duroplastische Kunststoffe hingegen in der Regel nicht. Auch die Einsatzdauer von Kunststoffen ist sehr unterschiedlich. Von wenigen Tagen wie im Bereich von Verpackungen bis zu mehreren Jahrzehnten im Bausektor bestehen immense Unterschiede. Auch die Materialzusammensetzung bspw. im Hinblick auf Füllstoffe, Flammhemmer, Farbstoffe und weitere Zusätze variiert immens.

Aufgrund der Vielfalt der Kunststoffe und ihrer Anwendungen sind umfassende Normstrategien für alle Kunststoffanwendungen nicht anwendbar, sondern es bedarf einer fallweisen Betrachtung. Deshalb bestehen bewährte Verfahren zirkulären Wirtschaftens in Teilbereichen der Kunststoffindustrie. Als materialfokussierte Industrie sind Recycling und verstärkte Ressourceneffizienz wichtige Ansätze, um Primärrohstoffbedarf und die Umweltbelastung zu reduzieren. Darüber hinaus sind Themen der Kunststoffreduzierung und -vermeidung, Pfand- und Rücknahmesysteme, die Erforschung biobasierter und kompostierbarer Kunststoffe als alternative Materialien und die Wiederverwendung wichtige Hebel des zirkulären Wirtschaftens.

Das Management des gesamten Wertstroms spielt in jedem Fall eine große Rolle, da die zuverlässige Verfügbarkeit von hochwertigen Rezyklaten für einen skalierbaren Einsatz entscheidend ist. Der Verbreitung von Modellen, die dies leisten können wie z. B. Pfandsysteme oder digitale Nachverfolgung, wird daher zukünftig eine hohe Bedeutung zukommen. Auch die Optimierung der gesamten Nutzungskaskade durch die systematische Anwendung digitaler Technologien und die Etablierung digitaler Marktplätze ist hier von Bedeutung.

Daneben spielt auch die Nutzung additiver Fertigungsverfahren wie dem 3D Druck eine zunehmend wichtigere Rolle, beispielsweise mit Blick auf die Produktion von Prototypen, Kleinserien oder Ersatzteilen. In NRW findet sich dazu sowohl auf Seiten der Forschung (unter anderem zu mehrachsigen 3D-Druckern an der TH Köln) als auch in der industriellen Nutzung hoch spezialisierte Expertise, unterstützt beispielsweise von Akteuren wie dem 3D Kompetenzzentrum in Leverkusen.

Starke Bestrebungen finden zudem in den letzten Jahren im Bereich des chemischen Recyclings statt. Hier bestehen Hoffnungen für die Etablierung einer weiteren Ver-

---

<sup>124</sup> Vgl. Kunststoffland NRW e. V., 2022a.

wertungsrouten insbesondere für solche Kunststoffe, die dem werkstofflichen Recycling nicht zugänglich sind sowie für stark vermischte bzw. verunreinigte Kunststoffe. Ob und inwieweit dies ökologisch und wirtschaftlich tragfähig gelingen kann, ist Gegenstand zahlreicher aktueller Forschungsvorhaben. Es besteht somit noch hoher Handlungs- und Forschungsbedarf aber auch Bereitschaft zur Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft in der Kunststoffindustrie. Da das zirkuläre Wirtschaften aber im Kunststoffsektor viel Aufmerksamkeit erfährt und zudem aufgrund von Kundenanforderungen, politischen Entwicklungen und Materialknappheiten ein hoher Anreiz zu verbesserter Kreislaufwirtschaft besteht, lassen sich zahlreiche diesbezügliche Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Kunststoffsektor finden.

Darüber hinaus bietet das Netzwerk „kunststoffland.NRW“ eine Plattform für den Erfahrungs- und Wissensaustausch für Mitglieder aus der Kunststoffindustrie. Unter anderem wird auf der Plattform Nachhaltigkeit das Thema Kreislaufwirtschaft fokussiert und auch das Thema Leichtbau und Innovation spielt in dem Netzwerk eine wichtige Rolle. Außerdem vertritt das Netzwerk die Interessen der Mitglieder gegenüber der Politik und wurde zum Träger des gleichnamigen Landeskompetenznetzes ernannt.<sup>125</sup>

## **Verpackungsindustrie**

Die Verpackungsindustrie bündelt Produkte aus der Glas-, Kunststoff und Aluminiumindustrie und ist somit Bindeglied zu bedeutenden Branchen anderer Industriezweige. Aufgrund der Komplexität der Branche können für das Land NRW keine genauen Daten und Zahlen erhoben werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsbereiche und Materialvielfalt besteht eine hohe Anzahl unterschiedlicher Kreislaufwirtschaftsansätze und -möglichkeiten. Im Folgenden soll aufgrund der Dominanz vor allem auf Kunststoffverpackungen eingegangen werden. Dies auch vor dem Hintergrund, dass andere Verpackungen wie Behälterglas in anderen Abschnitten schon behandelt wurden. Verpackungen insbesondere aus Kunststoff stehen seit einigen Jahren im Fokus von kreislauf- und abfallwirtschaftlichen Bemühungen. Dies ist nicht zuletzt durch das steigende Aufkommen von Verpackungsabfällen bedingt. Deutschland weist hier im EU-Vergleich besonders hohe Pro-Kopf-Zahlen auf.

Aktuelle Ansätze zirkulären Wirtschaftens konzentrieren sich im Falle von Einwegverpackungen vor allem auf das Recycling und auch auf die Produktion von Verpackungen auf Basis neuer biologischer Rohstoffe sowie auf Rücknahme- und Pfandsysteme. Letztere haben sich in der Vergangenheit als recht effektiv erwiesen, zum Beispiel in der Etablierung eines sehr gut funktionierenden PET-Kreislaufs.

In dem Bereich wird unter anderem der verstärkte Einsatz von biologischen Rohstoffen als Ersatz für ressourcenintensive Rohstoffe untersucht. Im Fokus der Produktion stehen derzeit vor allem Entwicklungen in Richtung verstärkter Recyclingfähigkeit sowie erhöhtem Rezyklateinsatz, bei denen auch hohe Regulierungsaktivitäten

---

<sup>125</sup> Vgl. Kunststoffland NRW e. V., 2022a.

von Bedeutung sind. Werden Rezyklate bei der Herstellung von Kunststoffverpackungen eingesetzt, lässt sich deren „Carbon Footprint“ signifikant verbessern, da drei Viertel der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Verpackungen durch die verwendeten Rohstoffe (hier: Kunststoff) verursacht werden. Nur knapp ein Viertel der Emissionen fällt bei der eigentlichen Herstellung der Kunststoffverpackungen an.<sup>126</sup> Im Bereich des Recyclings bildet die Verpackungsbranche die Ausgangsbasis für eine hohe stoffliche Verwertung, da vor allem Glas, Kunststoffe und PPK rezyklierbar sind und Verpackungen häufig in verhältnismäßige kurzen Anwendungszyklen geführt werden. Die geforderten Recyclingquoten werden ab dem Jahr 2022 deutlich erhöht und liegen für Glas-, Eisen-, Papier- und Aluminiumverpackungen bei 90 % (vor 2022 lagen diese bei 80 %).<sup>127</sup> Durch die Anhebung dieser Quoten soll ein neuer Anreiz zum branchenübergreifenden Recycling geschaffen werden.

Für Transportverpackungen aber auch andere Verpackungssysteme sind zudem Wiedernutzung und Mehrweglösungen von großer Bedeutung. So bestehen bspw. im Bereich des Lebensmittelhandels bereits weit etablierte Lösungen für die Produktion und Logistik von Mehrwegverpackungen aus Recyclingkunststoffen.

Auch neue Regelungen versuchen, Mehrwegsysteme zu stärken. So sieht das novelierte Verpackungsgesetz die verpflichtende Bereitstellung von Mehrweglösungen für Verpackungen in der Außerhausverpflegung (“take away”) vor.

Ferner spielt die Entwicklung digitaler Lösungen für die Kreislaufführungen von Verpackungen derzeit eine große Rolle. Insbesondere Technologien zur Materialerkennung, -identifizierung und zur Nachverfolgung wie Marker, Wasserzeichen und Produktpässe sowie Informationsweitergabe werden fokussiert. Dennoch besteht in der Verpackungsbranche weiterhin großer Verbesserungsbedarf, denn bei der Produktion, dem Transport, durch Littering sowie in der Entsorgung entstehen nach wie vor Belastungen für die Umwelt.<sup>128</sup> Hier bestehen jeweils enge Verbindungen und Entwicklungskooperationen mit anderen Branchen wie der Kunststoffindustrie, der Entsorgungswirtschaft und der Sortiertechnik, um zu systemgerechten Lösungen zu gelangen.

## **Fazit**

Im vorliegenden Kapitel wurde der aktuelle Stand des zirkulären Wirtschaftens für bedeutende Industriebranchen in NRW analysiert. Hierzu wurden die verschiedenen Branchen anhand von Konjunkturdaten, Veröffentlichungen, Interviews, laufenden und abgeschlossenen Forschungsprojekten und unter Einbezug von vorhandenen Best Practice-Projekten in NRW untersucht.

Zusammengefasst ergibt sich für den Wirtschaftsstandort NRW im Hinblick auf die Umsetzung des zirkulären Wirtschaftens ein differenziertes Bild. Grundsätzlich haben alle Branchen die Bedeutung einer nachhaltigeren Wirtschaftsweise und dem damit

---

<sup>126</sup> Vgl. Deutsche Energie-Agentur GmbH, o. J.

<sup>127</sup> Vgl. Umweltbundesamt, 2021d.

<sup>128</sup> Vgl. ebd.

verbundenen Schutz der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit und der natürlichen Ressourcen erkannt und Aktivitäten für die Umsetzung einer Circular Economy unternommen. Branchen, die sehr ressourcenintensiv sind, verfügen in diesem Zug meist schon über Verbände oder Initiativen, die zirkuläres Wirtschaften gemeinsam vorantreiben. In der Mehrzahl der betrachteten Wertschöpfungsketten spielt auch das Handwerk eine zentrale Rolle für die zirkuläre Wertschöpfung; zum einen weil dort zirkuläre Konzepte wie Reparatur oder Produkte als Dienstleistungen verankert sind, zum anderen weil das Handwerk beispielsweise im Baubereich zentral die Effizienz der Ressourcennutzung beeinflusst – gleichzeitig sind die oft eher kleinen Betriebe mit vielen regulatorischen Vorgaben überfordert bzw. es fehlen die Kapazitäten für grundlegende zirkuläre Innovationsprozesse<sup>129</sup>.

Viele der hier betrachteten Wertschöpfungsketten in NRW zeichnen sich zudem durch eine starke Exportorientierung aus, beispielsweise die chemische Industrie oder der Maschinenbau, die zusammen etwa ein Drittel aller NRW-Exporte verantworten<sup>130</sup>. Diese internationalen Lieferverflechtungen stellen für die Transformation zur zirkulären Wertschöpfung eine zentrale Ausgangsbedingung dar, weil damit sowohl die Abstimmung neuer Modelle zirkulärer Wertschöpfung als auch der Zugriff auf Rohstoffe am Ende der Nutzungsphase von Produkten deutlich komplexer wird. Gleichzeitig bietet die Exportstärke NRWs auch spezifische Chancen beispielsweise mit Blick auf regionale Handelsabkommen als Treiber zirkulärer Wertschöpfung – die Zukunftsperspektive kann hier nicht in einer Abschottung des Marktes liegen<sup>131</sup>.

Unter näherer Betrachtung ergeben sich jedoch von Branche zu Branche deutliche Unterschiede in dieser Umsetzung, ihrer Reichweite aber auch der gegebenen Möglichkeiten. Eine Maßnahme, die mit Blick auf die Circular Economy bereits von vielen Unternehmen umgesetzt wird, ist der Einsatz von Rezyklaten und die Integration von Recyclingprozessen. Vor allem in der Aluminium-, Stahl-, Glas-, und Papierindustrie ist Recycling bereits seit langem etabliert. Ausgangspunkt hierfür sind zum einen Materialwerte und -eigenschaften, zum anderen aber auch regulative Vorgaben. Weitere aktuelle Entwicklungen betreffen u.a. das Vorantreiben des Design for Recycling bei Automobilen, die verstärkte Berücksichtigung des Rückbaus im Bausektor sowie die Untersuchung alternativer / biobasierte Materialien als Ersatzmaterialien u.a. in der Zementindustrie, Kunststoffindustrie und Verpackungsindustrie. Für die damit verbundenen Effekte in den einzelnen Wertschöpfungsketten muss jeweils auf die konkrete Verflechtungsstruktur der beteiligten Industrien geschaut werden, wie sie beispielsweise im Rahmen einer vom MWIDE beauftragten Studie in Form von multi-regionalen Input-Output-Tabellen dargestellt wurden<sup>132</sup>. Hier zeigte sich beispielsweise der hohe Verflechtungsgrad industrieller Dienstleistungen in NRW mit anderen Bundesländern, so dass auch Maßnahmen zur Steigerung der zirkulären Wertschöpfung immer mit Blick auf Import- und Exportverflechtungen der einzelnen Industrien entwickelt werden sollten.

---

<sup>129</sup> Vgl. Handelskammer Münster, o. J.

<sup>130</sup> Vgl. Landesbetrieb IT.NRW, 2021c

<sup>131</sup> Vgl. Yamaguchi, 2021, S. 22f.

<sup>132</sup> Vgl. Koch et. al., 2019, S. 15

Besondere Herausforderungen, die im Bereich des Recyclings über alle Branchen hinweg auftreten, sind nach wie vor die hohen Ansprüche an Qualität, Reinheit und Strukturfestigkeit, denen auch Rezyklate gerecht werden müssen. Hier fehlt es vielfach an Transparenz und klaren Nachweisen, weswegen in Zukunft digitale Verfahren wie Produktpässe eine besondere Bedeutung zukommt. Ein verstärkter Wandel zum Erreichen einer ressourceneffizienten zirkulären Wirtschaft wird jedoch noch auch eine deutlichere Fokussierung der substanz-, material- und produktseitigen Ansätze in der vollen Ausnutzung zirkulärer Strategien erfordern. Insbesondere solche Strategien, die zirkuläres Design, Produktion und (Produkt-)Nutzung betreffen, können noch deutlich ausgebaut werden. Hier sind weitere Forschungen aber auch die industriegetriebene Entwicklung von tragfähigen Geschäftsmodellen notwendig.

Die Analysen zeigt zudem, dass neben den einzelnen Branchen, auch der Austausch von Materialien und Know-how über Branchengrenzen hinweg eine bedeutende Rolle als Industrielle Symbiose in NRW spielt. Dies ist zum Teil schon lange bspw. durch Zuliefer- und (Rezyklat-)Abnahme etabliert, andere Beziehungen entstehen erst langsam oder werden erst jetzt auch zirkulär weiterentwickelt. Die nähere Betrachtung dieser Beziehungen auch zum Ausbau und der Etablierung weiterer Symbiosen sollte forciert werden, auch um Versorgungssicherheit und Wertschöpfung vor Ort zu fördern. Gleichfall muss zirkuläres Wirtschaften auch über NRW hinaus gedacht werden; diese gilt zum einen im europäisch regionalen Verbund (zum Beispiel BENELUX), zum anderen hat sich aber auch gezeigt, dass die Märkte und Kreisläufe für Primär- als auch für Sekundärmaterialien und -produkte häufig national, europäisch oder global ausgelegt sind, was es ebenfalls zu berücksichtigen gilt.

## 2.4 Zirkuläre Wertschöpfung im Fokus der Hochschullandschaft NRW

Neben der aktuellen Umsetzung in konkreten Wertschöpfungsketten spielt für die zukünftige Entwicklung der zirkulären Wertschöpfung die enge Verzahnung zwischen Forschung, Lehre und Praxis eine zunehmend zentrale Rolle, speziell vor dem Hintergrund eines in NRW immer stärker spürbaren Fachkräftemangels. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des Projekts der Status Quo der Verankerung unterschiedlicher Aspekte des zirkulären Wirtschaftens in Lehre und Forschung erhoben. NRW verfügt über 74 Hochschulen<sup>133</sup> mit verschiedensten (Fach-)Ausrichtungen. Einige von ihnen bieten spezifische Angebote an, in denen das Konzept des zirkulären Wirtschaftens im Mittelpunkt der Lehre und Forschung steht, z. B. in neu gegründeten Forschungsschwerpunkten oder Einrichtungen, wie dem Prosperkolleg. Andere greifen die grundlegenden Aspekte der zirkulären Wertschöpfung auf und binden diese in bestehende Lehrangebote ein, so z. B. in Studienangeboten der Bau-, Wirtschafts- oder Ingenieurwissenschaften. Ziel war es daher, erstmalig einen umfassenden Überblick der Lehr- und Forschungsangebote der 74 Hochschulen in NRW zu erhalten und bezüglich ihrer Studieninhalte (Studiengang, Abschlussarbeiten, Lehrveranstaltungen) sowie ihrer vermittelten Kompetenzen (rechtliche, wirtschaftswissenschaftliche, Design, etc.) zu kategorisieren. Die relevanten Angebote der Hochschulen wurden so aufbereitet, dass sie sowohl Unternehmen bei der Auswahl von Kooperationspartnern in der Forschung als auch interessierten Studierenden bei der Auswahl von Bachelor- oder Masterstudiengänge klare Ansprechpersonen vermitteln helfen. Um einen guten Überblick zu erhalten, wurde eine umfassende Recherche der Hochschulangebote sowie zusätzlich eine Abfrage bei allen 74 Hochschulen durchgeführt.

### 2.4.1 Recherche

Zunächst wurden die Internetseiten aller Hochschulen in NRW sowie aktuelle Nachrichten in Bezug auf diese Hochschulen nachfolgenden Schlagworten durchsucht:

- Circular Economy/ Zirkuläre Wirtschaft und Kreislaufwirtschaft
- Abfall
- Ressourcen und Ressourcenmanagement
- Sustainability und Nachhaltigkeit

In einem zweiten Recherche-Durchgang wurden folgende Schlagworte ergänzt, um weitere inhaltlich relevante Angebote zu erfassen:

- Werkstoffe, Rohstoffe, Baustoffe
- Recycling
- Chemie
- Materialwissenschaften

Durch die erste Recherche konnten 114 Angebote identifiziert werden. Vor allem zu Lehrinhalten, Studiengängen, Kompetenzzentren/Netzwerken und Forschungsprojekten wurden umfangreiche Informationen gefunden.

<sup>133</sup> Das Wissenschaftsministerium von NRW listet derzeit 68 Hochschulen. Zusätzlich wurden sechs weitere Hochschulen recherchiert und in die Auswertung einbezogen.

## 2.4.2 Abfrage

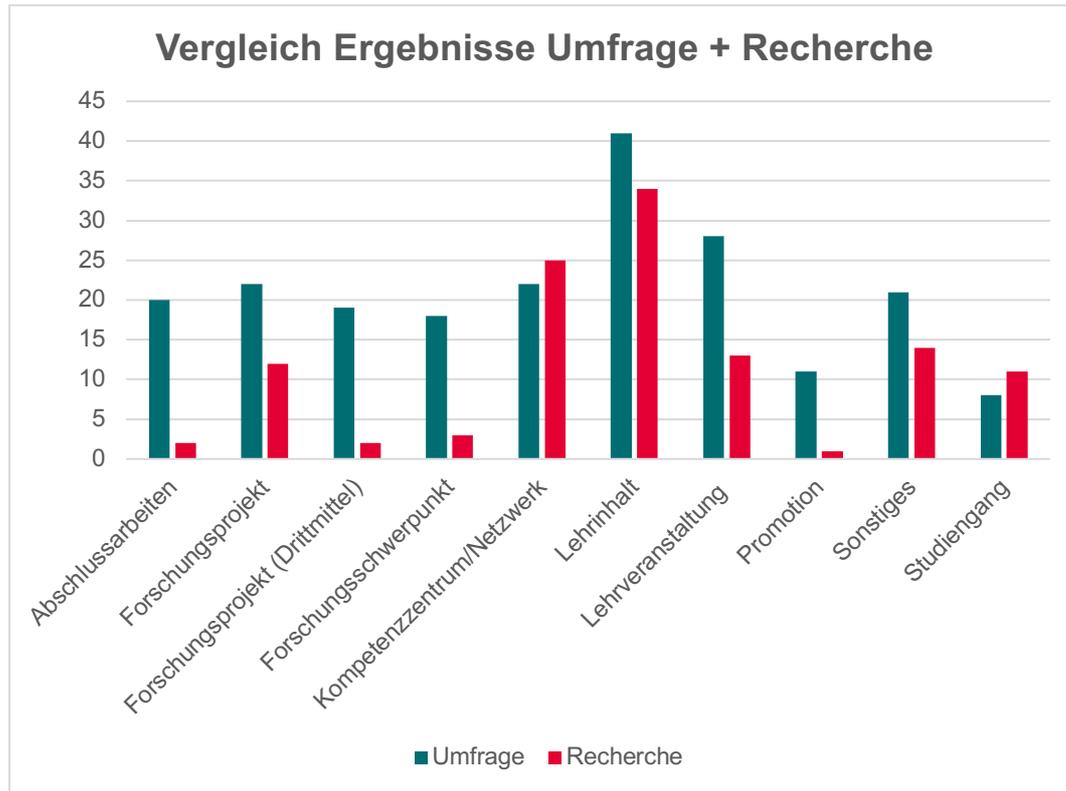
Zusätzlich wurde Ende November 2021 eine Abfrage an alle Hochschulen in NRW versendet. Die Abfrage wurde auf der Plattform LimeSurvey durchgeführt und enthielt insgesamt sieben Fragen (Fragenliste siehe Kapitel 4.1). Die Umfragedauer wurde auf 10 bis 15 Minuten geschätzt. Adressiert wurde die E-Mail mit dem Link zur Abfrage an die Verantwortlichen für Forschung, Transfer und/oder wissenschaftlichen Nachwuchs. In der Regel waren das die Rektorate und Prorektorate. Diese sollten die E-Mail an die relevanten Lehrstühle/Fachbereiche weiterleiten. Im Anschreiben erfolgte deshalb auch eine kurze Erläuterung des Projekts sowie des Begriffs des zirkulären Wirtschaftens und der Hinweis, dass sich Angebote auch (aber nicht ausschließlich) z. B. im Kontext von Ressourcenmanagement und Ressourceneffizienz, Kreislaufwirtschaft, Reverse Logistics, Öko-Design und Circular Economy finden lassen können.

Die Abfrage bestand aus drei Teilen:

1. Allgemeine Informationen (Angaben der Kontaktperson etc.)
2. Studienangebote
3. Forschungsangebote

Nach Ablauf der Frist Ende Dezember (inkl. Reminder an Hochschulen, die noch nicht geantwortet hatten) wurden im Januar 2022 die Ansprechpartner\*innen von 10 Hochschulen angeschrieben, die nicht an der Abfrage teilgenommen hatten, deren Institutionen aber (basierend u. a. auf den ersten Recherche-Ergebnissen) vielversprechende Angebote bereitstellen. Die Informationen wurden schließlich in Tabellen und Steckbriefen aufbereitet und ausgewertet.

Insgesamt nahmen 25 Hochschulen an der Abfrage teil, der Großteil davon mit mehr als einem Angebot an ihrer Hochschule. Insgesamt wurden in der Abfrage 194 zusätzliche Angebote ermittelt. Wurden Angebote genannt, die bereits in der Recherche ermittelt wurden, so wurden weitergehende Informationen ergänzt. Vor allem zu Abschlussarbeiten und Promotionen, Forschungsschwerpunkte und Forschungsprojekte mit Drittmitteln lieferte die Abfrage weitere hilfreiche Hinweise (siehe Abbildung 3).



**Abbildung 3: Vergleich Umfrage- und Rechercheergebnisse, Quelle: Eigene Darstellung.**

Eine Überprüfung der Umfrageergebnisse machte deutlich, dass viele Teilnehmenden den Begriff „zirkuläres Wirtschaften“ bzw. „Ressourceneffizienz“ mit Energieeffizienz gleichsetzten. Daher wurden rund 70 der genannten Angebote nicht in die Ergebnisliste aufgenommen, da sie lediglich Energiesysteme und Energieeffizienz, zirkuläres Wirtschaften aber nicht adressierten.

### 2.4.3 Ergebnisse

Durch Recherche und Abfrage in Kombination wurden **308 Hochschulangebote** von **41 Hochschulen** im Themenkreis „zirkuläres Wirtschaften“ identifiziert, davon **144 Studieninhalte**, **129 Forschungsinhalte** sowie **35 „sonstige Inhalte“** (bspw. Hackathons, Themenwochen). Die Anzahl der Angebote stellt dabei eine Mindestanzahl der Angebote dar; nicht alle Hochschulen nahmen an der Abfrage teil. Von den 308 eruierten Angeboten wurden 114 zuvor recherchiert und 209 in der Abfrage direkt von den Hochschulen gemeldet; 15 Angebote wurden doppelt genannt.

Mehr als zwei Drittel der Hochschulen bieten demnach zumindest ein Angebot. Einige Hochschulen stehen mit einer hohen Zahl an Angeboten heraus, das sind:

- Westfälische Wilhelms-Universität Münster (33 Angebote)
- Bergische Universität Wuppertal (31 Angebote)
- Universität Paderborn (19 Angebote)
- FH Bielefeld (16 Angebote)
- FH Aachen (16 Angebote)

Für die Hochschulangebote mit wesentlichem Fokus auf zirkulärem Wirtschaften wurden **Steckbriefe** verfasst, s. Anhang. Diese enthalten die Einzelbeschreibungen von 88 Angeboten aus 39 Hochschulen in Nordrhein-Westfalen. Es wurden maximal

drei Angebote pro Hochschule gewählt. Im Folgenden werden die Ergebnisse getrennt nach Studien- und Forschungsinhalten aufbereitet.

#### 2.4.4 Studieninhalte

Es wurden 144 Studieninhalte identifiziert, davon **15 Studiengänge**; ein weiterer ist in Planung. Es wurden Studiengänge gezählt, bei denen sich die Mehrheit der enthaltenen Module auf Ansätze der zirkulären Wirtschaft fokussiert. Dazu zählen:

Studiengang	Hochschule
Sustainable construction and Urban Mining	Bergische Universität Wuppertal
Ressource Architektur	FH Dortmund
Kunststofftechnik	Fachhochschule Südwestfalen
Nachhaltige Entwicklung, Vertiefung Ressourceneffizienz	HS Bochum
Materials Science and Sustainability Methods	HS Bonn Rhein-Sieg
Umwelt- und Verfahrenstechnik	HS Düsseldorf
Biomaterials Science	HS Rhein Waal
Biological Resources	
Studiengang geplant	HS Ruhr West
Energie und Umwelttechnik	
Umwelttechnik und Ressourcenmanagement	Ruhr-Universität Bochum
Umweltingenieurwesen	
Rohstoffingenieurwesen und nachhaltiges Ressourcenmanagement	Technische Hochschule Georg Agricola
Green Building Engineering	Technische Hochschule Köln
Energie- und Ressourcenmanagement	
Umweltingenieurwesen (Bachelor of Engineering), Schwerpunkte: Wasser und Kreislaufwirtschaft	Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe

An mindestens **22 Hochschulen werden Abschlussarbeiten** im Themenbereich zirkuläres Wirtschaften betreut. Die Themen sind vielfältig. Beispiele sind:

- Innovationsmanagement in der Kreislaufwirtschaft
- Lebenszyklusbetrachtungen, zirkuläres Bauen
- Carbon Accounting
- Reuse/Recycling von Fahrzeugbatterien, PV Modulen und elektronischen Komponenten eines Mini-Grid-Systems
- Umweltmonitoring, Ressourcenoptimierung, Materialdesign
- CE und Bauen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen
- Verbundtrennung, Analyse des Kunststoffrecyclings

Des Weiteren wurden **41 Lehrveranstaltungen** und weitere **65 Lehrinhalte** identifiziert. Sofern sich ein gesamtes Modul mit den Ansätzen des zirkulären Wirtschaftens beschäftigt, wurde es als Lehrveranstaltung kategorisiert. Handelt es sich lediglich um einzelne Veranstaltungen im Rahmen eines Moduls, wurde das Angebot als Lehrinhalt kategorisiert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 dargestellt.

Die Zugänge der Lehrveranstaltungen zur Circular Economy variieren, ja nachdem in welchem Studiengang sie verortet sind. Lehrveranstaltungen, die einen starken Fokus auf zirkulärem Wirtschaften vorweisen, sind z. B.:

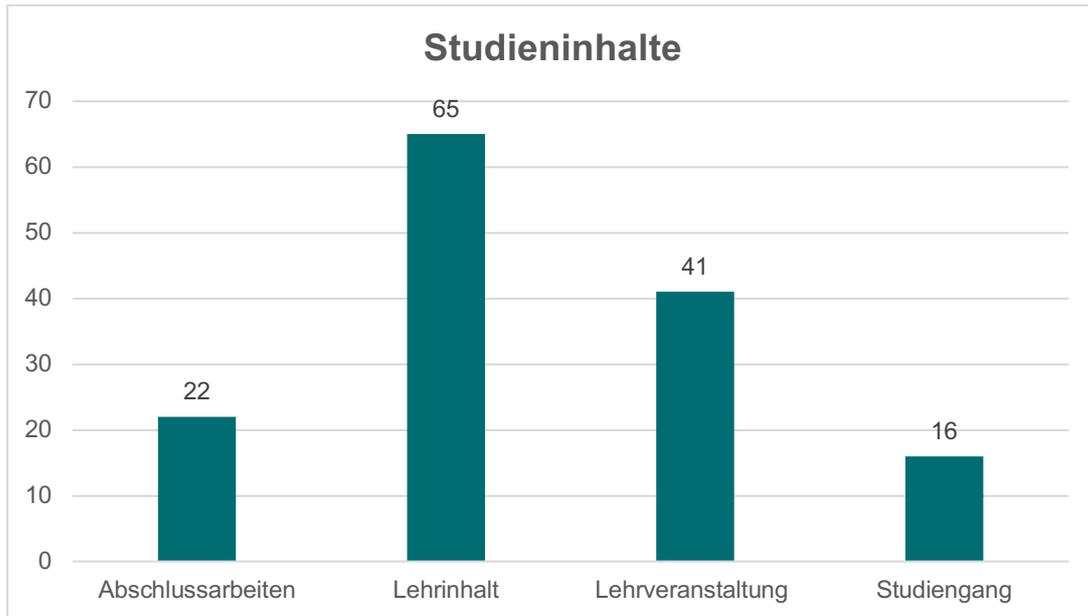
- **Konzeptionell:** Circular Economy and Sustainable Development, Zirkuläre Wertschöpfung nach C2C, Grundlagen des Circular Economy Managements, Circular Economy im Umweltingenieurwesen, Kreisläufe der Küche, Nachhaltige Chemie
- **Ressourcen (Reduce):** Ressourcenschonenden Planen und Bauen, Ressourceneffizienz, Umweltgerechtes Ressourcenmanagement
- **Recycling:** Recycling of oxidic and metallic waste materials, Recycling and Ecology of Materials, , Einführung und Eigenbau von Plastikrecycling-Maschinen,
- **Abfall-/Kreislaufwirtschaft:** International Waste Management, Praktiken der Entsorgung, Verwertung und Wiederverwendung, Kreislaufwirtschaft, Kreislaufwirtschaft in der Praxis

Hinzu kommen Lehrveranstaltungen, die den Aspekt der zirkulären Wirtschaft beinhalten, deren Fokus auf diesem Thema aber nicht so deutlich ausgeprägt ist. Das sind z. B. Angebote im Kontext des sustainable development, des Umweltschutzes/-bewertung, im Umfeld von Wasser-, Energie-, Material- und Bauthemen.

Bei den **65 Lehrinhalten** handelt es sich um eine große Bandbreite von spezifischen Themen, die an die originären Studieninhalte anknüpfen. Es werden z. B. folgende Angebote genannt, in denen unter anderen die Ansätze des zirkulären Wirtschaftens vermittelt werden (kleine Auswahl):

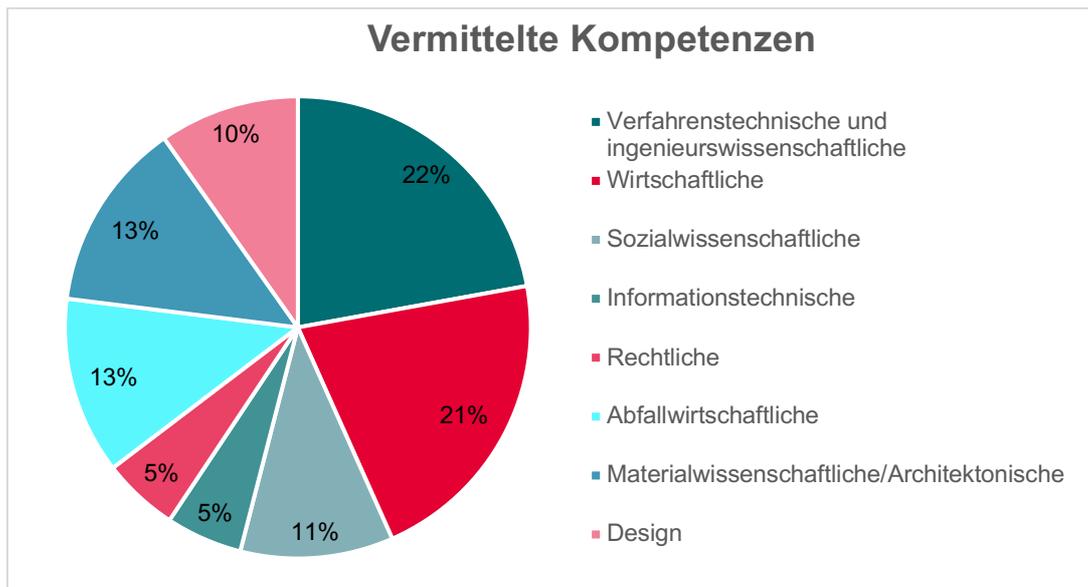
- Bauen in geschlossenen Kreisläufen, Wiederverwendung von Asphalten
- Eisen- und Stahlerzeugung,
- Design for Recycling, Anforderungen an Rezyklate,
- Bewertung Recyclingfähigkeit von Verpackungen
- Nachhaltigkeitsmanagement, Nachhaltigkeit und Umweltplanung

Es kann festgehalten werden, dass Studieninhalte der zirkulären Wirtschaft punktuell vor allem als Lehrinhalte vermittelt werden; gefolgt von ausgewiesenen Lehrveranstaltungen.



**Abbildung 4: Studieninhalte im Themenbereich zirkuläres Wirtschaften (Gesamt: 144),  
Quelle: Eigene Darstellung.**

In der Abfrage wurde auch ermittelt, welche Kompetenzen im Rahmen der genannten Lehrinhalte vermittelt werden, wobei acht Kategorien vorgegeben waren; Mehrfachnennungen möglich. Das Ergebnis zeigt, dass der Großteil der vermittelten Kompetenzen verfahrenstechnische und ingenieurwissenschaftliche (22%) sowie wirtschaftliche (21%) sind. Mit jeweils 13% folgen abfallwirtschaftliche sowie materialwissenschaftliche/architektonische Kompetenzen. Eher geringe Anteile sind bei den sozialwissenschaftlichen (11%), beim Design (10%) und rechtliche und informationstechnischen (je 5%) Kompetenzen festzustellen (siehe Abbildung 5).



**Abbildung 5: Vermittelte Kompetenzen, Quelle: Eigene Darstellung.**

### 2.4.5 Forschungsinhalte

Insgesamt wurden 129 Forschungsinhalte zum Thema zirkuläres Wirtschaften identifiziert, davon **21 Forschungsschwerpunkte** mit folgenden Themen:

Forschungsprojekt	Hochschule
Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft in der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen	Bergische Universität Wuppertal
Kreislaufpotenziale im Hochbau	
Erhöhung der Wiederverwendungsrate und Verbesserung der Resilienz	
CE in der Lieferkette	Cologne Business School
Life Sciences	FH Aachen
Zirkuläre Wertschöpfung	FH Bielefeld
Design for sustainability and circularity	Folkwang Universität der Künste
Nachhaltige Materialien	HS Bonn Rhein-Sieg
Bioökonomie	HS Hamm-Lippstadt
Materialwissenschaften	
Optische Technologien	
Sustainable Food Systems	HS Rhein Waal
Klimaschutz (Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft)	HS Ruhr West
<b>Energie &amp; Umwelt (International Centre for Sustainable Textiles)</b>	RWTH Aachen
Smart Wood Center	Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Recycling von Metallen aus dissipativen Abfallstoffen wie Filterstäuben und Schlacken	Universität Duisburg-Essen
Recycling von Kunststoffen	Universität Paderborn
Nachhaltiger Konsum	Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Agroökologie	
Urban Mining sowie Kreislauffähigkeit	
Recycling & Second Life	

Es wurden darüber hinaus **34 Forschungsprojekte** identifiziert plus **21 Forschungsprojekte mit Drittmittelförderungen**. Die Hochschule mit den meisten Forschungsprojekten im Themenfeld zirkuläres Wirtschaften ist die Westfälische Wilhelms-Universität Münster (19 Projekte). Für die anderen Hochschulen wurden 1 bis 6 Forschungsprojekte ermittelt. Forschungsprojekte mit hohem inhaltlichen Fokus auf zirkuläres Wirtschaften sind beispielsweise:

Forschungsprojekt	Hochschule
SINO -Europäische Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz	Bergische Universität Wuppertal
Herstellung und Verwendung rezyklierter Gesteinskörnung in Beton	
Erasmus+ Projekt: Circular Economy in Practice (CE-IP)	Cologne Business School
CirQuality OWL	FH Bielefeld
Ressourcenschonendes Bauen im Handwerk	Fachhochschule des Mittelstands
ReWaste 4.0 - Recycling and Recovery of Waste 4.0	FH Münster
Ressourcen- und Klimaschutz in der Siedlungsabfallwirtschaft des Landes NRW	

:metabolon Iib - From Waste to Energy	Technische Hochschule Köln
Climate friendly waste management in the Russian Federation	
Stoffliche Verwertung von biogenen und abfallstämmigen Reststoffen	
Bergische Ressourcenschmiede	
ImPUISe	Universität Duisburg-Essen
Drei Forschungsprojekte im Bereich Recycling	Universität Paderborn
Digital Entrepreneurship - Informationssystemgestützte Kreislaufwirtschaft	Universität zu Köln
Nachhaltiger Pflanzenschutz mit Chitosan aus Krabben-schalen oder Pilzen	Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Utilization of EFB – a step towards sustainable palm oil production	
Circular Economy: Acceptance of Fashion Sharing Concepts	
Industriekooperation: Nutzung landwirtschaftlicher Abfälle für die biotechnologische Produktion von Pharmazeutika	
InnoRec	
Wiederverwendbare Verpackung im Bereich der textilen Supply Chain	
BMBF Projekt EOL-IS	

Ein Großteil der Forschungsinhalte werden darüber hinaus in **41 Kompetenzzentren/Netzwerke** abgebildet (z. B. Lehrstühle, Institute). Insgesamt geben 23 Hochschulen an, solche Zentren/Netzwerke zu betreiben. An der RWTH Aachen gibt es fünf Kompetenzzentren bzw. Netzwerke, die sich mit zirkulärem Wirtschaften beschäftigen, gefolgt von der Bergischen Universität Wuppertal (4 Zentren/Netzwerke). Alle anderen Hochschulen geben zwischen 1 und 3 an.

Thematisch lassen sich die Netzwerke grob zu folgenden Gebieten zuordnen:

- Nachhaltigkeit (13)
- Technik, Prozesse, Verfahren, Chemie (13)
- Ressourcen und Materialien (5)
- Unternehmen und Management (5)
- Bau und Logistik (5)

10 Hochschulen gaben an Promotionen im Themenfeld zirkuläres Wirtschaften zu betreuen; insgesamt gab es **12 Nennungen von Promotionsprojekten**.

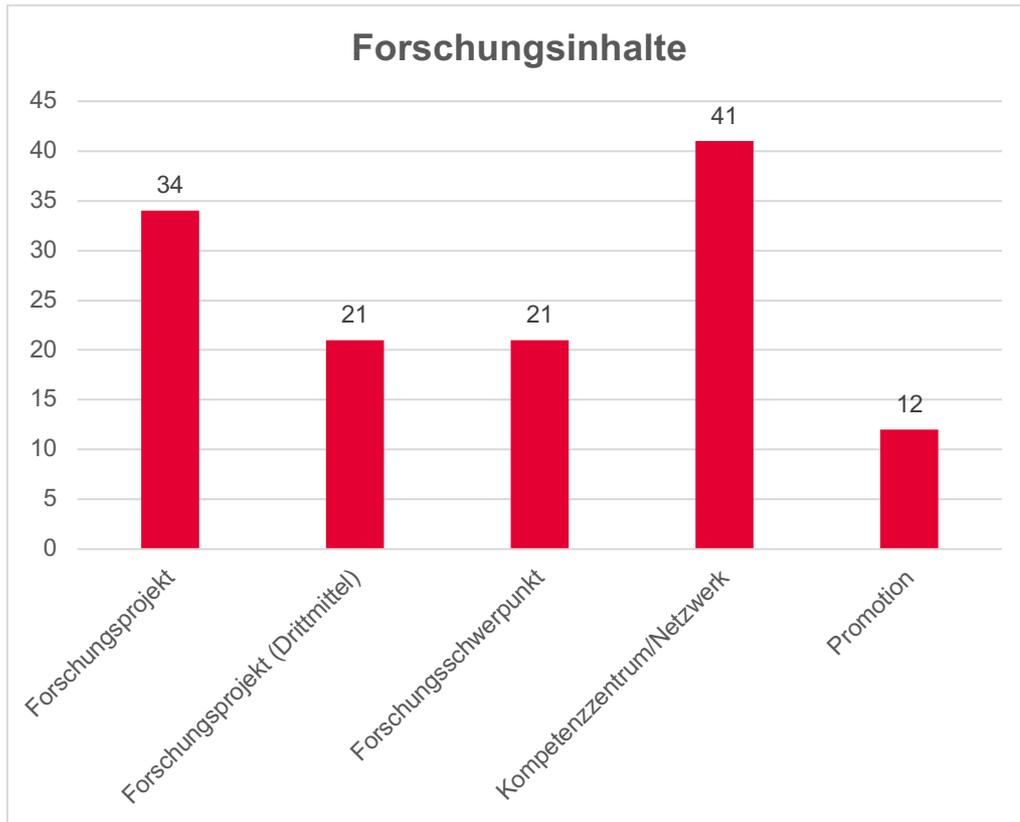


Abbildung 6: Forschungsinhalte im Themenbereich zirkuläres Wirtschaften, Quelle: Eigene Darstellung.

### **Fazit**

Die Analyse der Lehrangebote und Forschungsinhalte an den Hochschulen Nordrhein-Westfalens zeigt damit insgesamt eine sehr dynamische Entwicklung: Das Thema der zirkulären Wertschöpfung findet zunehmend Eingang sowohl in der Lehre als auch in der Forschung. Positiv zu vermerken ist dabei insbesondere das zunehmend umfassende Verständnis von zirkulärer Wertschöpfung, das mittlerweile deutlich über die klassischen Recyclingtechnologien hinausgeht. Eine Herausforderung scheint dabei jedoch die Abstimmung speziell der Lehrangebote an den einzelnen Hochschulen zu sein, hier wurden kaum Hinweise auf Kooperationen zwischen den einzelnen Hochschulen gefunden, auch wenn sich Lehrinhalte sehr gut ergänzen könnten.

## 2.5 Förderstrukturen der zirkulären Wertschöpfung in NRW

Ein neben Forschung und Lehre zweiter zentraler Aspekte für die Transformation zur zirkulären Wirtschaft sind die Förderstrukturen, durch die entsprechende Prozesse und Produkte beforscht bzw. zur Marktreife gebracht werden sollen. In den letzten Jahren sind in NRW eine Vielzahl von Projekten und Initiativen zur Förderung des zirkulären Wirtschaftens gestartet, die unter anderem auch durch verschiedene Förderprogramme finanziell unterstützt wurden und werden. Ziel dieses Arbeitspaketes ist es, einen systematischen Überblick zu bieten, welche Förderprogramme genutzt wurden und welchen spezifischen inhaltlichen Fokus und strukturellen Ansatz diese Programme jeweils verfolgen. Der Fokus liegt dabei auf den Fördermaßnahmen in NRW; berücksichtigt wurden aber auch Förderprogramme, die auf Bundes- sowie europäischer Ebene wirken.

Um einen guten Überblick zu erhalten, wurde eine umfassende Recherche der Förderprogramme sowie zusätzlich Interviews mit Ansprechpartner\*innen verschiedener Forschungsträger und Förderprogramme durchgeführt.

### 2.5.1 Recherche

Als Ausgangspunkt der Recherche wurde auf Ergebnisse des Horizon 2020 Forschungsprojekts CICERONE zurückgegriffen, in dessen Rahmen mit über 20 europäischen Forschungspartner\*innen Förderprogramme zum Thema Circular Economy analysiert wurden. Dort konnten erste deutsche CE-fokussierte Förderprogramme identifiziert werden. Anschließend wurden ergänzend Internetrecherchen durchgeführt, um weitere relevante Förderangebote und Interviewpartner\*innen zu identifizieren. Folgende Schlagwörter wurden für die Recherche genutzt:

- Circular Economy / Zirkuläre Wertschöpfung
- Kreislaufwirtschaft
- Ressourceneffizienz
- Materialeffizienz

Als Recherchegrundlage diente auch die Förderdatenbank des Bundes<sup>134</sup>; genutzt wurden ebenfalls die oben genannten Schlagwörter sowie die regionale Eingrenzung für NRW. Zudem wurden weitere, tiefergehende Recherchen zu den in den Interviews genannten Förderprogrammen durchgeführt.

### 2.5.2 Förderprogramme

Durch die Recherche konnten **33 Förderprogramme** identifiziert werden, davon 12 mit Fokus auf die CE und 21, die CE neben weiteren Themen beinhalten.

Von den **12 Programmen mit ausschließlichem Fokus auf die CE** sind zwei speziell auf NRW, 9 national und 1 international ausgerichtet. Insgesamt wurden im Rahmen dieser Programme min. 130 Projekte mit einem Fördervolumen von mindestens 136 Millionen € gefördert. Alle Programme gewähren einen Projektzuschuss.

---

<sup>134</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, o. J.

**Tabelle 1: Förderprogramme mit Fokus auf die Circular Economy**

Name	Region	Förder-summe €	Pro Projekt €	Projekte
BAFA: Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft	National	k. A.	15.000.000	k. A.
ERA-MIN2 (Raw Materials for Sustainable Development and the Circular Economy)	Internat.	4.200.000	262.500	16
KI Anwendungshub Kunststoffverpackungen	National	k. A.	15.000.000	k. A.
KMU innovativ: Ressourceneffizienz	National	78.000.000	k. A.	k. A.
KuRT (Kunststoffrecyclingtechnologien)	National	k. A.	150.000	k. A.
Land NRW: Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit	NRW	15.000.000	15.000.000	k. A.
LIFE - Teilprogramm Kreislaufwirtschaft und Lebensqualität	National	k. A.	k. A.	k. A.
MatRessource	National	70.000.000	1.590.000	44
R+ Impuls	National	k. A.	k. A.	26
ReMin (Bauen und Mineralische Stoffkreisläufe)	National	22.000.000	1.300.000	17
ReziProK (Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft - Innovative Produktkreisläufe)	National	30.000.000	1.110.000	27
Sonderprogramm Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz	NRW	10.000.000	k. A.	k. A.

Darüber hinaus wurden **21 weitere Programme** betrachtet, die **wenigstens teilweise einen Fokus auf CE** legten; davon 5 mit NRW-Bezug, 11 national und 5 international. Diese Programme förderten weiter 322 CE-Projekte mit einem Förder-volumen von rund 176 Mio. €. So gut wie alle Programme gewähren einen Projektzuschuss. Ausnahme bilden der Effizienzcredit und das KfW Umweltprogramm, die beide kreditbasiert sind. Im BMU Umweltinnovationsprogramm werden sowohl Zuschüsse als auch Kredite bewilligt.

**Tabelle 2: Förderprogramme, die Circular Economy neben anderen Themen fördern**

Name	Region	Förder-summe (ges.) €	Förderung CE €	Pro Projekt €	Projekte (alle/CE)
FoNa Forschung Nachhaltigkeit	National	150.000.000	k. A.	k. A.	80/k.A.
RESZ Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft	NRW	24.000.000	15.000.000	2.000.000	12/8
BMU Umweltinnovationsprogramm	Internat.	1.123.000.000	k. A.	k. A.	778/k.A.
Client II (Internat.Partnerschaften für nachhaltige Innovationen)	Internat.	135.000.000	k. A.	2.100.000	76/k.A.
Digital GreenTech	National	12.150.00	k. A.	350.000	34/10
Effizienzcredit	Internat.	41.000.000	7.300.000	325.000	126/9
EnergieUmweltwirtschaft.NRW	NRW	81.300.000	k. A.	1.070.000	76/k.A.
Eruopäischer Sozialfonds	National	325.000.000.000	k. A.	k. A.	k.A./k.A.
Horizon 2020	NRW	1.510.000.000	21.410.000	8.000.000	2.325 /19
Horizon Europe	Internat.	k. A.	k. A.	k. A.	k.A./k.A.
Innovationsinitiative industrielle Biotechnologie	National	k. A.	45.000.000	k. A.	k.A./99
KfW Umweltprogramm	Internat.	k. A.	k. A.	25.000.000	k.A./k.A.
Klimaschutzinitiative - Kommunale Klimaschutzmodellprojekte	National	100.000.000	k. A.	10.000.000	k.A./k.A.
Nachhaltiges Wirtschaften	National	31.000.000	3.000.000	1.000.000	30/3
Nachwuchsgruppe DLR	National	k. A.	12.700.000	2.200.000	k.A./6
Neue Werkstoffe.NRW	NRW	60.200.00	15.654.745	792.000	50/13

Nutzung und Bau von Demonstrationsanlagen für die industrielle Bioökonomie	National	k. A.	k. A.	2.000.000	k.A./k.A.
OP EFRE.NRW	NRW	2.800.000.000	56.000.000	745.275	3.757/155
Technologieinitiative Bioraffinerie	National	47.000.000	k. A.	720.000	65 /k.A.
Umweltschutzförderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)	National	1.900.000.000	k. A.	185.000	10.300/k.A.
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand	National	6.000.000	k. A.	200.000	17.000/k.A.



**Abbildung 7: Anzahl der Förderprogramme mit Fokus/teilweise Fokus auf Circular Economy, Quelle: Eigene Darstellung.**

### Die Zielgruppe der Förderprogramm ist mannigfaltig und umfasst:

- Unternehmen mit industriellen und gewerblichen Anlagen und Prozessen bzw. bauliche, maschinelle oder sonstige Investitionen
- Unternehmen mit innovativen, nachhaltigen Produkten, Verfahren und Dienstleistungen
- Forschungs- und Entwicklungsprojekte entweder im Entwicklungsstadium oder im scale-up
- anwendungsorientierte Verbundforschungsvorhaben, Reallabore oder umsetzungsfördernde strategische Allianzen, in denen sowohl Forschung und Entwicklung als auch die Anwendungsseite, d. h. Unternehmen, gefördert werden.
- in einigen Programmen werden KMU ausdrücklich als Zielgruppe genannt, in einem Programm Freiberufler\*innen, in einem weiteren Kommunen.

In den Förderprogrammen werden verschiedenste Begrifflichkeiten verwendet, um den Fördergegenstand rund um die Circular Economy zu beschreiben und auszufordern. Meistens orientieren sich die Beschreibungen rund um die Begriffe Rohstoffe, Ressourcen, Abfall und Kreislaufwirtschaft.

### Es wurden folgende Begrifflichkeiten genutzt:

- Rohstoffe, flexible Rohstoffquelle, Rohstoffeffizienz, nachwachsende Rohstoffe, kritische Rohstoffe, rohstoffintensiv, seltene/kritische Rohstoffe
- Ressourcen, Ressourceneffizienz, Ressourceneffizienzstrategie, Ressourcenoptimierung

- Abfallvermeidung, Abfallstoffen, Abfallentsorgung, Abfallverwertung
- kreislaforientiert, Kreislaufwirtschaft, Kreislaufführung, Kreislaufschließung
- Material, neuartige Materialien, Materialeffizienz, Materialverbrauch, urbanes Stoffstrommanagement
- Nachhaltigkeit, Suffizienz, Substitution
- innovativ, effizient, digital, vorausschauend, nachwachsend, biogen, giftfrei, energieeffizient, klimaresistent, ökologisch vorteilhaft
- Produktdesign, (effiziente) Produktionsverfahren, Einkauf, Geschäftsmodell, Obsoleszenz, Verlängerung der Lebensdauer, Sharing, Vermeidung, Reuse, Reparierbarkeit, Precycling, Recycling, Wiederverwertung
- Circular Society, Urban Sharing Society

Darüber hinaus wurden folgende **Produkte/Materialien** in den Förderprogrammen explizit genannt: elektronische Geräte, Kunststoffe, Verpackungen, Altglas, textile Produkte, biobasierter Produkte, Bauprodukte, Bestandsgebäude, Bauwirtschaft.



Abbildung 8: Begrifflichkeiten, die in den Förderprogrammen genutzt werden, Quelle: Eigene Darstellung.

### 2.5.3 Horizon 2020

Aufgrund der umfangreichen Datenbank zu Horizon 2020<sup>135</sup> und der Zusammenarbeit mit dem Projektträger Jülich wurden die Informationen zu diesem Förderprogramm gesondert aufbereitet. Die Projekte der Datenbank wurden nach dem Stichwort „circular“ sowie nach Deutschland und NRW gefiltert. Die im Folgenden dargestellten Daten bilden daher nur eine Mindestanzahl an geförderten Projekten ab.

<sup>135</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2021b.

Im gesamten Horizon 2020 Projekt wurden insgesamt 69 Projekte zu dem Stichwort „circular“ mit einer Gesamtsumme von rund 560 Mio. € gefördert. Bei 58 Projekten (rund 84%) waren deutsche Akteure beteiligt. Bei 18 Projekten (rund 26%) waren Akteure aus NRW beteiligt. Dies spiegelt sich auch in der Höhe der Zuschüsse wider: Deutschland liegt mit einer Fördersumme von rund 69 Mio. € auf Platz 2 (siehe folgende Tabelle 3).

**Tabelle 3: Top 5 EU-Länder mit den höchsten Förderzuschüssen für „circular“-Projekte**

Land	Anzahl Projekte	Anzahl Akteure	Netto-Zuschuss	H2020 Anträge
Spanien	55	203	96.630.431,70 €	272
Deutschland	58	118	69.450.344,24 €	149
...davon NRW	18	21	14.937.229 €	29
Italien	46	150	67.424.377,75 €	198
Belgien	49	98	46.679.551,23 €	129
Niederlande	40	94	44.623.902,16 €	111

Tabelle 4 enthält eine Übersicht der Akteure, die europaweit das größte Fördervolumen für Projekte zum Thema Circular Economy erhielten. Die meistgeförderten Akteure in Deutschland sind zum einen die Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. mit einer Förderung von über 5 Mio. € (Platz 8) sowie die RWTH Aachen, mit einem Fördervolumen von rund 4,7 Mio. € (Platz 9). Tabelle 5 enthält darüber hinaus die größten Akteure aus NRW.

**Tabelle 4: Europaweite Akteure mit Förderungen zu Circular Economy-Projekten**

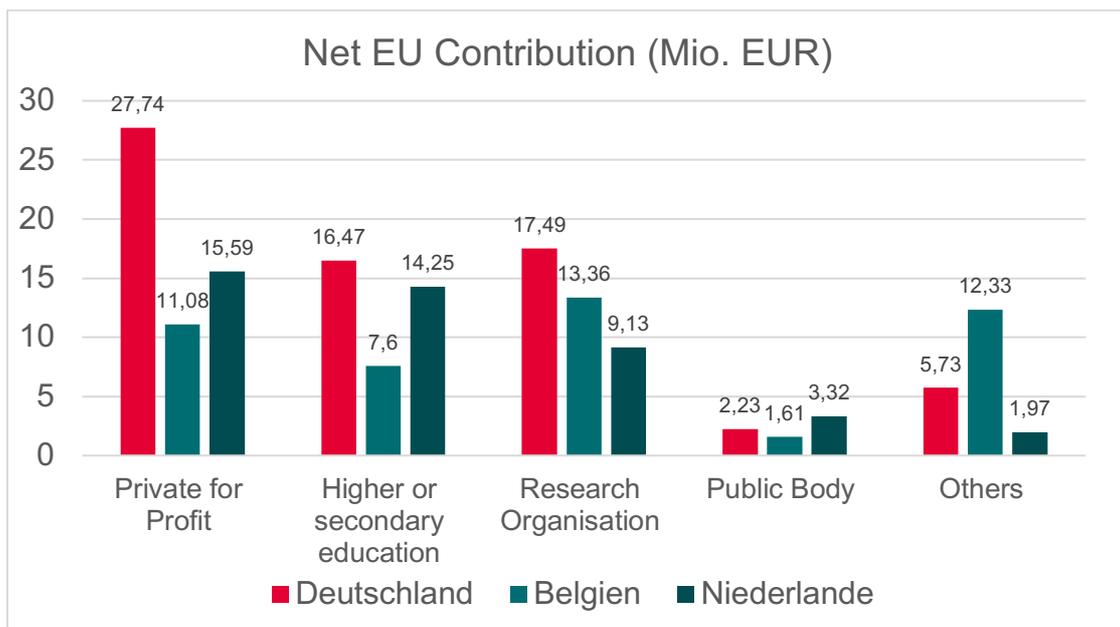
Akteur	Land	H2020 Förderung	H2020 Anträge
Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek N.V.	Belgien	7.780.571 €	6
Technische Universiteit Delft	Niederlande	7.400.023 €	8
Fundacion Tecnalia Research & Innovation	Spanien	6.592.600 €	11
National Technical University of Athens-Ntua	Griechenland	6.292.130 €	9
Fater S.p.A.	Italien	6.177.266 €	2
Sintef AS	Norwegen	6.669.244 €	6
Commisariat al Energie Atomiqueet aux Energies	Frankreich	5.458.697 €	8
Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.	Deutschland	5.036.570 €	11
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	Deutschland	4.755.665 €	4
Stichting Wageningen Research	Niederlande	4.615.431 €	5

**Tabelle 5: Wichtige Akteure in NRW mit Horizon 2020-Förderung**

Institution	Zuschuss	Netto-Zuschuss	H2020 Anträge
RWTH Aachen	4.755.665 €	4.755.665 €	4
Covestro*	4.397.675 €	4.397.675 €	1
Forschungszentrum Jülich	1.964.501 €	1.964.501 €	3
Collaborating Centre on Sustainable Consumption and Production gGmbH	1.429.125 €	1.429.125 €	2
Deutsches Zentrum für Luft- & Raumfahrt e. V.	1.359.765 €	1.359.765 €	2
Interseroh Dienstleistungs GmbH	1.092.875 €	979.125 €	2
TFI Institut für Bodensysteme an der RWTH Aachen e. V.	741.719 €	741.719 €	1
Kolektor Magnet Technology GmbH	728.292 €	728.292 €	1
nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH	504.710 €	504.710 €	2
European EPC Competence Center GmbH	448.994 €	448.994 €	1
VDZ Technology gGmbH	466.610 €	402.148 €	1
HERP Giessereitechnik GmbH	312.318 €	312.318 €	1

\*Covestro in H2020 Datenbank nicht bei NRW sondern seit Ende 2021 in Sachsen gelistet.

Bei der Art der geförderten Institutionen gibt es einige Unterschiede. Im Vergleich zu anderen Ländern, die zirkuläres Wirtschaften ebenfalls stark vorantreiben, wird deutlich, dass in Deutschland öffentliche Institutionen grundsätzlich am wenigsten am Horizon 2020 Programm teilgenommen haben. Private Unternehmen profitierten in Deutschland am meisten von dem Förderprogramm, gefolgt von Bildungs- und Forschungsinstituten. Abbildung 9 verdeutlicht die Ergebnisse. In den Niederlanden sind hingegen proportional mehr öffentliche Institutionen gefördert; in Belgien sind es vergleichsweise weniger Unternehmen, die profitieren.



**Abbildung 9: Vergleich der geförderten Institutionen im Vergleich zur Niederlande und Belgien, Quelle: Eigene Darstellung.**

Die Projekte, die in NRW von Horizon 2020 gefördert wurden, können den folgenden Wissenschaftsbereichen zugeordnet werden:

- Soziale Wissenschaft (ca. 35%)
- Ingenieurwissenschaft und Technologien (ca. 25%)
- Naturwissenschaften (ca. 22%)
- Agrikulturelle Wissenschaften (ca. 8%)

Themen, die in den geförderten Projekten behandelt wurden, waren u. a.

- Recycling
- Zirkuläre Geschäftsmodelle
- Zivilgesellschaft
- Nachhaltige Entwicklung
- Abwasserbehandlungsprozesse
- Bioökonomie

Das gesamte Fördervolumen in NRW betrug rund 15 Mio. €. Die folgende Abbildung 10 verdeutlicht die regionale Verteilung der Förderung in NRW.

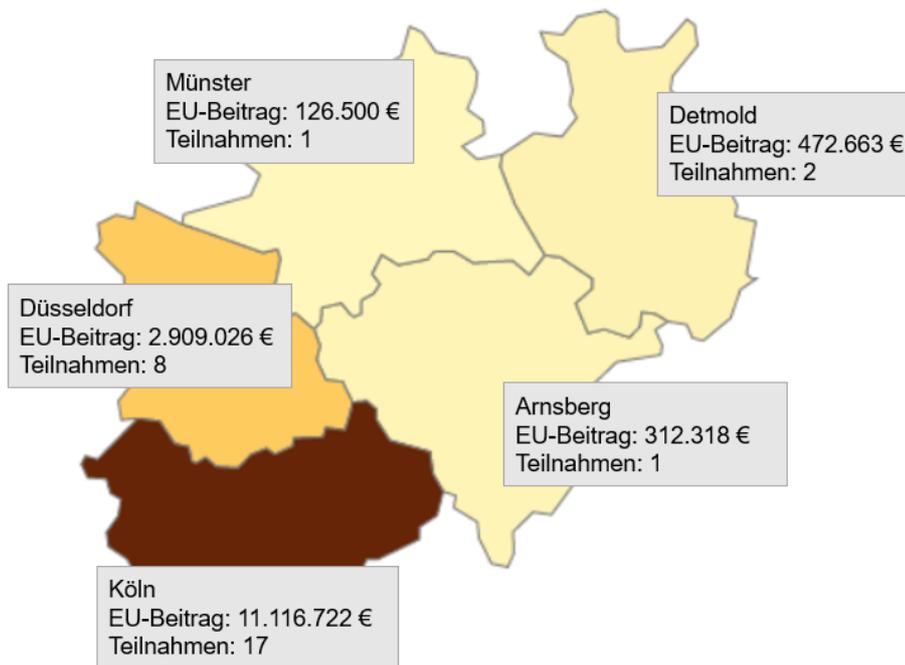


Abbildung 10: Verteilung des Fördervolumens innerhalb NRW, Quelle: Horizon 2020 Datenbank.

### **Fazit**

Analog zur Verankerung des Themas der zirkulären Wertschöpfung in Forschung und Lehre zeigt sich auch bei der Analyse der Förderstrukturen eine grundsätzlich sehr positiv dynamische Entwicklung, die aber von einer Vielzahl bislang häufig noch wenig koordinierter Einzelaktivitäten bzw. Förderprogrammen geprägt ist. Die För-

derung der zirkulären Wertschöpfung ist dabei bislang häufig noch nur indirekt angesprochen, so dass der Zugang zu den richtigen Förderinstrumenten für viele Akteure noch mit größeren Herausforderungen verbunden ist, vgl. auch das folgende Kapitel zu Stärken/ Schwächen im Bereich der Investitionen in die zirkuläre Wertschöpfung.

## 2.6 Stärken/Schwächen Profil

Auf Basis des hier dargestellten Status Quo ergibt sich ein spezifisches Stärken-/ Schwächenprofil der zirkulären Wirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Für die Transformation zur zirkulären Wirtschaft gibt es ganz grundsätzlich keine Patentrezepte, so haben beispielsweise die verschiedenen Bundesländer deutlich unterschiedliche Ausgangsbedingungen und Potentiale (zum Beispiel im Vergleich von Stadtstaaten und Flächenländern), die es für die effiziente Unterstützung solcher Transformationsprozesse zu berücksichtigen gilt. Von daher ist ein klarer Blick auf bereits erreichte Erfolge und Stärken, ebenso aber auch die noch zu adressierenden Schwächen zentrale Erfolgsvoraussetzung für die hier vorgelegte Roadmap bis zum Jahr 2030.

### **Stärken, auf die NRW aufbauen kann**

Mit Blick auf die Stärken wird deutlich, dass NRW wie kaum eine Wirtschaftsregion in Europa die zentralen Voraussetzungen mitbringt, zum Vorreiter einer zirkulären Wirtschaft zu werden und damit wichtige Beiträge zur zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit als Industriestandort, zur Sicherung von Arbeitsplätzen und natürlich auch zum Klima- und Ressourcenschutz zu leisten.

- **Räumliche Konzentration vieler Schlüssel-Akteure in zentralen Wertschöpfungsketten**

Die Analyse der verschiedenen Wirtschaftssektoren verdeutlicht, dass in NRW viele Wertschöpfungsketten fast komplett abgedeckt werden können: Von der Grundstoffindustrie bis hin zum anschließenden Recycling haben Schlüsselakteure Produktionsstandorte oder auch Unternehmenszentralen in Nordrhein-Westfalen. Für die notwendigen Kooperationen zwischen Wertschöpfungsstufen als Schlüssel für das zirkuläre Wirtschaften sind dies herausragende Ausgangsbedingungen, weil sich die zentralen Akteure häufig persönlich kennen und Innovationen somit auf langjährige, vertrauensvolle Kooperationen aufbauen können. Aus der Gesamtsicht NRW ergibt sich die Chance, dass die notwendigen Investitionen in neue zirkuläre Prozesse oder Produkte auch zu relevanten Anteilen in Kosteneinsparungen oder zusätzliche Wertschöpfung am Wirtschaftsstandort führen. Herauszuheben sind hier insbesondere die Wertschöpfungsketten Kunststoff und Automobil, bei denen in der Theorie alle für ein komplett zirkuläres System notwendigen Akteure in weniger als einer Stunde Anreise an einem Tisch sitzen könnten. Ein praktisches Umsetzungsbeispiel ist die Plattform kunststoffland.NRW, deren Veranstaltung regelmäßig Akteure entlang der

Wertschöpfungskette zusammenbringen, um beispielsweise die spezifischen Potentiale und Herausforderung des Leichtbaus zu diskutieren<sup>136</sup>. Hinzu kommt auch der räumlich konzentrierte Absatzmarkt in einem Bundesland mit fast 18 Mio. Einwohnern, die potentielle Abnehmer für die so entwickelten zirkulären Produkte und Dienstleistungen darstellen.

- **Hoch innovative Unternehmen und bestehende Best Practice-Beispiele**

Die Wirtschaftsstruktur in NRW ist geprägt durch einen hohen Anteil agiler KMU, die sich häufig noch im Familienbesitz befinden und damit häufig die für Investitionen in zirkuläre Lösungen notwendige längere Planungsperspektive aufweisen: Die Kreislaufwirtschaft weist wie immer wieder dargestellt enorme Nettokosteneinsparpotentiale auf, die in der Regel aber auch entsprechend längere Amortisationszeiten erfordern. Hier braucht es die strategische Weitsicht und Risikobereitschaft, lange Zeit erfolgreiche lineare Geschäftsmodelle in Frage zu stellen und auf zirkuläre Alternativen zu setzen. Hier haben Familien-Unternehmen aus NRW wie z.B. Vorwerk erheblich dazu beigetragen, die konzeptionellen Ideen zirkulärer Wirtschaft in der Praxis zu testen und in die Umsetzung zu bringen<sup>137</sup>.

Dementsprechend verfügt NRW auch schon seit Jahren über eine beeindruckende Liste von implementierten Best Practice Beispielen zirkulärer Ansätze entlang verschiedener Wertschöpfungsketten (vgl. Kap. 2.3), bei denen häufig noch die Herausforderung besteht, sie in strategische Gesamtansätze zu überführen. Trotzdem haben solche „proofs of concept“ ganz erheblich dazu beigetragen, die zirkuläre Wirtschaft auf dem Radar vieler Strategie- und Innovationsverantwortlicher auch auf Vorstandsebene erscheinen zu lassen.

- **Exzellente Forschungslandschaft und Transfereinrichtungen**

Diese Ansätze auf Unternehmensebene werden in der Regel begleitet und unterstützt von einer exzellent aufgestellten Forschungslandschaft, die in Nordrhein-Westfalen praktisch alle Schlüsselthemen der zirkulären Wirtschaft abdeckt – von der elementaren Grundlagenforschung bis hin zu sehr anwendungsorientierter Forschung zum Beispiel in den verschiedenen Fraunhofer Instituten wie dem UMSICHT in Oberhausen.

Eine Schlüsselstellung nimmt dabei mit Sicherheit die RWTH Aachen ein, die insbesondere im Bereich der ingenieurwissenschaftlichen Forschung zu den in Europa wichtigsten Forschungseinrichtungen gehört und beispielsweise im Bereich der Textilforschung in enger Zusammenarbeit mit der Industrie die Transformation zur zirkulären Wirtschaft vorantreibt. Die Bedeutung der RWTH Aachen im Kontext der Forschung zur zirkulären Wirtschaft lässt sich beispielsweise an der Beteiligung an Horizon 2020 Projekten ablesen, dem zentralen Forschungsprogramm der Europäischen Kommission – hier ist die RWTH an 4 von 18 Projekten mit NRW-Beteiligung

---

<sup>136</sup> Vgl. Kunststoffland NRW e. V., 2022b.

<sup>137</sup> Vgl. Stiftung Familienunternehmen, 2021.

involviert. Darüber hinaus sind es vor allem die technisch-orientierten Hochschulen wie zum Beispiel in Köln oder Münster, die eine spezifische Stärke NRW ausmachen.

Hinzu kommt in NRW eine seit langem sehr gut aufgestellte Struktur an Beratungs- und Transfereinrichtungen, die unter anderem unterstützen, Forschungsergebnisse in die betriebliche Praxis zu übersetzen. Insbesondere die Effizienzagentur hat in der Vergangenheit bereits hunderte Unternehmen zu Fragestellungen der zirkulären Wirtschaft beraten und über verschiedenste Programme und Plattformen in der Umsetzung unterstützt. An der Schnittstelle zwischen Forschung und betrieblicher Praxis ist NRW aber auch mit Akteuren wie Prognos oder dem CSCP hervorragend aufgestellt.

- **ZW in einer Vielzahl von Strategien verankert, zum Beispiel der Nachhaltigkeitsstrategie oder der Innovationsstrategie**

Auch auf der programmatischen Ebene ist die zirkuläre Wertschöpfung in NRW bereits in einer Vielzahl von relevanten Strategien verankert, hier zu nennen sind insbesondere die Innovationsstrategie und die Nachhaltigkeitsstrategie.

In der Innovationsstrategie des Landes Nordrhein-Westfalens wird die Circular Economy als eines der sieben zentralen Innovationsfelder genannt. So wurde festgelegt: „Das industriepolitische Leitbild des Landes NRW formuliert die Perspektive, dass sich der Industriestandort Nordrhein-Westfalen durch industrielle und wissenschaftliche Kompetenzträger für alle Schritte einer Circular Economy auszeichnen soll.“<sup>138</sup> Im Fokus soll unter anderem die Etablierung von neuen Geschäftsmodellen zur Förderung der CE, die Entwicklung einer Circular Economy Society, das Up-Scaling von ausentwickelten innovativen, ressourceneffizienten Prozesstechnologien bzw. Recyclingverfahren und die Steigerung der Akzeptanz für CE stehen.

Darüber hinaus wird auch in der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes NRW beschrieben: „Um die Attraktivität und die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Nordrhein-Westfalen dauerhaft zu sichern, müssen wesentliche Standortfaktoren gewährleistet sein. Dazu zählen [...] Kreislaufwirtschaftssysteme, die den Übergang zu einer Circular Economy ermöglichen, gute steuerliche Rahmenbedingungen, ein kontinuierlicher Abbau unnötiger Bürokratie, bestens ausgebildete Fachkräfte sowie gute Wohn- und Arbeitsbedingungen. Optimale Rahmenbedingungen für Investitionen und Innovationen sind erforderlich, um neue Zukunftsmärkte zu besetzen, branchenübergreifend Technologieführerschaften zu erlangen und dadurch auch Ziele der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit umzusetzen.“<sup>139</sup> Im Rahmen des Sustainable Development Goals Nr. 8 wird die CE in der Nachhaltigkeitsstrategie näher thematisiert.

---

<sup>138</sup> Vgl. MWIDE, 2021, S. 40.

<sup>139</sup> Vgl. Landesregierung Nordrhein-Westfalen, 2020, S. 11.

## Status Quo, Lücken und Schwachstellen

Eine solche Auflistung an Stärken und bereits erreichter Erfolge darf jedoch nicht den Blick auf die Herausforderungen verstellen, bis zum Jahr 2030 in NRW eine tatsächlich zirkuläre Wirtschaft zu erreichen.

Trotz all der dargestellten Initiativen, Projekte und Plattformen wirkt sich der Übergang zur zirkulären Wirtschaft bislang noch nicht so aus, dass er beispielsweise einen klaren Effekt auf den Rohstoffverbrauch bzw. die Rohstoffproduktivität hätte, vgl. Abbildung 11. Auch die aktuelle Rohstoffstudie im Auftrag des MWIDE verweist darauf, dass der Anstieg der Rohstoffproduktivität in NRW deutlich unter dem Bundesdurchschnitt lag<sup>140</sup>.

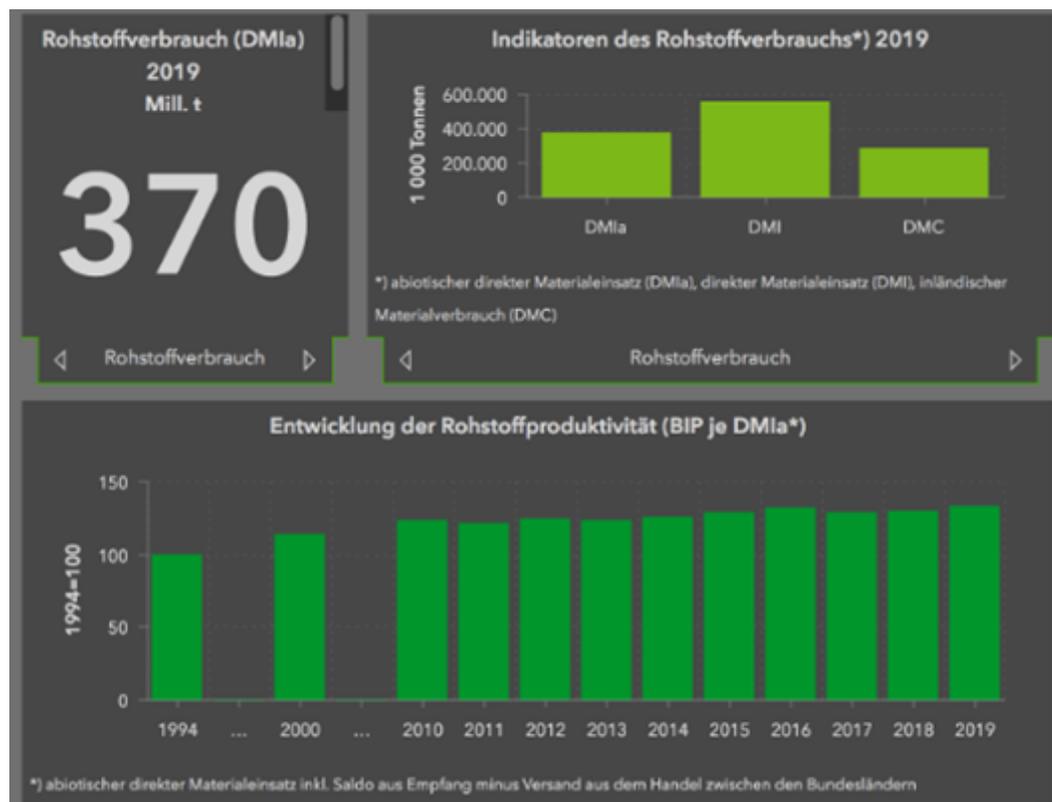


Abbildung 11: Abbildung SEQ Abbildung \\* ARABIC 11: Entwicklung der Rohstoffproduktivität in NRW; 1994-2019, Quelle: UGdL (2022).

Bislang sind also Grundlagen und Modelle entwickelt worden, die jetzt in die Breite getragen werden müssen – wozu die im Folgenden skizzierten inhaltlichen Lücken und konzeptionellen Schwachstellen gezielt adressiert werden sollten. Die dargestellten Schwächen sind damit wichtiger Ausgangspunkt für die in Kapitel 3 entwickelte Roadmap mit ihren einzelnen Maßnahmen.

### • Thematische Fokussierung und Zielstellung

Das Industriepolitische Leitbild NRW betont die Transformation der Unternehmen als notwendige Voraussetzung für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit als Industriestandort und bezieht sich dabei unter anderem auf die Circular Economy. Die Analyse der einzelnen Wertschöpfungsketten zeigt, dass hier das Thema der zirkulären

<sup>140</sup> Vgl. RWI, 2021, S. 30

Wertschöpfung bereits als wichtiges Thema wahrgenommen wird, jedoch noch nicht als der geforderte „**zielgerichtete kontinuierliche Verbesserungs- und Weiterentwicklungsprozess**“<sup>141</sup>.

Als ein notwendiger Schritt ist dabei die Entwicklung einer positiven Vision und klar definierter Ziele zu nennen – wozu die hier vorgelegte Roadmap einen Beitrag leisten möchte. Bislang fehlt noch eine gemeinsam getragene strategische Orientierung, die zum Beispiel für zukünftige Investitionen handlungsleitend sein könnte. Angesichts der immer wieder betonten disruptiven Veränderungsprozesse löst die zirkuläre Wirtschaft auch Verunsicherungen auf, die eine solche Vision der zukünftigen industriepolitischen Aufstellung NRW explizit adressieren sollte: Wie kann es gelingen, dass NRW auch im Jahr 2030 noch ein wettbewerbsfähiger Industriestandort ist und welchen konkreten Beitrag kann dazu die zirkuläre Wirtschaft leisten?

Hinzu kommt die Herausforderung, dass sich der tatsächlich bislang erreichte Fortschritt in Richtung einer zirkulären Wirtschaft kaum beziffern lässt; für die Definition eines Status Quo insbesondere aus innovations- und industriepolitischer Perspektive fehlt es bislang an transparenten und regelmäßig erhobenen Indikatoren. Die in Kap. 3 vorgeschlagenen Metriken könnten zukünftig einen Ansatz bieten, auch die Effektivität einzelner industriepolitischer Maßnahmen mit Blick auf notwendige Verbesserungen besser einzuschätzen.

Mit Blick auf die notwendige thematische Fokussierung liegt als zweite Herausforderung noch immer ein starker **Fokus auf die Themen Abfall und Abfallentsorgung** – der deutlich umfassendere Ansatz einer zirkulären Wirtschaft wird dabei noch immer nicht ausreichend wahrgenommen. In der öffentlichen Debatte wird dabei noch immer kaum differenziert zwischen zirkulärer Wirtschaft und Recycling – Aspekte des Produktdesigns oder Gestaltung zirkulärer Geschäftsmodelle werden dabei bislang noch nicht ausreichend in die Diskussion einbezogen<sup>142</sup>. Dieser thematisch begrenzte Fokus erklärt sich auch durch die NRW sehr stark aufgestellte Recyclingindustrie mit einer Vielzahl an Unternehmenszentralen – trotzdem muss es in Zukunft besser gelingen, Abfallsammlung und Recyclingprozesse als einen der vielen Bausteine einer zirkulären Wirtschaft zu begreifen, der aber in ein Gesamtsystem eingebettet sein muss.

Andere Bundesländer haben hier konkrete inhaltliche Schwerpunktthemen gesetzt, an denen die zirkuläre Wirtschaft konkreter greifbar wird, zum Beispiel Berlin mit dem Thema Wiederverwendung bzw. ReUse oder Baden-Württemberg mit seiner nachhaltigen Bioökonomiestrategie<sup>143</sup>. Ein vergleichbarer thematischer Fokus ist in der Vielzahl der laufenden Projekte in NRW bislang noch nicht erkennbar.

---

<sup>141</sup> Vgl. MWIDE, 2019, S. 9.

<sup>142</sup> Vgl. beispielhaft die Diskussion im Rahmen der Anhörung des Wirtschaftsausschusses zum Konzept der zirkulären Wertschöpfung.

<sup>143</sup> Vgl. Bioökonomie Baden-Württemberg, o. J.



**Abbildung 12: Logo der Berliner Re-Use Initiative, Quelle: Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz Berlin (o. J.).**

Mit der starken Betonung des Recyclings verbunden ist auch eine inhaltliche Fokussierung auf die Zielstellung der Sicherstellung der Entsorgungssicherheit, die in einem größtenteils sehr dicht besiedelten Bundesland wie NRW mit entsprechend begrenzten Deponiekapazitäten in der Vergangenheit eine der zentralen planerischen Herausforderungen darstellte und auch heute noch von den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern zu gewährleisten ist<sup>144</sup>. Damit ist im Verwaltungshandeln jedoch häufig ein sehr begrenzter Handlungsspielraum für die Gestaltung zum Beispiel von zirkulären Pilotprojekten im Bereich industrieller Symbiosen verbunden – die sichere Entsorgung wird hier höher gewichtet als potentielle Vorteile einer Kreislauf-führung. Hier fehlt es an innovativen Instrumenten zur transparenten Gestaltung von Experimentierräumen, wie sie zum Beispiel in den Niederlanden mit den Green Deals sehr erfolgreich eingeführt wurden: „Green Deals provide an opportunity for firms, NGOs, universities, and provincial, municipal, or waterboard governments to sign an agreement with the national government to take away barriers for a Circular Economy related innovation.“<sup>145</sup> Für solche Ansätze fehlt es jedoch häufig auch an personellen Kapazitäten, die unter anderem auch eine stärkere Einbindung der öffentlichen Verwaltungen in Forschungsprojekte kaum möglich machen.

In diesem Kontext ist auch festzustellen, dass die zirkuläre Wirtschaft noch immer stark als **diffuse Bedrohung und weniger als Zukunftschance für NRW** wahrgenommen wird. Ohne eine klare und aktiv kommunizierte Zielvision ist die zirkuläre Wirtschaft zunächst einmal im Verständnis vieler Schlüsselakteure ein Risiko für Arbeitsplätze zum Beispiel in der für NRW äußerst wichtigen Grundstoffindustrie, wenn dort hergestellte primäre Rohstoffe durch Sekundärrohstoffe ersetzt werden sollen. Für die überzeugende Kommunikation der mit der zirkulären Wirtschaft verbundenen Zukunftschancen für den Wirtschafts- und insbesondere Industriestandort NRW müssten auch zentrale Akteure wie die Gewerkschaften noch stärker in den Diskurs mit einbezogen werden.

Insgesamt müsste die geforderte Transformation zur Circular Economy noch stärker als umfassender Strukturwandel verstanden werden, der neben zahlreichen Gewinnern auch Akteure mit an Bord kriegen muss, die hier Marktanteile oder Arbeitsplätze in klassischen Kernbereichen ihrer Arbeitsplätze verlieren werden und diese durch neue Geschäftsfeldern ersetzen werden müssen. Hier bedarf es unter anderem eines viel stärkeren Fokus auf die dafür notwendigen Qualifikationen bzw. Qualifizierungsangebote. NRW kann wie kaum eine Weltwirtschaftsregion weltweit auf Erfahrungen im Bereich des industriellen Strukturwandels zurückgreifen und sollte dies auch als wichtigen Baustein für die zirkuläre Transformation begreifen. Ganz konkret

<sup>144</sup> Vgl. MULNV, 2015.

<sup>145</sup> Vgl. Van Langen, S. et. al, 2021.

sollte auch die Förderung im Rheinischen Revier noch systematischer genutzt werden, ganz NRW als europäischen Vorreiter der Circular Economy zu positionieren.

### • Investitionen und Förderung

Ein zweiter Block inhaltlicher Herausforderungen betrifft den Bereich Investitionen und Förderung der zirkulären Wertschöpfung. Hier liegt insofern ein Schlüssel, weil sich die praktische Umsetzung einer zirkulären Wertschöpfung zwingend in die Innovations- und Investitionsplanung von Unternehmen übersetzen muss: Die Politik kann und muss Rahmenbedingungen setzen; im Endeffekt wird die Zirkularität aber nur gesteigert, wenn in der Wirtschaft zukünftig Investitionen aus linearen Modellen in zirkuläre Alternativen umgelenkt werden.

Hier weisen die vorgenommenen Analysen der einzelnen Wertschöpfungsketten relativ klar darauf hin, dass bislang noch **zu wenig private Investitionen in zirkuläre Produkte und Geschäftsmodelle** getätigt werden. NRW steht dabei vor der besonderen Herausforderung einer Industriestruktur, die in vielen Bereichen durch KMU geprägt ist, die häufig nur begrenzte Budgets für Forschung und Entwicklung oder gar eigene Entwicklungsabteilungen aufweisen, die Investitionen in disruptive Innovationen wie zum Beispiel den Übergang zu Modellen von „Nutzen statt Besitzen“ vorbereiten und begleiten könnten.

Viele der in NRW natürlich auch beheimateten Großunternehmen stehen aktuell vor so grundlegenden strukturellen Herausforderungen, dass sie kaum in der Lage sind, eine solche, eher langfristig ausgerichtete Transformation tatsächlich in Angriff zu nehmen. Verschiedene andere Unternehmen verdienen mit ihren klassischen, linearen Geschäftsmodellen noch immer so hervorragend, dass kaum akuter Handlungsdruck besteht – auch wenn sich das mittel- und langfristig rächen mag. Insgesamt lässt sich auch am relativ niedrigen Durchdringungsgrade an NRW Unternehmen in Horizon 2020 Calls ablesen, dass ein insgesamt noch zu niedriger Fokus privater Investitionen in Aspekte zirkulärer Wertschöpfung fließen. Gleichzeitig gibt es aber natürlich auch eine Vielzahl an Unternehmen, die hier bereits frühzeitig Expertise aufgebaut haben und davon zunehmend profitieren.

Mit Blick auf Investitionen fehlt es nicht nur in NRW noch an **Risiko-Kapital**, das erfolgversprechende Innovationen und Start-Ups in einer frühen Phase ihrer Entwicklung näher an die Marktreife bringen könnte. Eine Studie der European Investment Bank hat gezeigt, dass es insbesondere an Finanzierungs-Angeboten für nicht-technologische Innovationen im Bereich der zirkulären Wirtschaft mangelt<sup>146</sup>.

In Nordrhein-Westfalen hat die NRW-Bank mit NRW.Venture ein Angebot für solche Investitionen entwickelt; hier spielt das Thema zirkuläre Wirtschaft bislang aber noch eine stark untergeordnete Rolle. Insgesamt weist NRW eigentlich eine hoch spezialisierte Akteurslandschaft im Bereich der Kredit- und Versicherungsbranche auf, die sich diesem Zukunftsthema bislang aber nur vereinzelt widmet. Ein Positivbeispiel bildet hier das Circular Valley, das sich explizit als Inkubator und Accelerator für zirkuläre Start-Ups versteht und diese in den inhaltlichen Austausch u.a. auch mit Investoren bringt.

---

<sup>146</sup> Vgl. Acsinte and Verbeek, 2015.

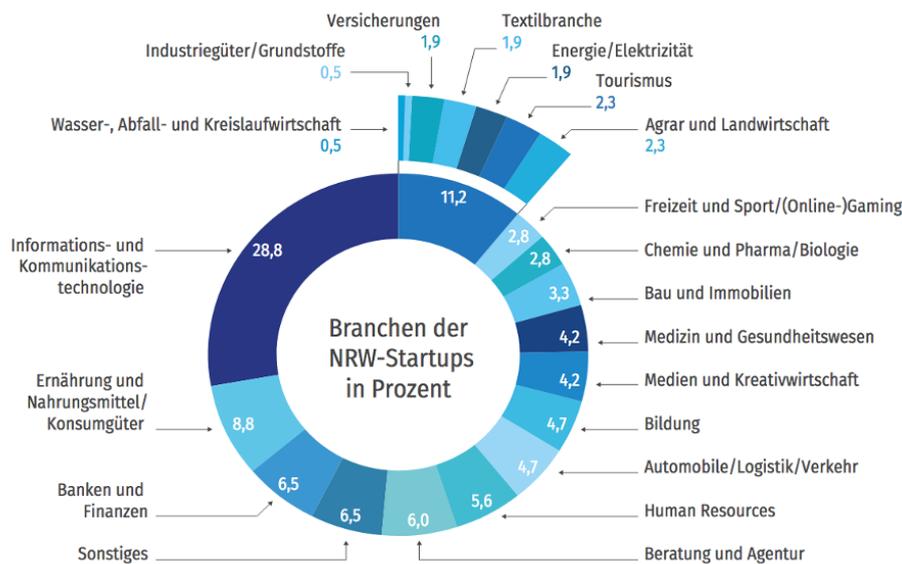


Abbildung 13: Branchen der NRW Startups, Quelle: Kollmann et al. (2019).

Insgesamt zeigen jedoch auch die Ergebnisse des NRW-Start Up Monitors (vgl. Abbildung 13), dass es noch nicht ausreichend gelingt, das in NRW vorhandene Innovationspotential auch in konkrete Geschäftstätigkeiten zu übersetzen.

Ein mit Blick auf das Thema Finanzierung drittes Handlungsfeld ist die stark fragmentierte und oft als bürokratisch empfundene **Förderstruktur**. Es mangelt wie in Kap. 2.5 dargestellt insgesamt nicht an Förderprogrammen, über die sich beispielsweise Forschung und Entwicklung im Bereich der zirkulären Wirtschaft unterstützen lassen könnte. Viele zirkuläre Innovationen passen jedoch nicht in diese Antrags-schemata und sind aus Sicht der Wirtschaft häufig im Beantragungsprozess mit einem prohibitiv hohen administrativen Aufwand verbunden. Der anschließende Bearbeitungsprozess wird häufig als zu langwierig bzw. in der tatsächlichen Länge kaum abschätzbar beschrieben. Hier mangelt es den zuständigen Behörden, die natürlich auf die korrekte Verwendung öffentlicher Mittel achten müssen, an personellen Kapazitäten. Auch die letztendlichen Entscheidungskriterien für einzelne Förderungen sind nicht immer transparent nachvollziehbar.

Aktuell kommt es beispielsweise bei der Förderung von Strukturwandelprojekten im Rheinischen Revier zu extrem langen Wartezeiten zwischen der inhaltlichen Bewilligung von Projekten und dem tatsächlichen Start der Finanzierung, weil hier extrem komplexe Abstimmungsprozesse zwischen verschiedenen Förderzugängen auf Ebene des Bundes und von NRW notwendig sind. Gleichzeitig fällt das Thema der zirkulären Wertschöpfung häufig noch zwischen einzelne Förderprogramme und muss dann mit Bezug auf die dort genannten Förderziele erst aufwändig begründet werden. Beispielhaft hierfür war das „Operationelle Programm Nordrhein-Westfalens für die Förderung von Investitionen in Wachstum und Beschäftigung aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung“<sup>147</sup>, bei einem Förder-Volumen von gut 2,6 Milliarden Euro eines der größten Förderprogramme in der Geschichte NRWs, bei dem das

<sup>147</sup> Vgl. EFRE.NRW, o. J.

Thema zirkuläre Wirtschaft bislang nicht explizit genannt wurde, obwohl es zu zahlreichen konkreten Förderzielen hätte beitragen können. Hier ist für die kommende Förderperiode ein spezifischer Förderstrang in Planung.

- **CE als Querschnittsthema**

Ein dritter Bereich mit Herausforderungen für den Transformationsprozess zur zirkulären Wirtschaft ist der spezifische Querschnittscharakter des Themas. Zirkulär Wirtschaften kann kein Akteur alleine, erfolgreiche Veränderungsprozesse sind hier immer auf die Kooperation mit einer Vielzahl anderer Akteure angewiesen. Tatsächlich hat der Fokus vieler Bemühungen bislang jedoch eher auf der Optimierung unternehmensinterner Prozesse gelegen, auch bei den thematischen Landesclustern und regionalen Netzwerken im Rahmen der Leitmarktstrategie hat es in der Vergangenheit noch keinen wirklichen Fokus auf die zirkuläre Wertschöpfung gegeben<sup>148</sup>.

Diese Herausforderung, zirkuläre Wertschöpfung als Querschnittsaufgabe zu etablieren, ist für NRW aufgrund seiner spezifischen, **durch KMU und Zulieferer geprägten Industriestruktur** von besonderer Relevanz. Viele dieser Unternehmen sind hinsichtlich ihrer Entscheidungsspielräume für die Entwicklung zirkulärer Produkte oder zirkulärer Geschäftsmodelle stark begrenzt durch die Vorgaben der OEMs – der Fokus liegt hier dann häufig auf der Umsetzung eher inkrementeller Verbesserungen, um die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Zulieferern zu erhalten. Die strategischen Entscheidungen für oder gegen zirkuläre Innovationen werden dann in vielen Wertschöpfungsketten jedoch in Konzernzentralen außerhalb NRWs getroffen. Ein Beispiel hierfür ist die Automobil-Branche, wo NRW in vielen Bereichen der Herstellung einzelner Komponenten hervorragend aufgestellt ist – für den Einsatz sekundärer Rohstoffe oder die verbesserte Reparaturfähigkeit ihrer Produkte aber abhängig ist von den Spezifikationen der Lastenhefte der OEMs, die sie beliefern.

Ähnliches gilt für die in NRW sehr stark aufgestellte Grundstoff-Industrie, die auf die letztendliche Verwendung ihrer Produkte häufig nur einen begrenzten Einfluss hat. Hier ist die Bandbreite strategischer Optionen zum Beispiel mit Blick auf die verschiedenen R-Strategien stark eingeschränkt; beispielsweise kann die Stahlindustrie nur sehr begrenzt Einfluss nehmen auf die Nutzungsstrukturen von PKW – auch wenn diese zum Großteil aus Stahl bestehen. Ein Positivbeispiel wären hier Ansätze im Bereich des Chemikalienleasings, bei dem Produkte tatsächlich an den Grundstoff-Hersteller zurückgehen.

Mit Blick auf den Querschnittscharakter beispielsweise der verschiedenen Ansätze, wie sie von der Europäischen Kommission im Rahmen ihres Circular Economy Action Plan definiert wurden, ergeben sich auch in NRW offene **Fragen der inhaltlichen Zuständigkeiten**. Die Transformation zur Circular Economy erfordert die Integration verschiedener Industriefelder – von der Umweltpolitik über die Wirtschafts- und Innovationspolitik bis hin beispielsweise zur Stadtentwicklungs- und Baupolitik oder Steuerpolitik<sup>149</sup>.

---

<sup>148</sup> Vgl. WIRTSCHAFT.NRW, o. J.

<sup>149</sup> Wilts, 2021.

In NRW haben die verschiedenen zuständigen Ministerien hierzu unterschiedliche Begrifflichkeiten geprägt, beispielsweise die zirkuläre Wertschöpfung oder die Kreislaufwirtschaft. Für Außenstehende ergibt sich daraus häufig noch keine klare Zuständigkeit für konkrete Einzelthemen; auch für die internen Prozesse bestehen hier an vielen Stellen noch inhaltliche Überschneidungen. Auch die Relevanz verschiedener landespolitischer Strategien mit Bezug zur Circular Economy wie der Nachhaltigkeitsstrategie oder dem innovationspolitischen Leitbild scheint noch nicht abschließend geklärt und verhindert damit die Realisierung eigentlich möglicher Synergien, beispielsweise in der Abstimmung einzelner Förderstrategien.

Die Vielzahl verschiedener Begrifflichkeiten erschwert dabei auch die Gestaltung von Kommunikationskonzepten, um die immer noch große Mehrheit derjenigen zu informieren, denen der Unterschied zwischen nachhaltiger Abfallwirtschaft und zirkulärer Wertschöpfung noch nicht klar ist. Damit bleibt das Thema – trotz der mittlerweile beeindruckenden Anzahl an konkreten Good Practice Beispielen – in der Wahrnehmung vieler Akteure auf einer eher wissenschaftlich-konzeptionellen Ebene und findet beispielsweise im Vergleich zum Klimaschutz erst langsam Eingang in konkrete Unternehmensprozesse.

Neben der Transformation zur zirkulären Wirtschaft ist auch die Gestaltung der **Digitalisierung** und der Aufbau einer Industrie 4.0 eine zentrale Zukunftsherausforderung für den Industriestandort NRW. Gleichzeitig gibt es zwischen beiden Megatrends verschiedene Schnittstellen, die bislang nicht ausreichend adressiert werden:

- Die Echtzeit-Erfassung von Daten zur Nutzung von Rohstoffen und damit verbundenen Abfallströmen, die Auswertung solcher Daten durch künstliche Intelligenzen oder die Verknüpfung von Prozessen über das Internet of Things sind zentrale Ermöglicher zirkulärer Wirtschaft.
- Umgekehrt sind damit zusätzliche Bedarfe kritischer Rohstoffe verbunden, die möglichst in geschlossenen Kreisläufen gehalten werden sollten.

Obwohl sich NRW in den letzten Jahren in beiden Themenfeldern zunehmend erfolgreich positioniert hat, handelt sich doch noch um weitestgehend getrennte Handlungsfelder. So finden sich beispielsweise in den entsprechenden Cluster-Strategien zur Industrie 4.0 kaum Projekte mit Bezug zur zirkulären Wirtschaft; speziell im Smart City Bereich fehlen hier konkrete Pilotprojekte, um Chancen, Risiken und weitere Entwicklungspotentiale solcher Ansätze zu validieren. Anders als beispielsweise in Flandern fehlt es hier noch an klarer Fokussierung, auch im Industrie 4.0 Zielbild der Landesregierung wird das Thema der zirkulären Wirtschaft noch sehr vage adressiert.

### **Stärken und Schwächen im Überblick**

Tabelle 6 zeigt die verschiedenen identifizierten Stärken und Schwächen im Überblick, die im Folgenden den Ausgangspunkt für die Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen bilden sollen.

**Tabelle 6: Übersichtstabelle zu Stärken und Schwächen**

<b>Stärken</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Räumliche Konzentration vieler Schlüssel-Akteure in zentralen Wertschöpfungsketten</li><li>• Hoch innovative Unternehmen und bestehende Best Practice-Beispiele</li><li>• Exzellente Forschungslandschaft und Transfereinrichtungen</li><li>• ZW in einer Vielzahl von Strategien verankert, zum Beispiel der Nachhaltigkeitsstrategie oder der Innovationsstrategie</li></ul>
<b>Schwächen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fokussierung der zirkulären Wertschöpfung</li><li>• Investitionen in die zirkuläre Wertschöpfung</li><li>• Etablierung der zirkulären Wertschöpfung als Querschnittsthema</li></ul>

### 3 Von der Vision zu Wirklichkeit – Roadmap zur zirkulären Wertschöpfung in NRW 2030

#### 3.1 Kontext und Herangehensweise

Aufbauend auf die vorhergegangenen Kapitel zu Vision und Status-Quo Analyse werden im Folgenden konkrete Handlungsempfehlungen zur Erreichung eines zirkulär ausgerichteten Nordrhein-Westfalens im Jahr 2030 entwickelt. Die Handlungsempfehlungen fokussieren auf die Circular Economy als wirtschafts- und innovationspolitischen Ansatz.

Die Maßnahmen sind mit zeitlichen Horizonten belegt, als Vorschlag zu Priorisierung und effektiven Umsetzung der Roadmap. Hiermit lehnen wir uns methodisch und inhaltlich an die Circular Economy Roadmap der Circular Economy Initiative Deutschland (CEID 2021) an, individuell angepasst an die Möglichkeiten und besonderen Bedingungen des Landes NRW. In der CEID Roadmap für die Bundesebene sind verschiedene Handlungsansätze enthalten, die durch das Mandat NRWs auch über die Landesgrenzen hinweg unterstützt werden sollten:

- **Standardisierung:** Klare und verbindliche Definitionen und Standards
- **Ökonomische Anreize:** Neuausrichtung der Bepreisungs- und Steuerregularen auf Ressourcennutzung, Ökonomische Anreize zur Erreichung von Recyclingzielen
- **Ordnungsrechtliche Instrumente:** Unterstützung der Umsetzung der Öko-design Richtlinie, Garantieverlängerungen für Produkte, Anpassung der EPR-Regulierungen zur Rücknahme von langlebigen Konsumgütern und Gebrauchsgütern, Revision der Abfallgesetzgebung (KRwG), Einführung von Recyclingquoten differenziert nach einzelnen Materialien inklusive Festlegung von Material und Prozessqualitäten, Festsetzung eines Mindestanteils von recycelten Bestandteilen in Produkten
- **Öffentliche Beschaffung:** Entwicklung und Verstärkung von (Mindest-) Zielen und (Mindest-) Quoten für zirkuläre Produkte und Geschäftsmodelle

Für die im Folgenden dargestellten Maßnahmenvorschläge stellt sich damit die Leitfrage, über welche Hebel NRW mit seinen spezifischen Potentialen (vgl. Kap 2) industrie- und innovationspolitische Impulse setzen kann, die die laufenden Prozesse auf Ebene der Europäischen Union und des Bundes sinnvoll ergänzen. Die folgende Übersicht zeigt die dazu entwickelten Maßnahmenvorschläge im Überblick, unterteilt in fünf inhaltliche Dimensionen.

Für die Bewertung der einzelnen Maßnahmen und der mit ihnen verbundenen Effekte muss insbesondere auch die starke internationale Verflechtung der NRW-Industrie berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 2). Ein spezifischer Fokus liegt daher auf der Steigerung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit, um zirkuläre Produkte und Dienstleistungen aus NRW auch in den Märkten der verschiedenen Handelspartner inner- und außerhalb der Europäischen Union erfolgreich zu positionieren.



Abbildung 14: Maßnahmenvorschläge im Rahmen der Roadmap ZW NRW 2030, Quelle: Eigene Darstellung.

## 3.2 Konkrete Maßnahmen zur Erreichung der Vision

### 1 | Investitionen und Finanzierung stärken

#### **Entwicklung der NRW-Bank zur führenden CE Transformationsbank in Deutschland**

Die NRW.Bank hat satzungsgemäß die Aufgabe, als Förderbank das Land Nordrhein-Westfalen bei seinen struktur- und wirtschaftspolitischen Aufgaben zu unterstützen; eines der Schwerpunktthemen ist dabei auch die Nachhaltigkeit inklusive des Klimaschutzes. Angesichts der für die Transformation zur Kreislaufwirtschaft notwendigen Investitionen sollte sich die NRW.Bank das Ziel setzen, zur führenden Transformationsbank Deutschlands im Bereich der zirkulären Wirtschaft zu werden. Erste Ansätze hierzu wurden Anfang des Jahres 2022 entwickelt, unter anderem mit Informationsveranstaltungen für den Mittelstand. Hieraus sollte – angelehnt zum Beispiel an die KfW – ein umfassender strategischer Förderansatz entwickelt werden, wobei ein besonderes Augenmerk auf höherwertigen R-Strategien liegen sollte, die die Kreislaufwirtschaft über das reine Recycling hinaus zu einer hochwertigen Wirtschaftsstrategie erheben. Eine konkrete Option wäre die Entwicklung eines spezifischen Investitionsschwerpunkts Zirkuläres Wirtschaften im Rahmen von NRW.Venture, dem Venture Capital Programm der NRW.Bank. Die hier angebotenen mittelfristigen Minderheits-Beteiligungen in Unternehmen, die zum Beispiel über die Teilnahme am Circular Valley erste Business Angel-Investments erhalten haben, könnten so gezielt zur Steigerung der Innovationstätigkeit und zu entsprechenden Investitionen in NRW beitragen.

#### **Einrichtung einer spezifischen CE Förderberatung für NRW Unternehmen**

In NRW gibt es bereits heute eine Vielzahl an Förderprogrammen für unterschiedlichste Aspekte des zirkulären Wirtschaftens. Für die einzelnen Förderprogramme gibt es auch unterschiedliche Beratungsangebote, die bei der Antragsstellung unterstützen. Gleichzeitig fehlt den Unternehmen jedoch ein zentraler Anlaufpunkt, der

auch mit Blick auf die Stärken und Schwächen der einzelnen Programme bei der Entwicklung eines umfassenden Förderkonzepts unterstützt. Speziell das Handwerk würde hier von einer noch gezielteren Beratung profitieren können.

In NRW sollte daher eine Lotsenstelle Zirkuläre Wertschöpfung eingerichtet werden, angelehnt an ähnliche Einrichtungen auf Bundesebene zum Thema Wasserstoff. Mit dem Zentrum für Innovation und Technik in Nordrhein-Westfalen (ZENIT) verfügt NRW bereits über eine etablierte Einrichtung, die u.a. Unternehmen bei der Beantragung von Fördermitteln unterstützt. Eine solche Förderberatung könnte daher beispielsweise bei der ZENIT angesiedelt werden und sollte speziell auch bei der Förderung wertschöpfungsketten-übergreifender Kooperationen zwischen Unternehmen in NRW unterstützen. Ein spezifisches Ziel der Förderberatung sollte auch die Beschleunigung des Markthochlaufs zirkulärer Geschäftsmodelle sein.

Über die Aktivitäten der Lotsenstelle sollten auch die Potentiale der steuerlichen Forschungszulage für zirkuläres Wirtschaften noch gezielter an potentielle Antragsteller kommuniziert werden. Dieses bundesweite Förderinstrument soll unter anderem industrielle Forschung unterstützen, kann über die Anrechnung auf die Steuerschuld auch als Steuererstattung ausgestaltet werden und ist damit auch für Unternehmen, die sich in einer Verlustphase befinden und deshalb keine oder nur wenig Steuern zahlen sowie für Start-ups in der Anfangsphase attraktiv. Hiervon könnte speziell die KMU-geprägte Zuliefererindustrie in NRW ohne eigene F&E Abteilungen in ihren Innovationsbemühungen profitieren.

### **Unterstützungsprogramm Zirkuläre Beschaffung**

Auch die Ausgaben der öffentlichen Hand könnten einen zentralen Hebel für die Transformation zur zirkulären Wirtschaft darstellen. Unter anderem das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz in NRW verpflichtet die öffentliche Hand bei der Beschaffung von Gütern bzw. der Beauftragung von Dienstleistungen Aspekte der Zirkularität zu berücksichtigen, unter anderem Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit und Wiederverwendbarkeit. Hierüber sollen Anreize für die Privatwirtschaft gesetzt werden, sich über solche Produktqualitäten von der Konkurrenz abzusetzen. Um die Potentiale dieses Hebels in Zukunft noch stärker zu nutzen, sollten die öffentlichen Vergabestellen deutlich stärker bei der praktischen Umsetzung dieser Vorgaben unterstützt werden. Optionen hierfür wären unter anderem die Entwicklung konkreter Vergabeleitfäden für weitere Produktbereiche, die gezielte Weiterbildung der Entscheidungsträger in den Vergabestellen und die Organisation von Trägerkonferenzen zur zirkulären Beschaffung. Die formulierten Vorgaben sollten sich dabei an den entsprechenden Maßgaben der EU<sup>150</sup> orientieren und diese wo möglich genau übernehmen, um auf einen harmonisierten Europäischen Binnenmarkt für zirkuläre öffentliche Beschaffung hinzuwirken. Speziell für den Gebäudebereich sollte geprüft werden, wie auch Rechtsmittel gegen Vergaben ermöglicht werden könnten, wenn solche Aspekte eindeutig nicht berücksichtigt wurden – ohne dass dadurch Beschaffungsprozesse weiter verzögert werden.

---

<sup>150</sup> Vgl. Europäische Kommission, o. J.

## 2 | Umsetzung in Unternehmen fördern

### **Gezielte Förderung zirkulärer Geschäftsmodelle**

Die Transformation zum zirkulären Wirtschaften stellt für viele Unternehmen ganz grundsätzlich ihre Geschäftsmodelle in Frage, die speziell in der für NRW wichtigen Grundstoffindustrie auf der Maximierung des Stoffdurchsatzes basieren. Zirkuläre Geschäftsmodelle, die zum Beispiel auf Konzepten des Leasings oder des Sharings basieren, sind für Unternehmen mit erheblichen, komplexen Unsicherheiten und hohen Kapitalbedarfen verbunden und entwickeln bislang noch nicht die notwendige Eigendynamik, die dann auch entsprechende Investitionen ermöglichen würde. Im Handwerk sind solche Dienstleistungs-Konzepte teilweise schon gut etabliert, hier fehlt es dagegen häufiger an der Koordination mit anderen Akteuren.

Vor diesem Hintergrund sollten solche zirkuläre Geschäftsmodelle gezielt unterstützt werden, zum Beispiel durch Auslobung entsprechender Wettbewerbe und öffentlichkeitswirksame Preisverleihungen und die Förderung entsprechender Leuchtturmprojekte. Auch im Rahmen des Runden Tisches Zirkuläre Wertschöpfung sollte das Thema noch gezielter aufgegriffen werden, um einen Erfahrungsaustausch zwischen Unternehmen zu unterstützen und so Hemmschwellen in der Beschäftigung mit solchen strategischen Fragestellungen abzubauen. Die Unterstützung der Kapitalbedingungen in etwa durch günstige Kredite oder Risikoabsicherung in etwa durch die NRW-Bank ist ebenfalls zu empfehlen.

### **Entwicklung eines CE.NRW Labels für innovative zirkuläre Unternehmen**

Um Unternehmen einen zusätzlichen Anreiz zur strategischen Beschäftigung mit Themen der zirkulären Wertschöpfung zu geben, sollte in NRW ein spezifisches CE Label entwickelt werden. Dieses Label sollte speziell für Unternehmen entwickelt werden und an Unternehmen verliehen werden, die im Verbund mit anderen Unternehmen zirkuläre Innovationen entwickeln bzw. umsetzen. Dieses Label könnte auf bestehende Konzepte zum Umweltmanagement in Unternehmen aufbauen, wie beispielsweise der „organisational environmental footprint“ oder anerkannte Rahmenwerke zur Bemessung der Zirkularität eines Unternehmens (CTI des WBCSD oder DIN EN ISO 14001ff). Prinzipien der EU-Maßgaben zur Offenlegung nachhaltigkeitsbezogener Produktinformationen sollten dabei berücksichtigt werden; auch hier sollte das Handwerk mit seinen spezifischen Strukturen speziell unterstützt werden.

Durch die Verleihung des Siegels durch öffentliche Stellen wie zum Beispiel der Effizienzagentur soll sowohl Kunden als auch Kooperationspartnern verdeutlicht werden, dass diese Unternehmen sich aktiv für das Thema zirkuläres Wirtschaften einsetzen. Als spezifische Anforderung an die Auszeichnung sollte ein verpflichtendes Reporting für die Umsetzung der Zirkularitätskonzepte im Unternehmen vorgeschrieben werden, um hier auch für das MWIDE ein jährlichen Status Quo-Bericht zu ermöglichen. Eine solche Maßnahme zum Standortmarketing sollte eingebunden werden in übergeordnete Kommunikationsstrategien zum Beispiel im Rahmen von NRW.INVEST.

### **Unterstützungsprogramm für KMU, Handwerk und Zulieferer bei der Entwicklung digitaler Produktpässe**

Durch die Einführung digitaler Produktpässe sollen Informationen zu in einzelnen Produkten enthaltenen Rohstoffen oder der Dauer der Nutzung entlang der Wertschöpfungskette weitergegeben werden und so am Ende der Nutzungsdauer eine Wiederaufbereitung oder das Recycling vereinfachen. Sowohl die Europäische Kommission als auch die Bundesregierung haben verschiedene Initiativen zur Entwicklung solcher digitalen Produktpässe gestartet; diese Prozesse werden bislang insbesondere von Großkonzernen getrieben.

Für die in NRW stark vertretene mittelständische Zuliefererindustrie oder auch das Handwerk (zum Beispiel im Bausektor) könnten sich damit komplexe Anforderungen an die Dokumentation und Weitergabe von Daten ergeben. In absehbarer Zukunft werden nur noch solche Unternehmen zum Beispiel an OEMs in der Automobilwirtschaft Vorprodukte liefern dürfen, die hier entsprechend gut aufgestellt sind. Dementsprechend sollte das MWIDE ein Unterstützungsprogramm für KMU initiieren, dass diese bei der Entwicklung und Umsetzung entsprechender Datenlösungen unterstützt. Prioritäre Wirtschaftssysteme sind dabei entsprechend der Digital- und Circular Economy Strategie der EU Automobilwirtschaft, gefolgt von Kunststoffen, Textilien, Elektronik und Gebäuden.

## 3 | CE als Querschnittsthema etablieren

### **Einrichtung einer Koordinationsstelle zur Circular Economy**

Die Verankerung der Transformation zur zirkulären Wirtschaft als zentrale Zukunftsaufgabe für Nordrhein-Westfalen mit seinen unterschiedlichen industrie-, innovations- und umweltpolitischen Aspekten wird in Zukunft eine noch stärkere Koordination der Aktivitäten der Landesregierung und der Vielzahl der für die Umsetzung zu beteiligenden Häuser erfordern. Hierzu bedarf es neben der grundsätzlichen Definition von Zuständigkeiten einer zentralen Koordinationsstelle, die sinnvollerweise auf Ebene der Staatskanzlei angesiedelt sein sollte, zum Beispiel in der Abteilung Ressortkoordination.

Aufgabe einer solchen Koordinationsstelle sollte die Abstimmung von Strategien und konkreten Umsetzungsplänen der einzelnen Häuser mit dem Ziel einer Maximierung der dadurch erzielten Effekte in NRW sein, zum Beispiel auch bei der Konzeption zukünftiger Förderprogramme wie EFRE.NRW. Hier sollte auch eine effektive Abstimmung der Positionierung gegenüber der Europäischen Kommission erfolgen, zum Beispiel in Vorbereitung der angekündigten Wettbewerbe um Circular Hubs, bei denen ganze Wirtschaftsregionen zu Leuchttürmen der Circular Economy entwickelt werden sollen.

### **Weitere Unterstützung des Runden Tisches**

Für eine noch effektivere Abstimmung der Vielzahl an Aktivitäten zur zirkulären Wirtschaftstransformation, die sowohl von Seiten der Industrie, der Forschung und auch von zivilgesellschaftlichen Akteuren angestoßen wurden, sollte insbesondere

das Konzepts des Runden Tisches „Zirkuläre Wertschöpfung in NRW“ weiter ausgebaut werden. Dieses bereits 2018 gegründete Netzwerk bringt bereits heute zentrale Akteure an einen Tisch und wird bisher projektformig unterstützt. Es sollte in der Umsetzung und dem Transfer der dort entwickelten Ideen noch stärker institutionalisiert werden (angelehnt zum Beispiel an Energy4Climate.NRW, wo das Thema Klimaschutz als Querschnittsthema verankert werden soll).

Ein konkreter Ansatz könnte hier auch die Unterstützung des Austauschs und Transfers mit vergleichbaren Strukturen und Akteuren im europäischen Kontext sein, zum Beispiel mit Flandern und den Niederlanden, die in vielen Bereichen zu den Pionieren des zirkulären Wirtschaftens gehören, sich offen für Kooperationen zeigen und die mit der Wirtschaft in NRW bereits heute in vielfältigen Strukturen eng verflochten sind.

### **Entwicklung industriepolitischer Metriken zur zirkulären Wertschöpfung in NRW**

Die effektive Koordination und Unterstützung der Transformation zur zirkulären Wirtschaft erfordert ein klares Bild vom Status Quo und den bereits erreichten Fortschritten. Das MWIDE sollte da ein industriepolitisches Monitoringkonzept zum zirkulären Wirtschaften in NRW entwickeln, das bestehende Indikatoren zu umweltbezogenen Aspekten der Kreislaufwirtschaft aufgreift und sinnvoll ergänzt.

Inhaltlich könnte ein solches Monitoring auf den im Folgenden vorgeschlagenen Metriken unter anderem zu Investitionen, Innovation und Digitalisierung aufbauen; die zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung in Entwicklung befindlichen Circular Economy Metriken der ISO (ISO TC323) könnten als global abgestimmter Referenzrahmen eine wertvolle Grundlage bieten. Zentral wäre hier auch die Verankerung der zirkulären Wirtschaft im zukünftigen Konzept des Innovationsberichts des MWIDE. Ein solcher Monitoring-Ansatz zur zirkulären Wirtschaft in NRW sollte insbesondere mit Messungsansätzen anderer Bundesländern, des Bundes und der EU abstimmen, um so eine noch stärkere Vergleichbarkeit zu ermöglichen.

#### 4 | Innovationen unterstützen

##### **Förderprogramm Digitale Modellregion um das Thema CE ergänzen**

Das vom MWIDE gestartete Förderprogramm Digitale Modellregionen in NRW sollte um einen spezifischen Bereich „Digital gestützte zirkuläre Wertschöpfung“ ergänzt werden (zusätzlichen zu den bestehenden Themenfeldern E-Government und digitale Stadtentwicklung), in dessen Rahmen sich Kommunen mit innovativen Umsetzungs-Konzepten bewerben können sollen.

Im Fokus könnten hier unter anderem Maßnahmen zum weiteren Ausbau der Ansätze für regionale industrielle Symbiosen stehen, bei denen der Austausch von Nebenprodukten zwischen Unternehmen durch digitale Plattformen unterstützt werden. Auch die Anbindung der öffentlichen Verwaltung an die branchenoffene AvaL-Schnittstelle („Austausch von auftragsbezogenen Leistungsdaten“), die eine einheitliche Kommunikation der Entsorger mit deren Kunden und den Behörden ermöglichen soll, könnte hier in der Praxis erprobt werden. Denkbar wäre hier auch die

Übertragung aktueller Pilotprojekte, die über KI-basierte Fehlwurferkennung ein automatisiertes Feedback an Haushalte geben, wie gut oder schlecht sie ihren Abfall sortieren. Die Pilotierung, Kommerzialisierung und ambitionierte Skalierung hauptsächlich digitaler Geschäftsmodelle wie Markt- und Sharing-Plattformen sollte zudem im Fokus der Aufmerksamkeit stehen.

### **Gründung eines virtuellen Instituts zum Thema Zirkuläre Wertschöpfung in der Grundstoffindustrie**

Das MWIDE sollte die Gründung eines virtuellen Instituts initiieren, das die verschiedenen Forschungseinrichtungen in NRW zur Thematik der zirkulären Wertschöpfung mit Blick auf wirtschaftsnahe und praxisorientierte Forschung zusammenbringt, ohne dabei bestehende Strukturen zu replizieren. Ein solches virtuelles Institut könnte sich an der erfolgreichen Gründung des „Virtuellen Instituts Smart Energy“ (VISE) orientieren, das als Netzwerk an Einrichtungen sowohl aus der Grundlagen- als auch aus der angewandten Forschung innovative Projekte akquiriert und umsetzt.

Dieses virtuelle Institut sollte einen spezifischen Fokus auf die besonderen Herausforderungen zirkulären Wirtschaftens auf die in NRW besonders relevante Grundstoffindustrie legen, die ihre langfristige Wettbewerbsfähigkeit vor allem in einer klimaneutralen Kreislaufwirtschaft sichern können wird. Wichtig wäre dazu unter anderem die Integration von Forschung an konkreten Technologien mit den betriebswirtschaftlichen Herausforderungen zirkulärer Geschäftsmodelle.

### **Entwicklung eines CE.NRW Masterprogramms**

Um den immer stärker ansteigenden Bedarf an Hochschulabsolventen mit einer umfassenden und interdisziplinären Expertise für die zirkuläre Wertschöpfung zu adressieren, sollte in NRW die Einführung eines CE.NRW Masterprogramms initiiert werden, das die an immer mehr NRW Hochschulen entwickelten Angebote vernetzt und die Anrechnung von an anderen Hochschulen bzw. in anderen Studiengängen zum Thema CE erworbener Credit Points möglichst unbürokratisch ermöglicht.

Das gemeinsame getragene, zum Beispiel am Promotionskolleg.NRW angedockte Masterprogramm soll dabei auch zum inhaltlichen Austausch der NRW-Hochschulen beitragen und somit Synergiepotentiale heben und die Profilbildung der NRW Hochschulen auch im europäischen Kontext fördern.

Zusätzlich sollte auch die betriebliche Ausbildung im Bereich der Qualifikationen für die zirkuläre Wertschöpfung weiter ausgebaut und beispielsweise stärker mit der anwendungsorientierten Forschung an den NRW Fachhochschulen vernetzt werden. Hierzu könnte auf Projekte wie GEKONAWI<sup>transfer</sup> aufgebaut werden, in denen Forschungsergebnisse in konkrete betriebliche Weiterbildungsangebote beispielsweise zur Geschäftsmodellentwicklung integriert werden<sup>151</sup>.

---

<sup>151</sup> Weitere Informationen unter: <https://gekonawi-transfer.de/>

## 5 | Ganz NRW mitnehmen

### **Strukturwandelkonzept Zirkuläre Wirtschaft**

Die Transformation Nordrhein-Westfalens zu einer zirkulären Wirtschaft wird disruptive Veränderungen der Wirtschaftsstruktur mit sich bringen. Im Rahmen dieses Prozesses werden in NRW neue Arbeitsplätze und zusätzliche Wertschöpfung entstehen, gleichzeitig werden aber auch Unternehmen Marktanteile und Umsatz verlieren bzw. Mitarbeiter\*innen gezwungen sein, sich neue Arbeitsplätze zu suchen und entsprechende Qualifikationen zu erwerben.

Für solche Strukturwandelprozesse kann NRW wie kaum ein anderer Industriestandort weltweit auf Erfahrungen der Vergangenheit aufbauen. Ein Erfolgsfaktor waren dabei Institutionen und Konzepte, die dafür sorgten, dass langfristig alle am wirtschaftlichen Aufschwung profitieren konnten und somit eine breite Akzeptanz für die dafür notwendigen Veränderungsprozesse erzeugt haben. In ähnlicher Form wird es in Zukunft Strukturwandelkonzepte erfordern, um beim Wandel zur zirkulären Wirtschaft auch diejenigen mitzunehmen, die nicht direkt von ihm profitieren, möglicherweise aber von ihm betroffen sein könnten. Hierzu sollten speziell Unternehmen in ihren Change Management Prozessen unterstützt werden.

### **Unterstützungsprogramm für Zirkuläre Wirtschaft in Kommunen**

Ein zentraler Akteur für die praktische Umsetzung der zirkulären Wirtschaft sind insbesondere die Kommunen, die häufig der erste Ansprechpartner der Bürger\*innen sind, speziell wenn es um Abfälle geht. Gleichzeitig können Kommunen eine zentrale Rolle zum Beispiel bei der Vernetzung von Unternehmen spielen, ebenso bei einer zirkulären Beschaffung. Gleichzeitig fehlt es in vielen Kommunen neben finanziellen Ressourcen noch an klaren Zuständigkeiten bzw. auch Personal, das diese Aufgaben tatsächlich wahrnehmen könnte.

Vor diesem Hintergrund sollte in NRW ein spezielles Unterstützungsprogramm für zirkuläres Wirtschaften in Kommunen entwickelt werden. Ein spezifischer Ansatz sollte hier sein, gerade auch den öffentlichen Verwaltungen die Möglichkeiten zu eröffnen, sich an Programmen wie Regio.Innovativ, dem Innovations- und Strukturwandelprogramm des BMBF, zu beteiligen. Analog zu den Klimaschutzmanager\*innen sollte auch die Entwicklung von Zirkularitätsmanager\*innen unterstützt werden, die relevante Akteure auf der kommunalen Ebene vernetzen und unterstützen.

### **Verbraucher\*innen zum zirkulären Konsum befähigen**

Gemeinsam mit dem Verbraucherschutzministerium sollten in NRW Angebote entwickelt werden, die es Verbraucher\*innen möglichst einfach ermöglichen, ihre Konsumentscheidungen an Aspekten der Zirkularität auszurichten. Beispielsweise über die Verbraucherzentrale sollten Informationen bereitgestellt werden, die klar erkennbar machen, wo sich ggf. auch höhere Anfangsinvestitionen in Produkte rechnen, wenn diese länger halten oder einfacher zu reparieren sind.

Das MWIDE sollte dabei unter anderem auf den Handel wirken, entsprechende Vorgaben der Europäischen Kommission (zum Beispiel im Rahmen der Sustainable Product Initiative) möglichst ambitioniert und koordiniert umzusetzen.

Als Grundlage für alle weiteren Schritte sollten auch Konzepte und Inhalte entwickelt werden, wie Grundprinzipien der zirkulären Wirtschaft und insbesondere des umweltfreundlichen, ressourceneffizienten und abfallarmen Konsums auch in Schul-Curricula der verschiedenen Altersstufen integriert werden könnten.

### 3.3 Kennzahlen zum Umsetzungsprozess der Maßnahmen

Da das Zeitfenster für notwendige systemische Veränderungen immer kleiner wird, müssen die politischen Entscheidungsträger die Umsetzung der hier dargestellten Maßnahmen sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene messen, um den Übergang von einer linearen zu einer Kreislaufwirtschaft wirksam zu steuern. Ein Kontrollset zur Fortschrittmessung sollte sowohl relevante Kennzahlen zur Ergebnismessung als auch zur Nachverfolgung des Übergangsprozesses zu einer Circular Economy einbeziehen, da die tatsächlichen Effekte zirkulärer Wertschöpfung, wie beispielsweise die absolute Reduktion von Primärressourcen, erst deutlich später messbar werden. Die Circular Economy Initiative Deutschland beschreibt in ihrem Zielbild entlang der drei Nachhaltigkeitsdimensionen zwei wesentliche Bereiche, nach denen sich auch die Metriken zur Zielbilderreichung unterteilen lassen: Aktivitäten, die den Übergang beziehungsweise die Umsetzung einer Circular Economy ermöglichen (Prozessmetriken), und solche, die die tatsächlichen Auswirkungen einer Circular Economy beschreiben (siehe Abbildung 15).<sup>152</sup>

---

<sup>152</sup> Vgl. CEID, 2021.

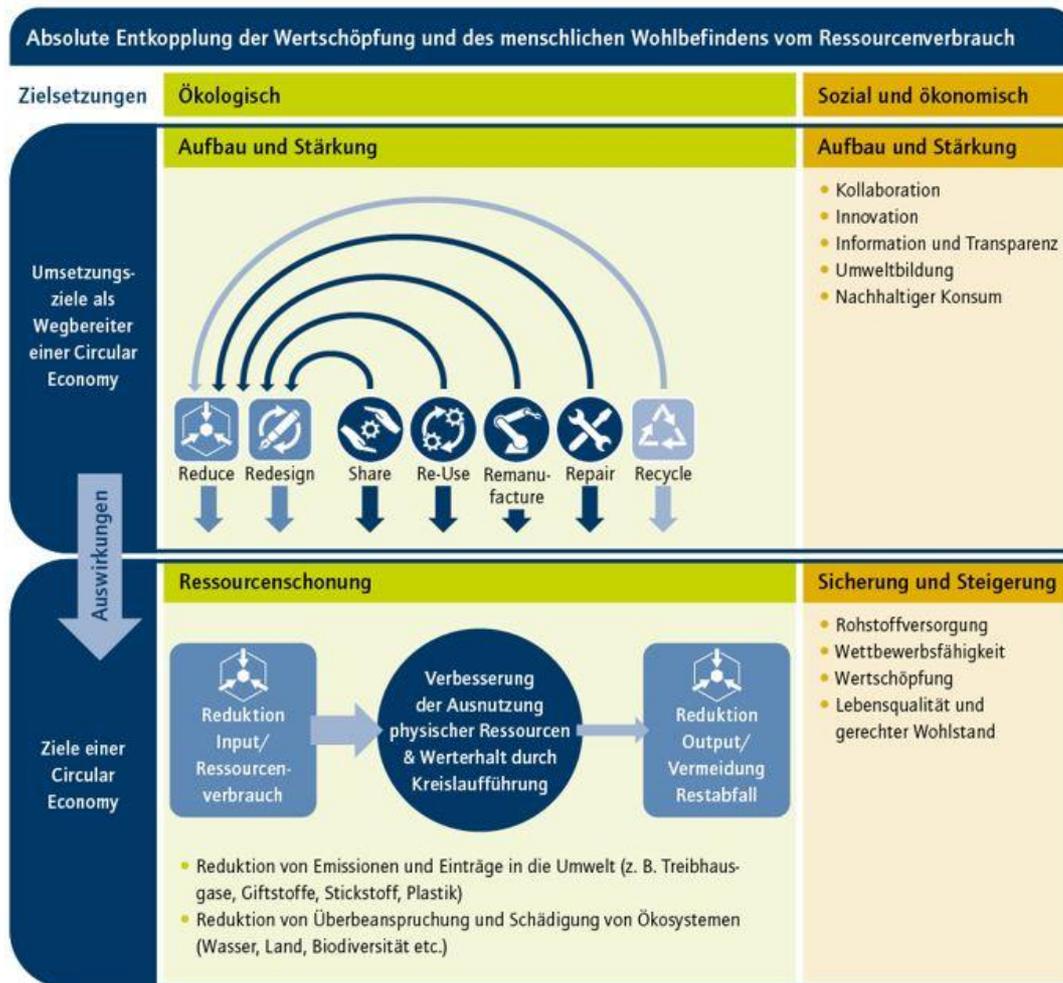


Abbildung 15: Bezugsrahmen für Circular-Economy-Zielsetzungen und Metriken auf nationaler Ebene<sup>153</sup>

Die Kennzahlen zur Evaluierung der Roadmap für NRW im Sinne einer industrie- und innovationspolitischen Agenda können als Ergänzungsvorschläge zu bestehenden Monitoringsystemen wie der NRW Innovationsstrategie und länderspezifischen Nachhaltigkeitsstrategien herangezogen werden. Es ist allerdings hervorzuheben, dass für einige Zielsetzungen einer Circular Economy nicht immer geeignete Metriken sowie Daten zur Erhebung verfügbar sind. Entsprechend finden derzeit viele Aktivitäten auf nationaler und internationaler Ebene statt, die sich mit der Identifikation und Auswahl geeigneter Indikatoren beschäftigen (zum Beispiel Circular Economy Monitoring Framework der EU, Überarbeitung des Indikatorensets zur Überarbeitung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie).

<sup>153</sup> Vgl. Ebd.

### 3.3.1 Ansatz und Methodik

Die gezielte Förderung zirkulären Wirtschaftens mit Blick auf die oben skizzierte Vision eines zirkulären Nordrhein-Westfalens im Jahr 2030 erfordert neben übergeordneten Zielen als Orientierungspunkt auch konkrete Metriken, anhand derer sich der Status Quo sowie der zu einzelnen Zeitpunkten erreichte Fortschritt auch quantitativ darstellen lässt.

Zirkuläre Wertschöpfung als Querschnittsaufgabe vielfältiger Akteure stellt dabei mit Blick auf die Entwicklung solcher Metriken eine besondere Herausforderung dar, da eine Vielzahl von Handlungsfeldern adressiert werden soll, in denen über konkrete Maßnahmen einzelne Schritte in Richtung einer zirkulären Wirtschaft erreicht werden sollen.

Die Europäische Kommission hat im Kontext ihres Aktionsplans Kreislaufwirtschaft ein Set von insgesamt zehn solcher Metriken entwickelt, die unterschiedliche Themenbereiche abdecken, vgl. Abbildung 16. Dieser sogenannte „Circular Economy Monitoring Framework“ ist Grundlage der Berichterstattung durch Eurostat, wobei bis heute nicht für alle der genannten Metriken systematische Daten erhoben werden. Gleichzeitig hat dieser Monitoring-Framework aus Sicht vieler Akteure noch immer einen zu starken Fokus auf die Abfallperspektive der Kreislaufwirtschaft, so dass im Rahmen des sogenannten Bellagio-Prozesses Grundprinzipien für eine Fortentwicklung auf europäischer Ebene vereinbart wurden, wonach beispielsweise auch die Beiträge von Unternehmen zur zirkulären Wertschöpfung stärker erfasst werden sollten<sup>154</sup>.



Abbildung 16: EU Circular Economy Monitoring Framework, Quelle: Eurostat (o. J.).

<sup>154</sup> Vgl. European Environment Agency, o. J.

Mit Blick auf die skizzierte Vision eines zirkulären NRW ergibt sich darüber hinaus die Herausforderung, solche Entwicklungsprozesse zu erfassen, die auf Ebene eines Bundeslandes tatsächlich auch beeinflusst werden können. So ist beispielsweise – trotz der wirtschaftlichen Relevanz NRW auch im europäischen Kontext – kaum zu erwarten, dass global agierende Unternehmen speziell für den Markt NRW stärker zirkulär designte Produkte auf den Markt bringen: Ein Indikator, der die Kreislauffähigkeit z.B. von Verpackungen in NRW erfassen würde, wäre sicherlich von Interesse – würde im Effekt aber wenig über den Erfolg in NRW initiiert Maßnahmen aussagen. Im Kern würde damit eher eine Aussage über die Effektivität auf EU-Ebene getroffener Regelungen getroffen, z.B. der sogenannten „essential requirements“, die Verpackungen erfüllen müssen, um auf dem Binnenmarkt in Verkehr gebracht werden zu dürfen. Die Auswahl der Metriken sollte also berücksichtigen, welche konkreten Ziele oder Prozesse tatsächlich auch auf der Ebene NRW erreichbar sein könnten: Sowohl positive (als natürlich auch negative) Veränderungen einzelner Indikatoren sollten auch auf den Transformationsprozess in NRW zurückgeführt werden können.

Gleichzeitig hat die zirkuläre Wertschöpfung als umfassendes Gestaltungsprinzip wie dargestellt ganz unterschiedliche Zieldimensionen, von einer ökologischen Fokussierung auf die Verringerung von Umweltbelastungen bzw. die Verbesserung der Umweltqualität bis hin zu den hier im Fokus stehenden Aspekten der Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit. So benennt z.B. die Nachhaltigkeitsstrategie für NRW zumindest implizit verschiedene Metriken, anhand derer sich Fortschritt in Richtung Kreislaufwirtschaft abbilden lassen kann. Häufig mit einem Fokus auf klassische abfallbezogene Größen wie Recyclingquoten oder das Abfallaufkommen. Solche Metriken sind absolut notwendig und sinnvoll, haben aber wiederum nur eine begrenzte Aussagekraft mit Blick auf zirkuläre Wertschöpfung als wirtschafts- und innovationspolitische Vision für NRW. Vor diesem Hintergrund soll das im Folgenden dargestellte Set an Metriken die z.B. vom Statistischen Landesamt im Rahmen der UGR erhobenen Indikatoren in keiner Weise ersetzen, sondern sinnvoll ergänzen, um so einen umfassenden Blick zu ermöglichen, ob und in welcher Geschwindigkeit sich NRW einer zirkulären Vision 2030 tatsächlich nähert. Insgesamt wurden hierfür ca. 400 verschiedene Indikatoren geprüft, so dass pro Indikator auch mögliche Ergänzungen oder Alternativen benannt werden.

Die im Folgenden detaillierter hinsichtlich ihrer Erhebungsmethodik und Aussagekraft dargestellten Indikatoren folgen dabei dem Ansatz, unterschiedliche Kriterien zur Metrikentwicklung möglichst ausgewogen zu integrieren:

- Einige der Metriken sind Größen, die auf Basis bereits heute verfügbarer Daten berechnet und teilweise sogar hinsichtlich ihres historischen Verlaufs dargestellt werden können. Für andere Indikatoren sind solche Datenerhebungen noch zu entwickeln bzw. mit relevanten Stakeholdern wie z.B. dem Statistischen Landesamt NRW abzustimmen.
- Das in Abbildung 16 dargestellte Set an Metriken ist dabei ein Mix aus Indikatoren, die sich teilweise auf bereits erzielte Erfolge einer Transformation zur Kreislaufwirtschaft beziehen (z.B. mit Blick auf geschaffene Arbeitsplätze), teilweise stärker auf den Prozess der Transformation, z.B. in Form von einge-

worbenen Forschungsmitteln. Solche Faktoren können eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Transformation zur zirkulären Wertschöpfung darstellen, sind an sich aber natürlich nur ein „Ermöglicher“, dem konkrete Schritte folgen müssen.

### 3.3.2 Konkrete Kennzahlen zu Ergebnissen der zirkulären Transformation

#### Kennzahlen zur Zirkularität von Stoffströmen

Die Schließung von Stoffkreisläufen gehört zu den Kernstrategien der zirkulären Wertschöpfung. Aus Sicht der Industrie ist dabei weniger relevant, welche Mengen einem Recycling zugeführt werden (Input-Perspektive), sondern welcher Anteil der für Produktionsprozesse benötigten Rohstoffe letztendlich über Sekundärrohstoffe substituiert werden kann – hierbei spielt insbesondere die Qualität der Recyclingprozesse bzw. der Fokus auf den Output eine zentrale Rolle. Vor diesem Hintergrund werden zwei Indikatoren vorgeschlagen, die sich aus der Perspektive der Wirtschaft auf die Relevanz der Zirkularität von Stoffströmen beziehen.

- Anteil Sekundärrohstoffe in den Wertschöpfungsketten

Die „Circular Material Use Rate“ ist einer der Kernindikatoren der Europäischen Kommission im Rahmen des Circular Economy Monitoring Frameworks<sup>155</sup>. Er misst den Anteil an recycelten Materialien an der Gesamtressourcennutzung (domestic material consumption, DMC). Der Indikator wird von Eurostat auf der Ebene der Mitgliedsstaaten erhoben, ließe sich aber mit begrenztem Aufwand zukünftig auch für Nordrhein-Westfalen abbilden. Auf nationaler Ebene zeigt der Indikator, dass Deutschland trotz extrem hoher Recyclingquoten beim Einsatz von Sekundärrohstoffen mittlerweile deutlich hinter Länder wie den Niederlanden, Frankreich oder Italien zurückgefallen ist, vgl. Abbildung 17.

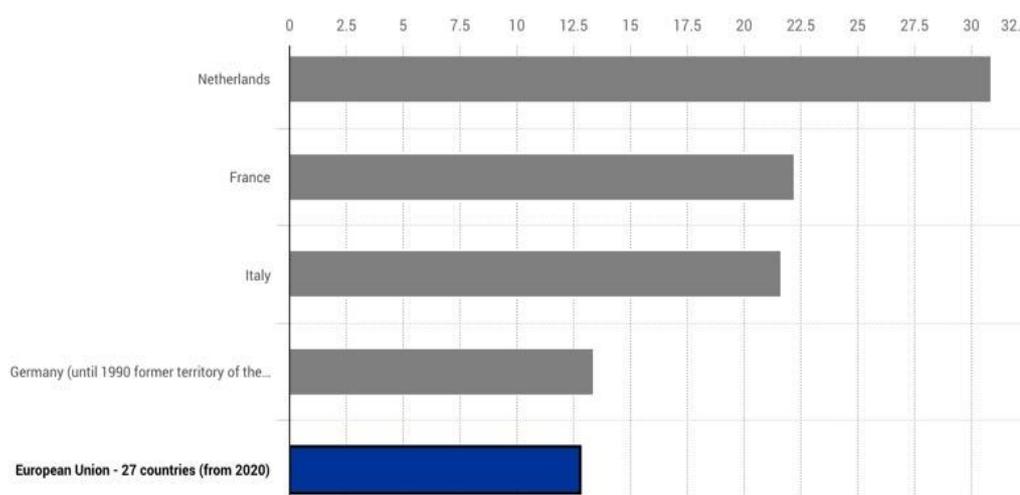


Abbildung 17: Circular Material Use Rate im EU-Durchschnitt und ausgewählten Mitgliedsländern in 2020, Quelle: Eurostat (2021).

<sup>155</sup> Vgl. Eurostat, 2018.

- Rohstoffproduktivität

Der Indikator Rohstoffproduktivität gehört bereits zum Kern der Umweltindikatoren, die regelmäßig erhoben werden. Er misst das Verhältnis des Bruttoinlandsprodukts zum Verbrauch abiotischer, nicht erneuerbarer Rohstoffe. Im Jahr 2018 lag die Rohstoffproduktivität bei einem Wert von 125,7, hier ist in den letzten Jahren auch keine Steigerung zu beobachten gewesen. Das Ziel der Landesregierung zur Rohstoffproduktivität lehnt sich an das auf Ebene des Bundes gesetzte Ziel an und lässt sich mit einer Steigerung um 1,5 % pro Jahr beziehungsweise 30 Indexpunkte bis 2030 auf einen Wert von rund 165 übersetzen<sup>156</sup>.

- „Circular Sustainable Content Index“

Darüber hinaus sollte ein branchenübergreifender „Circular Sustainable Content Index“ entwickelt werden, der besser als eine klassische Substitutionsquote den Materialeinsatz in geschlossenen Stoffkreisläufen in Verbindung mit dem damit verbundenen Fußabdruck beschreibt. Dieser Indikator sollte in NRW pilotartig entwickelt und getestet werden, anschließend aber mit zentralen Akteuren auf der nationalen Ebene abgestimmt werden.

#### Alternativen und mögliche Ergänzungen

Weitere mögliche Indikatoren könnten beispielsweise die Eigenabdeckung des Rohstoffbedarfs der Industrie in NRW, den Wert von Sekundärrohstoffen bei Verlassen des Abfall-Regimes oder die Gewerbeabfallintensität umfassen.

### **Kennzahlen zur zirkulären Wertschöpfung**

Im Sinne einer wirtschaftspolitischen Agenda zielt die zirkuläre Wertschöpfung auf die Schaffung zusätzlichen Wohlstands und adressiert damit sowohl die sozio-ökonomische als auch die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit. Eine Quantifizierung dieser Effekte ist jedoch methodisch äußerst komplex und kann noch auf wenig etablierte Datengrundlagen zurückgreifen. Indikatoren wie das Bruttoinlandsprodukt (BIP) beziehen sich beispielsweise auf einzelne, klar abgegrenzte Sektoren – die zirkuläre Wertschöpfung als umfassender Transformationsansatz findet aber natürlich in all diesen verschiedenen Sektoren statt und lässt sich bislang nur stichprobenartig oder über hoch aggregierte makro-ökonomische Modelle erfassen<sup>157</sup>. Der Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft beziffert die Wertschöpfung für ganz Deutschland auf 28,1 Mrd. Euro und die dazugehörigen Arbeitsplätze auf 310.000 – bezieht dafür aber nur die Bereiche der Abfallsammlung und -verwertung sowie den Anlagenbau mit ein<sup>158</sup>. Vor diesem Hintergrund werden hier zwei Indikatoren vorgeschlagen, für die noch weitere Datengrundlagen entwickelt werden müssen, die aber zentral für ein Monitoring der zirkulären Wertschöpfung wären.

---

<sup>156</sup> Vgl. Umweltportal.NRW.de, o.J.

<sup>157</sup> Vgl. OECD, 2016.

<sup>158</sup> Vgl. Birnstengel et al., 2020.

- Nettowertschöpfung zirkuläre Wertschöpfung

Im Rahmen der Roadmap „Entwicklung für ein zirkuläres Amsterdam“ wurde ein auf Ressourceneffizienzindikatoren basierender Ansatz zur Messung der zirkulären Wertschöpfung entwickelt, der sowohl die Bruttowertschöpfung pro Kopf und Jahr als auch den Wert zirkulärer Dienstleistungen abbildet (hier jedoch basierend auf Angaben für die Metropolregion Amsterdam, MRA), vgl. Abbildung 18. Grundlage für diese Berechnungen war das Programme RACE (Realisation or Acceleration towards a Circular Economy) koordiniert vom niederländischen Umweltministerium. Für beide Indikatoren sollte geprüft werden, mit welchem Aufwand sie auch für NRW dargestellt werden könnten.

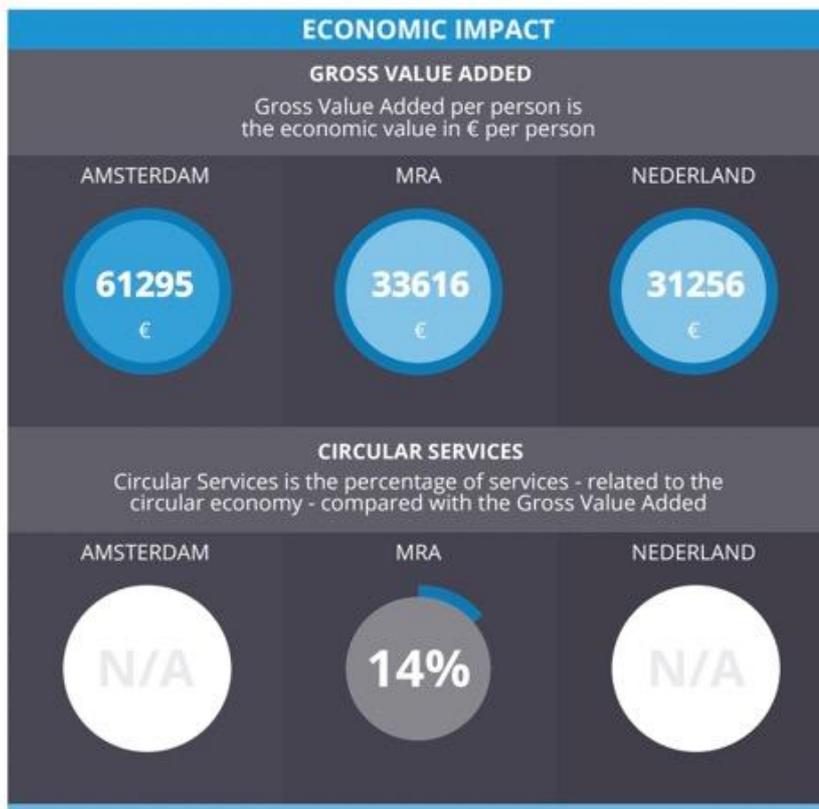


Abbildung 18: Zirkuläre Wertschöpfung in Amsterdam, Quelle: Bastein et al. (2016).

- Arbeitsplätze in den Bereichen Recycling, ReUse, Repair, Remanufacturing

Auch für die Erfassung von Arbeitsplätzen im Bereich der zirkulären Wirtschaft bedarf es noch weiterer und zusätzlicher Daten, um den Querschnittscharakter des Konzepts gerecht zu werden. Der Statusbericht Kreislaufwirtschaft weist für NRW die bundesweit mit Abstand meisten Arbeitsplätze aus, verweist gleichzeitig aber auch darauf, dass diese den Hauptsitzen einzelner Unternehmen zugeordnet sind, die konkreten Arbeitsplätze deswegen aber nicht notwendigerweise alle in NRW verortet sein müssen<sup>159</sup>. Diese Daten zur klassischen Abfallentsorgung und Recycling sollten im nächsten Schritt ergänzt werden um Arbeitsplätze im Bereich der Reparatur, der Wiederverwendung und des Remanufacturings.

<sup>159</sup> Vgl. Birnstengel et al., 2020.

### 3.3.3 Konkrete Kennzahlen zur Schaffung der Voraussetzungen einer zirkulären Transformation

#### Kennzahl zur Zirkularität einzelner Unternehmen

Immer mehr Unternehmen positionieren sich zum Thema Zirkuläre Wertschöpfung und setzen sich selbst Ziele oder entwickeln entsprechende Standards, sowohl für ihre Produkte als auch für das gesamte Unternehmen. Unabhängig von solchen quantifizierten Zielen ist ein Unternehmen natürlich niemals vollständig linear oder vollständig zirkulär; hier gibt es auch über die verschiedenen Abteilungen einzelner Unternehmen erhebliche Unterschiede. Um Konsument\*innen angesichts dieser Komplexität bei ihren Kaufentscheidungen effektiv zu unterstützen, hat die Europäische Kommission die Entwicklung von sogenannten „Organisation Environmental Footprint Sector Rules“ angekündigt, auf deren Basis Unternehmen verlässliche Aussagen zur Zirkularität treffen können sollen<sup>160</sup>.

- Anzahl Unternehmen mit (zu entwickelnder) CE Auszeichnung

Für NRW sollte die Zahl der Unternehmen erfasst werden, die in Zukunft auf dieser Basis Aussagen zur Zirkularität ihrer Tätigkeiten machen.

- Anzahl der Pioniere, die einen Circular Sustainable Content Index erproben und für ihre Produkte ausweisen

Aufbauend auf die oben beschriebene Notwendigkeit der Entwicklung eines Indikators, der den Materialeinsatz in geschlossenen Stoffkreisläufen in Verbindung mit dem damit verbundenen Fußabdruck beschreibt, sollte auch die Anzahl der Unternehmen ausgewiesen werden, die einen solchen Indikator erprobt.

#### Kennzahlen zu Investitionen in zirkuläre Wertschöpfung

Ein zentraler Hebel für die Förderung zirkulären Wirtschaftens sind wie dargestellt die Investitionen privater Akteure, die bislang noch überwiegend in lineare Geschäftsmodelle investiert werden. Trotz der herausgehobenen Relevanz des Hebels gibt es bislang noch wenig Transparenz dazu, ob hier im ausreichenden Maß die Transformation zur zirkulären Wertschöpfung gelingt. Über zwei spezifische Indikatoren sollten zukünftig sowohl Gesamtinvestitionen als auch spezifische Risiko-Kapitalinvestitionen in zirkuläre Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle erfasst werden – für beide Indikatoren sind aktuell methodische Ansätze in der Entwicklung.

- Investitionen in CE

Mit der EU Taxonomie möchte die Europäische Kommission in Zukunft nicht nur den Klimaschutz, sondern auch den Übergang zur Circular Economy stärken, u.a. mit klar definierten Abgrenzungen, welche Investitionen der Circular Economy nutzen und gleichzeitig keine negativen Nebeneffekte aufweisen („do no significant harm“)<sup>161</sup>. Auf Basis dieser aktuell noch in Entwicklung befindlichen Kriterien sollte

<sup>160</sup> Vgl. Europäische Kommission, o. J.

<sup>161</sup> Vgl. EU Technical Expert Group on Sustainable Finance, 2020.

ein spezifischer Indikator die Gesamtinvestitionen privater Unternehmen erfassen, die in die dort genannten Technologiefelder fließen.

- investiertes Venture Capital CE

Zusätzlich sollten Venture Capital Finanzierungen in innovative, häufig noch in einem frühen Entwicklungsstadium befindliche Unternehmen erfasst werden. Diese Art von Investitionen bildet aktuell einen zentralen Flaschenhals für die Entwicklung zirkulärer Alternativen – nicht nur, aber auch in NRW. Vor diesem Hintergrund sollte der Indikator erfassen, in welchem Ausmaß es gelingt, beispielsweise Start-Ups aus der sehr gut entwickelten Phase der Innovationsfinanzierung tatsächlich bis zur Marktreife zu bringen. Eine mögliche Orientierung könnte das OECD Venture Capital Monitoring bieten, das u.a. die Aufteilung von Venture Capital Investments auf verschiedene Sektoren abbildet<sup>162</sup>.

#### Alternativen und mögliche Ergänzungen

Im Bereich der Investitionen könnten alternativ beispielsweise auch die spezifischen Ausgaben der Unternehmen in NRW in Forschung & Entwicklung im Bereich zirkuläre Wertschöpfung erfasst werden – hier wäre die Datenlage bzw. die Erfassung dieser Daten jedoch noch komplexer. Vereinfachte Indikatoren könnten auch die Anzahl von Unternehmen mit Aktivitäten im Bereich zirkuläre Wertschöpfung sein, die bei Fin.Connect NRW aktiv sind bzw. die Anzahl der zu diesem Thema finanzierten Machbarkeitsstudien.

#### **Kennzahlen zu zirkulären Innovationen**

Inhaltlich eng verknüpft mit der Frage der Investitionen sind die damit erreichten Innovationen, die zirkuläre Wertschöpfung entweder ermöglichen oder wettbewerbsfähig machen gegenüber bestehenden linearen Prozessen. Zu diesem Thema hat das MWIDE mit dem NRW Innovationsbericht und dem NRW StartUp-Monitor in den vergangenen Jahren neue Berichtsformate entwickelt<sup>163</sup>, an die hier inhaltlich angeknüpft werden sollte.

- Anzahl CE Start-Ups als neue Kategorie im NRW StartUp Monitor)

Der regelmäßig aktualisierte NRW Startup Monitor 2020 ist eine wichtige Datenbasis für eine weitere Stärkung des nordrhein-westfälischen Startup-Ökosystems. Unter anderem werden dort neben Auswertungen zum Gründungshintergrund oder zur Entwicklungsstufe der StartUps in NRW auch die Branchen analysiert, in denen diese aktiv sind – in der Auswertung für das Jahr 2019 war hier die IKT-Branche mit über 28% aller StartUps die mit Abstand wichtigste Branche<sup>164</sup>. Hier sollte geprüft werden, ob in Auswertungskriterien auch der Bezug zum Thema zirkuläre Wertschöpfung aufgenommen werden kann.

---

<sup>162</sup> Vgl. OECD, 2013.

<sup>163</sup> Vgl. Rothgang et al., 2021.

<sup>164</sup> Vgl. Hirschfeld et al., 2020, S. 21.

- Anzahl Unternehmen mit dokumentierten CE-Innovationen

Der Innovationsbericht Nordrhein-Westfalen dokumentiert u.a. die Innovationstätigkeit von Unternehmen sowohl im Zeitverlauf als auch im Vergleich zu anderen Bundesländern<sup>165</sup>. Analysiert werden hier eine ganze Reihe von Innovationsaspekten, die im direkten Zusammenhang mit zirkulärer Wertschöpfung stehen, z.B. der Umsatzanteil von Produktinnovationen oder der Kostensenkungsanteil durch Prozessinnovationen. Auch hier sollte geprüft werden, inwieweit neben Differenzierungen zwischen Produkt- und Prozessinnovationen auch der jeweilige Anteil von Innovationsausgaben mit Bezug zur zirkulären Wertschöpfung erfasst werden könnte.

#### Alternativen/ Ergänzungen

Eine mögliche Alternative wäre anstatt des Fokus auf die Ausgaben für Innovationen stärker auf die Innovationsergebnisse in Form von Patenten zu fokussieren. Dabei wäre jedoch der wichtige Aspekt der Prozess- und Geschäftsmodellinnovationen unterrepräsentiert.

### **Kennzahlen zur Digitalisierung zirkulärer Wertschöpfung**

Die Digitalisierung gilt als Schlüsseltechnologie zur Förderung zirkulärer Wertschöpfung, u.a. durch den Einsatz von Sensorik, durch künstliche Intelligenz und die damit ermöglichte Analyse großer Datensätze sowie das Internet of Things. Unter anderem die Digitalagenda des BMUV<sup>166</sup> verweist auf die großen Potentiale zur Stärkung der Kreislaufwirtschaft durch den gezielten Einsatz solcher digitalen Technologien: „Die Digitalisierung bietet vielfältige Chancen, um geschlossene Produktkreisläufe zu entwickeln.“<sup>167</sup> Gleichzeitig weisen jedoch verschiedene Analysen daraufhin, dass diese Potentiale speziell im Bereich der Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft bei weitem noch nicht umfassend ausgenutzt werden. Unter anderem der GreenTech Atlas bescheinigt diesen beiden Bereichen der Umwelttechnik eine „digital readiness“ von 25% bzw. 30% - verglichen beispielsweise mit dem Bereich der Energieeffizienz und einem Digital Readiness Level von 80%.

---

<sup>165</sup> Vgl. Rothgang et al., 2021.

<sup>166</sup> Vgl. BMUV, 2022.

<sup>167</sup> Vgl. Wilts und Berg, 2017.

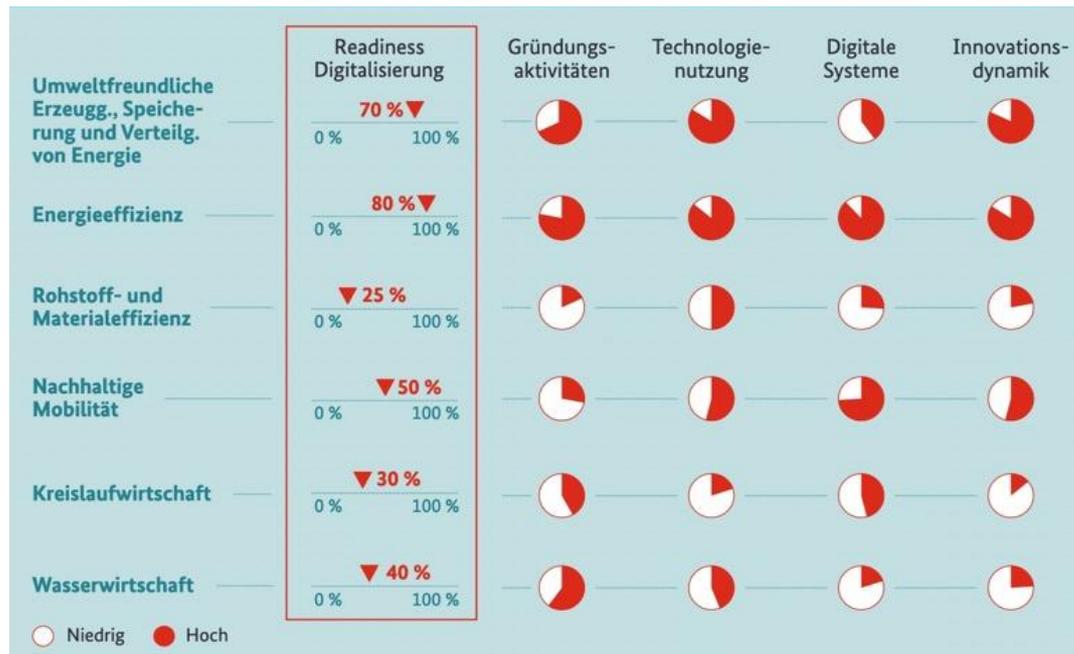


Abbildung 19: Digitale Readiness der sechs Leitmärkte der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz in Deutschland, Quelle: BMUV (2018).

- Digital Readiness der zirkulären Wertschöpfung

Vor diesem Hintergrund sollte die Digitalisierung der zirkulären Wertschöpfung in NRW über einen speziellen Indikator erfasst werden. Im Rahmen des GreenTech Atlas wurden dazu die Aspekte Gründungsaktivitäten, Anwendung digitaler Technologien, Vorhandensein von digitalen Systemen und Innovationsdynamik bewertet<sup>168</sup>.

### Kennzahlen zur zirkulären Wertschöpfung im öffentlichen Sektor

Die öffentliche Beschaffung kann einen wichtigen Treiber für die zirkuläre Wertschöpfung darstellen: Insgesamt werden in Deutschland ca. 16% aller Ausgaben von Einrichtungen der öffentlichen Hand getätigt. Wenn hier konsequent auf zirkuläre Produkte gesetzt würde, ließe sich ein wichtiger Nachfrageimpuls für solche Produkte entwickeln. Das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz in Nordrhein-Westfalen verpflichtet die öffentliche Hand, Aspekte wie Langlebigkeit oder den Einsatz recycelter Materialien in ihren Ausschreibungen zu berücksichtigen – gleichzeitig fehlt es bislang jedoch an Informationen, wann solche Vorgaben tatsächlich zu anderen Kaufentscheidungen und damit zusätzlichen Impulsen für die zirkuläre Wirtschaft geführt haben.

- Anteil von Beschaffungen mit expliziten CE Vorgaben

Vor diesem Hintergrund sollte ein Indikator erhoben werden, welcher Anteil öffentlicher Beschaffungsvorgänge explizite Kriterien mit Bezug zur Zirkularität der Produkte oder Dienstleistungen enthalten hat. Zur Entlastung der Beschaffungsstellen könnten hier Grenzwerte für den Wert der Beschaffung definiert werden, ab denen diese Information erhoben werden sollte. Inhaltlich kann hier auf Vorarbeiten im

<sup>168</sup> Vgl. Henzelmann et al., 2018, S. 165.

Rahmen der Allianz Nachhaltige Beschaffung aufgebaut werden<sup>169</sup>; gleichzeitig sieht auch der Aktionsplan Circular Economy der EU-Kommission die Entwicklung verpflichtender Monitoringkonzepte für die zirkuläre Beschaffung vor.

#### Alternativen und mögliche Ergänzungen

Ein erster Schritt in Richtung der Entwicklung eines solchen Monitorings könnte die Abfrage sein, welche Produkte und Dienstleistungen bereits durch untergesetzliche konkretisierende Leitlinien für die zirkuläre Beschaffung abgedeckt sind.

### **Kennzahlen zur Qualifizierung für die zirkuläre Wertschöpfung**

Zirkuläre Wertschöpfung wird in vielen Bereichen neue Qualifikationsprofile erfordern: Zirkuläres Produktdesign, die Planung und Umsetzung zirkulärer Geschäftsmodelle oder auch die Entwicklung entsprechender Logistikkonzepte. Angesichts des allgemeinen Fachkräftemangels in NRW droht das Angebot für den Erwerb solcher Qualifikationen zu einem zentralen Flaschenhals der zirkulären Wertschöpfung zu werden, z.B. im Bausektor bei der Sanierung von Bestandsgebäuden als Alternative zum Abriss und Neubau. Dementsprechend wäre es von strategischer Relevanz, Qualifizierungen zum Thema zirkuläre Wertschöpfung regelmäßig zu erfassen.

- Anzahl Masterstudiengänge zum Thema Zirkuläre Wertschöpfung

In NRW wurden in den letzten Jahren an einer Vielzahl von Hochschulen in verschiedenen Disziplinen neue Angebote zum Thema zirkuläre Wertschöpfung entwickelt (vgl. Kap. 2.4). Die Gesamtzahl solcher Studiengänge und die Anzahl der erreichten Abschlüsse sollten regelmäßig abgefragt und als Indikator erfasst werden.

- Anzahl von Ausbildungsangeboten zum Thema Zirkuläre Wertschöpfung

Neben der universitären Ausbildung sollte jedoch auch der Bereich der Ausbildungsangebote noch stärker in den Fokus genommen werden. Hier sollte analog zur Abfrage bei den Hochschulen das entsprechende Angebot an Ausbildungen und die erreichten Abschlüsse abgefragt werden. Hier bietet sich die Kooperation mit den Industrie- und Handelskammern an, die gemäß ihrem Auftrag aus dem Berufsbildungsgesetz ohnehin zur Überwachung der betrieblichen Ausbildung verpflichtet sind und hier über die notwendigen Zugänge verfügen.

### **Kennzahlen zu Forschung und Förderung zirkulärer Wertschöpfung**

Neben den privaten Investitionen spielen natürlich auch öffentliche Ausgaben für Forschung und Entwicklung eine zentrale Rolle, wenn technische oder sonstige Innovationen entwickelt und dann in Richtung Marktreife gebracht werden sollen. Forschungseinrichtungen und Unternehmen haben hier in den letzten Jahren teilweise bereits sehr erfolgreich Gelder aus unterschiedlichen Fördertöpfen akquiriert und damit wichtige Impulse in Richtung zirkuläre Wertschöpfung gesetzt (vgl. Kap. 2.5).

---

<sup>169</sup> Vgl. Beschaffungsamt des BMI, o.J.

- **Horizon Fördersumme zum Thema Zirkuläre Wertschöpfung**

Als ein spezifischer Indikator sollte daher speziell die von Akteuren aus NRW eingeworbene Fördersumme im Kontext von Horizon Europe erfasst werden. Mit über 95 Mrd. Euro Gesamtvolumen ist Horizon Europe das Schlüsselprogramm der Europäischen Kommission zur Förderung von Innovationen u.a. zur Circular Economy und zum Klimaschutz<sup>170</sup>. Die Gesamtsumme der hier im Wettbewerb eingeworbenen Fördermittel spiegelt damit auch die Wettbewerbsfähigkeit der Forschungslandschaft in NRW im europäischen Vergleich wider. Für die stärker anwendungsorientierte Forschung könnte zusätzlich auch die Förderung über InterReg erfasst werden – für beide Programme werden sämtliche Förderprojekte in öffentlich zugänglichen Datenbanken erfasst, der Indikator könnte damit mit begrenztem Aufwand erhoben werden.

#### Alternativen und mögliche Ergänzungen

Im Rahmen der Recherchen wurden zahlreiche weitere Indikatoren identifiziert, die auf die Forschung zum Thema zirkuläre Wertschöpfung abzielen, z.B. die Anzahl an Doktorand\*innen zu Themenstellungen im Bereich zirkuläre Wertschöpfung, die Anzahl der in NRW beschäftigten Forscher\*innen oder in Erweiterung des oben dargestellten Indikators die Gesamtfördersumme inkl. entsprechender Förderprogramme auf Landes- und Bundesebene.

### **Kennzahlen zur Awareness für die zirkuläre Wertschöpfung in NRW**

Ein abschließender zentraler Indikator für den Erfolg der zirkulären Wertschöpfung in NRW ist das Bewusstsein der zentralen Stakeholder für die Relevanz des Themas. Trotz der ökonomischen Potentiale und der ökologischen Relevanz unter anderem mit Blick auf den Klima- und Ressourcenschutz kommt das Thema zirkuläre Wertschöpfung in vielen Unternehmen erst langsam und wird noch immer zu häufig mit ordnungsgemäßer Abfallentsorgung gleichgesetzt (vgl. Kap. 2.6).

- **Anzahl der Unterschriften unter die NRW Deklaration zur Zirkuläre Wertschöpfung**

Im Rahmen des Runden Tisches Zirkuläre Wertschöpfung wurde gemeinsam vom Wirtschafts- und Umweltministerium eine Deklaration veröffentlicht, die von allen Akteuren aus Unternehmen, Zivilgesellschaft und Forschung mitgetragen werden kann. Als pragmatische Metrik für das Bewusstsein zum Thema und der dazu laufenden Aktivitäten zum Thema sollte die Anzahl der Unterschriften regelmäßig erfasst werden.

#### Alternativen und mögliche Ergänzungen

Selbstverständlich könnten hier auch andere, umfassendere Metriken erhoben werden, z.B. die Anzahl der Publikationen aus NRW zu Themen der zirkulären Wertschöpfung oder die Anzahl entsprechender Veranstaltungen. Im Rahmen der Recherchen zu entsprechenden Metriken wurde beispielsweise auch die Anzahl internationaler Delegationen zum Thema Zirkuläre Wertschöpfung benannt.

---

<sup>170</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2021a.

### 3.4 Priorisierung und Sequenz der Einzelmaßnahmen

Kernbestandteil eines erfolgreichen Transformationsprozesses ist eine sinnvolle zeitliche Abfolge der einzelnen notwendigen Maßnahmen. Diese brauchen teilweise unterschiedliche Startvoraussetzungen und müssen dafür zum Teil auf (Teil-) Ergebnisse anderer Maßnahmen aufbauen. Gleichzeitig sind die einzelnen Maßnahmen unterschiedlich komplex, erfordern intensive Abklärungen von Zuständigkeiten und Kooperationsstrukturen und benötigen damit eine unterschiedliche Umsetzungslaufzeit, bis sie ihr volles Potential verwirklichen.

Abbildung 20 zeigt für die zuvor dargestellten Maßnahmen einen solchen Zeitplan. Die meisten der beschriebenen Maßnahmen werden für die vollständige Umsetzung über längere Zeiträume vorbereitete und gut strukturierte Prozesse benötigen, z.B. die Entwicklung eines Unterstützungsprogramms für zirkuläre Beschaffung oder die dargestellten Ansätze zur gezielten Unterstützung zirkulärer Geschäftsmodelle. Einzelne Maßnahmen wie die Entwicklung einer Koordinierungsstelle sollten hingegen auch kurzfristig umsetzbar sein. Auffällig ist jedoch auch, dass die Mehrzahl der Maßnahmen vergleichsweise schnell angegangen werden könnten: Die Konzepte liegen vor und können in vielen Fällen an bereits angestoßene Initiativen anknüpfen. Einzelne Maßnahmen wie die Entwicklung einer Zertifizierung sollten eng verknüpft werden mit entsprechenden Prozessen auf der europäischen Ebene und von daher erst mit einem gewissen zeitlichen Vorlauf starten.

Maßnahmen	Zeitraum	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
01. Entwicklung der NRW-Bank zur führenden CE Transformationsbank in Deutschland									
02. CE Linie in NRW-Venture									
03. Unterstützungsprogramm Zirkuläre Beschaffung									
04. Gezielte Förderung zirkulärer Geschäftsmodelle									
05. Entwicklung eines CE.NRW Labels									
06. Unterstützungsprogramm für KMU und Zulieferer bei der Entwicklung digitaler Produktpässe									
07. Einrichtung einer Koordinationsstelle zur Circular Economy									
08. Ausbau des Runden Tisches									
09. Entwicklung eines industriepolitischen CE Monitoring Sets									
10. Förderprogramm Digitale Modellregion um das Thema CE ergänzen									
11. Gründung eines virtuellen Instituts zum Thema CE in der Grundstoffindustrie									
12. Entwicklung eines CE.NRW Masterprogramms									
13. Strukturwandelkonzept Zirkuläre Wirtschaft									
14. Unterstützungsprogramm für Zirkuläre Wirtschaft in Kommunen									
15. VerbraucherInnen zum zirkulären Konsum befähigen; CE in Schulcurricula									

Abbildung 20: Maßnahmen zur Umsetzung der Roadmap Zirkuläre Wertschöpfung NRW, Quelle: Eigene Darstellung.

### 3.5 Ausblick

Die Analyse der Handlungsoptionen verdeutlicht, dass die Transformation zur zirkulären Wertschöpfung nicht von noch zu erzielenden technischen Durchbrüchen oder umfassenden Regulierungen beispielsweise auf Ebene der Europäischen Union abhängt. Auch wenn einige der dargestellten Kennzahlen zur Messung der Zirkularität noch weitere Datengrundlagen benötigen werden, sind zirkuläre Konzepte und Geschäftsmodelle in vielen Bereichen schon heute erfolgreich und könnten in weitere Handlungsfelder ausgerollt werden.

Gleichzeitig braucht die zirkuläre Wertschöpfung zusätzliche Impulse, um angesichts der ökologischen und ökonomischen Herausforderungen in ausreichender Geschwindigkeit Eingang zu finden in die Investitionsplanungen von Unternehmen und die Alltagsroutinen der Verbraucher\*innen. Die Politik wird dazu die notwendigen Rahmenbedingungen setzen und Experimentierräume ermöglichen müssen, damit sich die zirkuläre Wertschöpfung auch am Markt behaupten kann.

Nordrhein-Westfalen kann dabei wie dargestellt auf Potentiale aufbauen, über die kaum eine Wirtschaftsregion weltweit verfügt. Die hier entwickelte Roadmap soll mit dazu beitragen, diese Potentiale in den kommenden Jahren in die flächendeckende Umsetzung zu bringen.

## 4 Annex

### Analyse Hochschulangebote zur zirkulären Wertschöpfung

#### 4.1 Fragebogen Hochschulangebote

1. Name der Hochschule / Fachbereich

##### **TEIL 1 LEHRE**

2. Es bestehen Lehrinhalte zum zirkulären Wirtschaften. Diese sind in folgenden Aktivitäten verortet (mehrere Nennungen möglich):
  - Eigener Studiengang/Studiengänge -> jeweils Name des Studiengangs + Art des Abschlusses (Bachelor/Master etc.)/Link
  - Eigene Vorlesungen/eigene Seminare im Studiengang/den Studiengängen -> jeweils Name der Vorlesung/Seminars + Name des Studiengangs/Link
  - Lehrinhalte innerhalb von Vorlesungen/eines Seminars -> -> jeweils Name/Beschreibung des Lehrinhaltes + jeweils Name der Vorlesung/Seminars + Name des Studiengangs/Link
  - Betreuung von Abschlussarbeiten (Bachelor, Master, Magister, Diplom, etc.) -> Beispiele -> jeweils Name des Studiengangs/Link
  - Projektwochen innerhalb des Semesters -> jeweils Name/Beschreibung + Häufigkeit/Regelmäßigkeit + ggf. Zuordnung zu Studiengängen
3. Welche Kompetenzen werden hauptsächlich vermittelt (mehrere Nennungen möglich)
  - Verfahrenstechnische und ingenieurwissenschaftliche
  - Wirtschaftliche
  - Sozialwissenschaftliche
  - Informationstechnische
  - Rechtliche
  - Abfallwirtschaftliche
  - Materialwissenschaftliche, Architektur
  - Design
4. Es bestehen derzeit keine Lehrinhalte zum zirkulären Wirtschaften....
  - ... und diese sind auch nicht geplant.
  - ... diese sind aber in Planung. Bitte geben Sie uns die wichtigsten Informationen zu dieser Planung (wie eingebettet/welche Inhalte, geplanter Start etc.) -> Freitext

**TEIL 2 FORSCHUNG**

5. Es bestehen Forschungsinhalte zum zirkulären Wirtschaften. Diese sind in folgenden Aktivitäten verortet (mehrere Nennungen möglich):
- Kompetenzzentrum/Netzwerk -> jeweils Name des Zentrum/Netzwerks + Kurzbeschreibung/Link
  - Forschungsschwerpunkt -> jeweils Name des Schwerpunktes + Kurzbeschreibung/Link
  - Eigener Lehrstuhl -> jeweils Name des Lehrstuhls + Kurzbeschreibung/Link
  - Eigene(s) Forschungsprojekt(e) -> jeweils Name des Projektes + Kurzbeschreibung/Link
  - Forschungsprojekt(e) über Drittmittel/Mitglied externer Forschungsprojekte(e) -> jeweils Name des Projektes + Kurzbeschreibung/Link
  - Betreuung von Promotionen -> Beispiele + jeweils Name des Lehrstuhls/Link
6. Es besteht derzeit keine Forschung zum zirkulären Wirtschaften.
- ... und das ist auch nicht geplant.
  - ... das ist aber in Planung. Bitte geben Sie uns die wichtigsten Informationen zu dieser Planung (wie eingebettet/welche Inhalte, geplanter Start etc.) -> Freitext

**Umgesetzt mit Limesurvey:** <https://wupperinst.limequery.net/635571?lang=de-informal>

## 4.2 Liste der teilnehmenden Hochschulen

Folgende 25 Hochschulen und Universitäten nahmen an der Umfrage teil:

- Alanus Hochschule
- Bergische Universität Wuppertal
- Cologne Business School
- Fachhochschule Aachen
- Fachhochschule Bielefeld
- Fachhochschule Südwestfalen
- Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
- Hochschule Bochum
- Hochschule Bonn Rhein-Sieg
- Hochschule für Finanzwirtschaft und Management GmbH
- Hochschule Düsseldorf
- Hochschule Hamm-Lippstadt
- Hochschule Niederrhein
- Hochschule Rhein-Waal
- Hochschule Ruhr West
- Katholische Hochschule Nordrhein-Westfalen
- Kölner Hochschule für katholische Theologie
- Ruhr Universität Bochum
- RWTH Aachen
- Technische Hochschule Köln
- Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
- Universität Duisburg-Essen
- Universität Paderborn
- Universität Witten-Herdecke
- Westfälische Wilhelms-Universität

### 4.3 Steckbriefe Hochschulangebote

Dieser Anhang enthält die Beschreibungen von 88 Angeboten mit wesentlichem Fokus auf zirkuläres Wirtschaften aus 39 Hochschulen in Nordrhein-Westfalen. Insgesamt wurden 308 Hochschulangebote identifiziert. Davon wurden 114 recherchiert und 209 Angebote in einer Umfrage (Dezember 2021) direkt von den Hochschulen gemeldet; davon überschritten sich insgesamt 15 Angebote.

In den folgenden Steckbriefen werden jene Angebote mit hohem Bezug zum Thema zirkuläres Wirtschaften exemplarisch beschrieben; maximal drei Angebote pro Hochschule.

#### Übersicht Steckbriefe

<b>Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft</b>	Lehrstuhl für nachhaltige Unternehmensführung und Entrepreneurship
<b>Bergische Universität Wuppertal</b>	Sustainable Management Bauen in geschlossenen Kreisläufen Europäische Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz (SINO)
<b>Cologne Business School</b>	Sustainability Days Center for Advanced Sustainability Management
<b>Fachhochschule Aachen</b>	Institut für Angewandte Polymerchemie Ressourcenschonendes Planen und Bauen Umweltbiotechnologie
<b>Fachhochschule Bielefeld</b>	CirConomyOWL Zirkuläre Wertschöpfung nach C2C Zirkuläre Farbstoffsolarzelle
<b>Fachhochschule der Wirtschaft</b>	Digitalisierung und Marketing bei Circular Economy
<b>Fachhochschule des Mittelstands</b>	Ressourcenschonendes Bauen im Handwerk
<b>Fachhochschule Dortmund</b>	Umwelttechnik Ressource Architektur Gebäudehüllen aus Metall
<b>Fachhochschule Münster</b>	ReWaste 4.0 Ressourcen- und Klimaschutz in der Siedlungsabfallwirtschaft des Landes NRW Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen an der FH Münster
<b>Fachhochschule Südwestfalen</b>	Spezielle Verfahren der Umwelttechnik Kunststofftechnik
<b>Fernuniversität Hagen</b>	Ringvorlesung: Kreislaufwirtschaft als Zukunftskunst
<b>Folkwang Universität der Künste</b>	Design for Sustainability & Circularity Kreisläufe der Küche Circular Discount
<b>Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf</b>	Heine-Center for Sustainable Development (HCSD) Nachhaltige Chemie
<b>Hochschule Bochum</b>	Umwelttechnik 3 – Kreislauf Labor für Nachhaltigkeit in der Technik Umweltingenieurwesen
<b>Hochschule Bonn-Rhein-Sieg</b>	Institut für Technik, Ressourcenschonung und Energieeffizienz Materials Science and Sustainability Methods Neue Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen
<b>Hochschule des Bundes für öffentliche Verwaltung</b>	Umweltschutz und Verwaltungsrecht
<b>Hochschule Düsseldorf</b>	Betrieblicher Umweltschutz Verfahrenstechnik der Zementherstellung I Umwelt und Verfahrenstechnik
<b>Hochschule Fresenius</b>	RETHINK: Woche der Nachhaltigkeit

<b>Hochschule für Oekonomie &amp; Management</b>	KCC Kompetenzzentrum für CSR
<b>Hochschule Hamm-Lippstadt</b>	Materialdesign – Bionik und Photonik Ergietechnik und Ressourcenoptimierung Materialwissenschaften
<b>Hochschule Niederrhein</b>	Center Textillogistik CarPVB Summer School: Sustainability Management and Circular Economy
<b>Hochschule Rhein-Waal</b>	Biomaterials Science Recycling and Ecology of Materials Grundlagen der Biologie und der natürlichen Stoffkreisläufe
<b>Hochschule Ruhr West</b>	Circular Economy Management Energie- und Umwelttechnik Klimaschutz am Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft
<b>International School of Management</b>	Metrics on the sustainability of region-specific bioplastics production
<b>Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn</b>	Metrics on the sustainability of region-specific bioplastics production
<b>Ruhr-Universität Bochum</b>	Umwelttechnik und Ressourcenmanagement Zentrum für Umweltressourcenmanagement Ressourceneffizientes Bauen
<b>RWTH Aachen</b>	Center for Circular Economy Institut für Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling Lehrstuhl für anthropogene Stoffkreisläufe
<b>SRH Hochschule für Logistik und Wirtschaft</b>	Sustainability & Transformation Management Ökoprotit
<b>Technische Hochschule Georg Agricola</b>	Rohstoffingenieurwesen und nachhaltiges Ressourcenmanagement
<b>Technische Hochschule Köln</b>	:metabolon Institut Nachhaltige Stoffkreisläufe Circular Transformation Lab
<b>Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe</b>	Umweltingenieurwesen Smart Wood Center Umweltschutz
<b>Technische Universität Dortmund</b>	Kreisläufe schließen in der Abfallwirtschaft Ressourceneffizientes Bauen Lehrstuhl für Ressourcen- und Energiesysteme
<b>Universität Duisburg-Essen</b>	ILoNa-Projekt Dienstleistungen für Kreislaufwirtschaftssysteme Recycling of oxidic and metallic waste materials
<b>Universität Paderborn</b>	Green 4 Future Recycling von Kunststoffen Möglichkeiten und Grenzen des Produktrecycling vor dem Hintergrund einer ökologieorientierten Unternehmensführung
<b>Universität Siegen</b>	Stoffkreislauf Abwasser- und Abfalltechnik
<b>Universität Witten/Herdecke</b>	OIKOS Winterschool
<b>Universität zu Köln</b>	Digital Entrepreneurship – Informationssystemgestützte Kreislaufwirtschaft
<b>Westfälische Hochschule</b>	Zentrum für Recyclingtechnik Kreislaufwirtschaft Green Polymers
<b>Westfälische Wilhelms-Universität Münster</b>	Fast Fashion Alternative Verpackungen im Bereich der textilen Supply Chain Recycling & Second Life

#### 4.3.1 Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft

##### Lehrstuhl für nachhaltige Unternehmensführung und Entrepreneurship

<b>Name der Hochschule:</b>	Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft
<b>Name des Angebots:</b>	Lehrstuhl für nachhaltige Unternehmensführung und Entrepreneurship
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Jun.-Prof. Dr. Stephan Hankammer Mail: <a href="mailto:stephan.hankammer@alanus.edu">stephan.hankammer@alanus.edu</a>
<p>Der Schwerpunkt des Lehrstuhls für Nachhaltige Unternehmensführung und Entrepreneurship liegt auf dem Themenfeld der Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung. Nachhaltigkeitsinnovationen spielen eine entscheidende Rolle für die nachhaltige Unternehmensführung und können auf unterschiedlichsten Ebenen umgesetzt werden. Zugleich können Innovationen für nachhaltige Entwicklung aber auch auf Veränderungen im Konsumentenverhalten beim Einkaufen, Finanzieren, Nutzen und <b>Recyceln</b> abzielen.</p> <p>Das zweite Forschungsziel des Lehrstuhls fokussiert die Frage, inwiefern durch Digitalisierung das Konzept der <b>Kreislaufwirtschaft</b> umgesetzt werden kann. Außerdem wurde dazu u. a. der Artikel „Towards <b>circular business models</b>: Identifying consumer needs based on the jobs-to-be-done theory“ im Journal of Cleaner Production veröffentlicht.</p> <p><a href="https://www.alanus.edu/de/hochschule/menschen/detail/jun-prof-dr-stephan-hankammer">https://www.alanus.edu/de/hochschule/menschen/detail/jun-prof-dr-stephan-hankammer</a></p>	

### 4.3.2 Bergische Universität Wuppertal

#### Sustainability Management

<b>Name der Hochschule:</b>	Bergische Universität Wuppertal
<b>Name des Angebots:</b>	Sustainability Management
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrinhalte im Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Ulrich Braukmann Mail: braukmann@wiwi.uni-wuppertal.de
<b>Quelle:</b>	Recherche und Umfrage
<p>Die Forderung nach sozialer, ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeit (Sustainability) stellt Unternehmen vor neue Herausforderungen. Deren Bewältigung erfordert auf betriebswirtschaftlicher Ebene eine verstärkte Zuwendung zu Fragen der Planung, Gestaltung und Kontrolle auf den Nachhaltigkeitsaspekt bezogener Prozesse und Strukturen. Ziel des Masterstudiengangs Sustainability Management ist der Aufbau von Kompetenzen, die für eine nachhaltige Unternehmensführung erforderlich sind, und die Vermittlung des notwendigen Fachwissens auf hohem wissenschaftlichen Niveau.</p> <p>In verschiedenen Modulen wird dabei auch das zirkuläre Wirtschaften adressiert. Bspw. wird innerhalb des Moduls „Sustainable Transition Management“ das Prinzip der <b>Kreislaufwirtschaft</b> erläutert und die dazugehörigen Herausforderungen adressiert. Darüber hinaus werden im dazugehörigen Seminar Themen rund um <b>Digitalisierung und Kreislaufwirtschaft</b> vertieft (u. a. Transformation von linearen zu <b>zirkulären Geschäftsmodellen</b> oder <b>digital circularity</b>).</p> <p><i><a href="https://www.nachhaltigkeitsmanagement.uni-wuppertal.de/de/studiengang.html">https://www.nachhaltigkeitsmanagement.uni-wuppertal.de/de/studiengang.html</a></i></p>	

## Bauen in geschlossenen Stoffkreisläufen

<b>Name der Hochschule:</b>	Bergische Universität Wuppertal
<b>Name des Angebots:</b>	Bauen in geschlossenen Stoffkreisläufen
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrinhalt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss Mail: kvoss@uni-wuppertal.de
<p>Gegenstand des Seminars ist die Einführung, Erörterung und Anwendung der Verfahren zur Validierung der Nachhaltigkeit von Gebäuden mit dem Schwerpunkt auf <b><u>Ressourcenschonung</u></b> (z.B. DGNB-Zertifizierung „Cradle to Cradle“ -Theorie und/oder an der BUW erarbeitete Bewertungsverfahren). Nach einer Einführung und Recherchen werden in Eigenarbeit mit Hilfe von Tutorials themenbezogenen Bearbeitungswerkzeuge vorgestellt und eigenständig angewandt. Im Rahmen der objektbezogen wechselnden Bearbeitungsschwerpunkte werden <b><u>lösbar konstruktive Verbindungen und/oder eine rezyklierbare Materialität</u></b> und das Stoffstrommanagement untersucht. Beispielsweise ist der <b><u>Ressourcenaufwand</u></b> und die <b><u>Kreislauffähigkeit</u></b> verschiedenster Baukonstruktionen anhand der im Seminar gewonnenen Erkenntnisse mittels vorgestellter Bewertungsinstrumente zu berechnen und vergleichend zu analysieren (<b><u>Ökobilanzierung, Kreislaufpotenzial</u></b>).</p> <p>Dieser Lehrinhalt ist eine Komponente des Moduls „Nachhaltiges Bauen und Gebäudeperformance 3“.</p> <p><a href="https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d11771114/20200402_MH_Architektur_MSc.pdf">https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d11771114/20200402_MH_Architektur_MSc.pdf</a></p>	

## Europäische Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz (SINO)

<b>Name der Hochschule:</b>	Bergische Universität Wuppertal
<b>Name des Angebots:</b>	SINO -Europäische Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr. Paul J. J. Welfens Mail: welfens@eiiw.uni-wuppertal.de
<p>Die Fokusthemen bei diesem Projekt waren:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entwicklung neuer Indikatoren zur <b><u>Messung der Kreislaufwirtschaft/ Ressourceneffizienz</u></b>, die es den politischen Entscheidungsträgern ermöglichen, Zielvorgaben festzulegen, Fortschritte zu überwachen und letztendlich politische Ziele zu erreichen</li> <li>2. Entwicklung neuer quantitativer Instrumente auf der Grundlage von Modellierungsansätzen auf mehreren Ebenen.</li> <li>3. Die Triebkräfte und Hindernisse für Innovationen, die eine <b><u>größere Ressourceneffizienz ermöglichen</u></b>, und die politischen Rahmenbedingungen, die am besten geeignet sind, um die Entwicklung von Innovationen für die Ressourceneffizienz zu erleichtern, sollen verstanden werden.</li> <li>4. Verständnis des <b><u>historischen Einflusses von Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz</u></b> auf die Wirtschaftsleistung, die Rolle des Handels (insbesondere zwischen China und Europa) bei der Förderung oder Hemmung der Ressourceneffizienz, der Innovations- und Patentierungsaktivitäten und der Industriestruktur.</li> <li>5. Mehr Klarheit über die <b><u>Konzepte der Kreislaufwirtschaft und der Ressourceneffizienz</u></b> und ihre Beziehung zu so unterschiedlichen Konzepten wie nachhaltige Entwicklung, grüne Wirtschaft, stationäre Wirtschaft, kohlenstoffarme Entwicklung und viele andere zu schaffen.</li> <li>6. Aufbau von kooperativen Arbeitsbeziehungen zwischen den Institutionen, aufbauend auf den Stärken und dem Netzwerk jedes Partners, um einen sehr integrierten Arbeitsplan zu entwickeln, in dem chinesische und europäische Partner in jedem einzelnen Arbeitspaket mit geteilten Aufgaben und gemeinsamer Produktion gemeinsamer Ergebnisse zusammenarbeiten, was den Grundstein für zukünftige Kooperationen bilden wird.</li> </ol> <p><a href="https://eiiw.wiwi.uni-wuppertal.de/de/projekte/projekte-2000-2015/sino-europaeische-kreislaufwirtschaft-und-ressourceneffizienz.html">https://eiiw.wiwi.uni-wuppertal.de/de/projekte/projekte-2000-2015/sino-europaeische-kreislaufwirtschaft-und-ressourceneffizienz.html</a></p>	

### 4.3.3 Cologne Business School

#### Sustainability Days

<b>Name der Hochschule:</b>	Cologne Business School (CBS)
<b>Name des Angebots:</b>	Sustainability Days
<b>Art des Angebots:</b>	Sonstiges
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. habil. Elisabeth Fröhlich Mail: e.froehlich@cbs.de
<p>Die CBS ist bestrebt, Lehre, Forschung und Management an den Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung und der UN-Dekade "Bildung für nachhaltige Entwicklung" auszurichten. Durch die weitere Integration von gesellschaftlicher Verantwortung und Nachhaltigkeit in den Hochschulbetrieb will die CBS eine Vorreiterrolle in der deutschen Bildungslandschaft einnehmen und ihre Kompetenz im Bereich der nachhaltigen Managementausbildung weiter ausbauen. Zentrale Themen wie Corporate Social Responsibility (CSR), Wirtschafts- und Unternehmensethik sowie Nachhaltigkeit sind bereits fest in den Lehrplänen der verschiedenen Fachbereiche der CBS verankert.</p> <p>Mit der Teilnahme am Projekt ÖKOPROFIT der IHK Köln hat die Hochschule begonnen, ihr Engagement in diesem Bereich zu intensivieren. Das Wirtschaftsförderungsprogramm ÖKOPROFIT (Ökologisches Projekt für integrierte Umwelttechnik) trägt dazu bei, einen Rahmen für die <b>optimale Nutzung von Ressourcen</b> und die Senkung von Betriebskosten durch Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen zu setzen. Es ist eine Kooperation zwischen der Stadt Köln, lokalen Wirtschaftsakteuren und anderen Partnern. Indem das Projekt den Unternehmen hilft, ihre Betriebskosten zu senken, fördert es eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung. In diesem Frühjahr besuchten Vertreter prominenter Kölner Unternehmen wie die Köln Messe, der Köln Bonn Airport, der Kölner Zoo, EADS, der 1. FC Köln und der ASV Köln die CBS, um sich über das nachhaltige Managementsystem der CBS zu informieren.</p> <p>Im Rahmen der Sustainability Days 2020 wurden verschiedene Vorträge und Workshops vom CSR-Studierenden Team und dem Center for Advanced Sustainable Management organisiert.</p> <p><a href="https://casm.cbs.de/en/sustainability-days/">https://casm.cbs.de/en/sustainability-days/</a></p>	

### Center for Advanced Sustainability Management

<b>Name der Hochschule:</b>	Cologne Business School (CBS)
<b>Name des Angebots:</b>	Center for Advanced Sustainability Management (CASM)
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Silvia Damme Mail: s.damme@cbs.de
<p>Globale Probleme wie der Klimawandel oder <b>begrenzte Ressourcen</b> sowie Megatrends wie die Digitalisierung und Automatisierung führen zu einer erheblichen Umgestaltung der Märkte. Innovatoren auf der ganzen Welt verändern die traditionellen Geschäftsmodelle im Sekundentakt. Damit wird die Frage, wie eine Organisation nachhaltig geführt werden kann, entscheidend für das Überleben von Unternehmen. Was gebraucht wird, ist ein systemisches nachhaltiges Management für das gesamte Unternehmen, und dies erfordert mutige Veränderer und verantwortungsbewusste Unternehmensführer, die den Weg für ein neues Managementparadigma ebnen. Das CASM (gegründet 2016) will zur Entwicklung eines systemischen nachhaltigen Managements beitragen, indem es junge Fachleute ausbildet, Wissen schafft und Menschen zusammenbringt, die an die gleiche Denkweise glauben.</p> <p>Das vom CASM durchgeführte Projekt „<b>Circular Economy in Practice</b> (CE-IP)“ zielt darauf ab, Informationsmaterial und Schulungen zu entwickeln, um die Umsetzung der <b>Grundsätze der Kreislaufwirtschaft</b> in Kleinunternehmen zu unterstützen, wobei der Schwerpunkt auf der Schulung von Arbeitslosen und gering qualifizierten Arbeitskräften liegt.</p> <p><a href="https://casm.cbs.de/en/about-us/about-center-for-advanced-sustainable-management-casm/">https://casm.cbs.de/en/about-us/about-center-for-advanced-sustainable-management-casm/</a></p>	

#### 4.3.4 Fachhochschule Aachen

##### Institut für Angewandte Polymerchemie

<b>Name der Hochschule:</b>	FH Aachen
<b>Name des Angebots:</b>	Institut für Angewandte Polymerchemie
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Thomas Ritz Mail: prorektor.2@fh-aachen.de
<p>Gegründet in 2004 und seit 2009 am Campus Jülich beheimatet, nimmt das „Institut für Angewandte Polymerchemie“ (IAP) der FH Aachen Aufgaben in Lehre und Forschung auf den Gebieten der Polymerchemie und Kunststofftechnologie wahr. Die Forschungsaktivitäten reichen von Grundlagenforschung bis hin zu angewandter Forschung in Kooperation mit wissenschaftlichen Instituten sowie Unternehmen in Form von öffentlich geförderten Forschungsvorhaben oder Auftragsforschung. Hierbei konzentrieren sich die Forschungsschwerpunkte vor allem auf folgende Bereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Polymersynthese Entwicklung funktionaler Polymere und Hydrogele</li> <li>● <b><u>Nachhaltige Polymerchemie und Kunststoff-Recycling</u></b></li> <li>● Kautschuk- und Elastomer-Technologie</li> <li>● Latex-Entwicklung und Additivierung</li> <li>● Barrierematerialien und Barrierepolymere</li> <li>● Kunststoffverarbeitung und Materialprüfung</li> </ul> <p>Als neutrale und unabhängige Einrichtung mit einer breit gefächerten Ausstattung, bietet das Institut zudem vielfältige Dienstleistungen von Analysen über Gutachten bis zur Bearbeitung umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsaufträge an.</p> <p><a href="https://www.fh-aachen.de/forschung/institut-fuer-angewandte-polymerchemie-iap">https://www.fh-aachen.de/forschung/institut-fuer-angewandte-polymerchemie-iap</a></p>	

## Ressourcenschonendes Planen und Bauen

<b>Name der Hochschule:</b>	FH Aachen
<b>Name des Angebots:</b>	Ressourcenschonendes Planen und Bauen
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Jörg Wollenweber Mail: wollenweber@fh-aachen.de
<p>Das Modul <b>Ressourcenschonendes</b> Planen und Bauen wird im Rahmen des Master-Studiengangs Architektur angeboten. Der Masterstudiengang an der FH Aachen verfolgt eine inhaltliche Leitlinie, die den Kontext von Architektur und Städtebau betrachtet. So werden durch exemplarische, auf bestimmte Themen bezogene Projekte gesellschaftliche Bezüge hergestellt, Einflüsse und Bedingungen geordnet, interpretiert und bewertet, um Entscheidungen herbeizuführen und konzeptionelle Vorschläge darstellen zu können. Die im Studium erworbenen Fähigkeiten im Entwerfen sowie die Kenntnisse und Fertigkeiten versetzen die Absolventen in die Lage, ihre Rolle als Generalisten zu erfüllen und interdisziplinäre Programmziele zu koordinieren. Der Vermittlung komplex angelegter integrativer Fertigkeiten wird dabei besonderer Wert beigemessen.</p> <p><a href="https://www.fh-aachen.de/fileadmin/fb/fb01_architektur/Dokumente/MA/2020_brosch%C3%BCre_MA_Architektur.pdf">https://www.fh-aachen.de/fileadmin/fb/fb01_architektur/Dokumente/MA/2020_brosch%C3%BCre_MA_Architektur.pdf</a></p>	

## Umweltbiotechnologie

<b>Name der Hochschule:</b>	FH Aachen
<b>Name des Angebots:</b>	Umweltbiotechnologie
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. rer. nat. Gereon Elbers Mail: elbers@fh-aachen.de
<p>Ausgehend von den mikrobiellen Stoffwechselprozessen, wie aerober und anaerober Stoffabbau, Nitrifikation und Denitrifikation werden die biologische Abwasserreinigung und <b>Abfallbehandlung</b> als klassische Verfahren der Umweltbiotechnologie ausführlich in der Lehrveranstaltung besprochen. Das Thema der biologischen Abwasserreinigung umfasst: mikrobiologische Grundlagen, Abwasserzusammensetzung, Festbett- und Belüungsverfahren, N- und P-Elimination und anaerobe Verfahren der Abwasserreinigung. Im Zusammenhang mit der biologischen Abfallbehandlung und der Biogaserzeugung von landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden die mikrobiologischen Grundlagen und die Verfahren der Vergärung von <b>Abfällen und nachwachsenden Rohstoffen</b> behandelt, sowie die Kompostierung von organischen Abfällen.</p> <p><a href="https://www.campus.fh-aachen.de/campus/all/module.asp?gguid=ox7D6513F82063436F8881ED80B7C384DA&amp;tguid=oxF73B6CC594EC495FBoCB462AC02D024D&amp;lang=de">https://www.campus.fh-aachen.de/campus/all/module.asp?gguid=ox7D6513F82063436F8881ED80B7C384DA&amp;tguid=oxF73B6CC594EC495FBoCB462AC02D024D&amp;lang=de</a></p>	

#### 4.3.5 Fachhochschule Bielefeld

##### CirConomyOWL

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Bielefeld
<b>Name des Angebots:</b>	CirConomyOWL
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. rer. Nat. Anant Patel Mail: anant.patel@fh-bielefeld.de
<p>Mit CirConomyOWL realisieren die etablierten 5 Innovationsnetzwerke der Region Ostwestfalen-Lippe – Energie Impuls OWL, InnoZent OWL, Food Processing Initiative FPI, OWL Maschinenbau und ZIG Zentrum für Innovation in der Gesundheitswirtschaft – zusammen mit dem VDI OWL und der FH Bielefeld ein Kompetenznetzwerk zur Umsetzung des Regionalen Handlungskonzeptes Ostwestfalen-Lippe für einen zukunftsfesten Produktionsstandort.</p> <p>Ziel ist es, gemeinsam eine regionale Handlungskompetenz aufzubauen, um <b><u>Produkte so zu gestalten, dass alle Komponenten nach ihrem Gebrauch wieder in einen neuen Wertschöpfungsprozess eingehen können und somit nichts produziert werden muss, was als Müll endet.</u></b> Die Fachhochschule Bielefeld ist mit dem Institut für Technische Energie-Systeme (ITES) an dem Projekt beteiligt. Das ITES wird die wissenschaftliche Begleitung des Projekts übernehmen und die Erkenntnisse über das <b><u>Modul zirkuläre Wertschöpfung nach Cradle to Cradle</u></b> in die Lehre einfließen lassen.</p> <p><i><a href="https://www.fh-bielefeld.de/iu/forschung/institute/circular-economy-staerkt-den-produktionsstandort-ost-westfalen-lippe">https://www.fh-bielefeld.de/iu/forschung/institute/circular-economy-staerkt-den-produktionsstandort-ost-westfalen-lippe</a></i></p>	

## Zirkuläre Wertschöpfung nach C2C

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Bielefeld
<b>Name des Angebots:</b>	Zirkuläre Wertschöpfung nach C2C
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Fabian Schoden Mail: fabian.schoden@fh-bielefeld.de
<p>Die Studierenden lernen die verschiedenen Facetten der <b><u>zirkulären Wertschöpfung</u></b> kennen und erhalten einen detaillierten Einblick in die <b><u>Cradle-to-Cradle-Denkschule</u></b>. Das komplexe Thema wird mit Hintergrundwissen zu <b><u>biologischen und technischen Kreislaufprozessen</u></b> untermauert.</p> <p>Farblose Plattenbauten müssen der Vergangenheit angehören und der Lebensraum des Menschen sollte so gesund wie möglich gestaltet werden. Großprojekte wie das Rathaus im niederländischen Venlo sind vorbildliche Beispiele für die praktische Umsetzung von zirkulärer Wertschöpfung mit positiver Auswirkung auf den Menschen und die Umwelt. Im Venloer Rathaus wird durch die energie- und wasserautarken Gebäudeinfrastruktur und die Verwendung von <b><u>schadstofffreien und recycelbaren Materialien</u></b> der Gedanke der zirkulären Wertschöpfung umgesetzt.</p> <p>Besonders ZW gibt die Möglichkeit, Produkte genau unter die Lupe zu nehmen und die Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt zu betrachten. Es werden die verwendeten Rohstoffe für die Herstellung eines Produktes und die anschließende Entsorgung am Ende eines Produktzyklusses scharf diskutiert und unbedenkliche Alternativen für Schadstoffe sowie <b><u>mögliche Kreislaufprozesse</u></b> erarbeitet.</p> <p><a href="https://www.fh-bielefeld.de/iu/ites/hmi2021/forschung-und-lehre">https://www.fh-bielefeld.de/iu/ites/hmi2021/forschung-und-lehre</a></p>	

### Zirkuläre Farbstoffsolarzelle

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Bielefeld
<b>Name des Angebots:</b>	Zirkuläre Farbstoffsolarzelle
<b>Art des Angebots:</b>	Promotion
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Marius Dotter Mail: <a href="mailto:marius.dotter@fh-bielefeld.de">marius.dotter@fh-bielefeld.de</a>
<p>Eine textile, ungiftige Farbstoffsolarzelle soll es möglich machen: Aus dem Stoff von Markisen, Sonnenschirmen, Rucksäcken oder Zelten kann Energie gewonnen werden, die zum Aufladen oder Betrieb kleinerer elektronischer Geräte genutzt werden kann. Im Projekt „SolarFlex“ an der FH Bielefeld wird daran geforscht.</p> <p>Was nach einer revolutionären Hightech-Erfindung klingt, ist der Natur nachempfunden und vor allem eins: nachhaltig. „Die Farbstoff-Solarzelle ist ungiftig, und durch die geschickte Auswahl der Bestandteile soll sie kostengünstig und später <b>ein-fach recycelbar</b> sein“, erklärt Projektleiter Marius Dotter, der zu diesem Thema an der FH Bielefeld in Kooperation mit der Universität Bielefeld promoviert. Das Projekt steht momentan noch ganz am Anfang, aber die FH greift damit einen Trend auf, der schon bald in unseren Alltag einziehen könnte.</p> <p><a href="https://www.fh-bielefeld.de/presse/pressemitteilungen/strom-aus-textilien">https://www.fh-bielefeld.de/presse/pressemitteilungen/strom-aus-textilien</a></p>	

#### 4.3.6 Fachhochschule der Wirtschaft

##### Digitalisierung und Marketing bei Circular Economy

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule der Wirtschaft
<b>Name des Angebots:</b>	Online-Seminar: „Der Kunde entscheidet, was Nachhaltigkeit ist“: Digitalisierung und Marketing bei Circular Economy
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Eckard Koch Mail: eckhard.koch@fhdw.de
<p>Unternehmen arbeiten immer nachhaltiger. Oder tun sie nur so? Welche Rolle spielt die Digitalisierung und welche das Marketing bei der <b>Entwicklung der Circular Economy</b>? Mit einem Panel von vier Fachfrauen und -männern ging die FHDW diesen für die globale Wirtschaft zukunftsweisenden Fragen in einer Online-Veranstaltung nach – moderiert von der FHDW-Prodekanin für Betriebswirtschaft, Prof. Dr. Angelika Röchter. Beispielsweise ging es um das Vorhaben von Amazon und Google, künftig auf Elektromobilität und <b>recycelte Produktbestandteile</b> zu setzen.</p> <p><a href="https://www.fhdw.de/de/news/news-paderborn/online-seminar-nachhaltigkeit.html">https://www.fhdw.de/de/news/news-paderborn/online-seminar-nachhaltigkeit.html</a></p>	

#### 4.3.7 Fachhochschule des Mittelstands

##### Ressourcenschonendes Bauen im Handwerk

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule des Mittelstands
<b>Name des Angebots:</b>	Ressourcenschonendes Bauen im Handwerk
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Dr. h. c. Volker Wittberg Mail: wittberg@fh-mittelstand.de
<p>In diesem groß angelegten Projekt haben Studierende und Professoren Konzepte entwickelt, wie <b>ressourcenschonendes Bauen</b> bei gleichzeitig zielgruppenspezifisch adäquater Kommunikation zukünftig besser gelingen können. Im Projekt arbeiteten Studierende aus völlig unterschiedlichen Fachrichtungen zusammen. Durch das interdisziplinäre Team konnten die gewerkeübergreifende Kooperation und Kommunikation am Beispiel des ressourcenschonenden Bauens und Sanierens praxisnah aus beiden fachlichen Blickwinkeln entwickelt werden. Die Ergebnisse werden über das Projekt hinaus verwendet und beeinflussen zum Beispiel die zukünftigen Inhalte und Zielsetzungen der entsprechenden FHM-Studiengänge.</p> <p>Das Projekt lief vom 12.06.2017 bis zum 11.03.2020.</p> <p><a href="https://www.fh-mittelstand.de/nachhaltigkeit/ressourcenschonendes-bauen-im-handwerk">https://www.fh-mittelstand.de/nachhaltigkeit/ressourcenschonendes-bauen-im-handwerk</a></p>	

#### 4.3.8 Fachhochschule Dortmund

##### Umwelttechnik

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Dortmund
<b>Name des Angebots:</b>	Umwelttechnik
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Volker Helm Mail: volker.helm@fh-dortmund.de
<p>Die Lehrveranstaltung kann im Rahmen des Bachelorstudiengangs „Maschinenbau“ besucht werden. Am Ende des Moduls sind die Studierenden dazu fähig, die Rechtsquellen des Umweltrechts und einschlägige gesetzliche Regelungen (u. a. <b>Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht</b>) beschreiben zu können. Ein Lehrinhalt umfasst auch das Thema „<b>Abfall und Aufbereitung</b>“.</p> <p><a href="https://www.fh-dortmund.de/medien/FB05_Modulhandbuch_Bachelor_MB_20211014.pdf">https://www.fh-dortmund.de/medien/FB05_Modulhandbuch_Bachelor_MB_20211014.pdf</a></p>	

## Ressource Architektur

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Dortmund
<b>Name des Angebots:</b>	Ressource Architektur
<b>Art des Angebots:</b>	Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Ralf Dietz Mail: ralf.dietz@fh-dortmund.de
<p>Die Architektur steht heute vor entscheidenden Veränderungen. Gesellschaftliche und kulturelle Umbrüche, Klimawandel, endliche Rohstoffressourcen und ein wachsendes Bewusstsein für Ökologie und Nachhaltigkeit stellen die Baukunst vor neue Herausforderungen. Dadurch haben sich auch die Anforderungen an Architekt*innen in den letzten Jahren deutlich verändert. Es sind neue Aufgaben hinzugekommen, die das Berufsfeld erweitern. Dazu gehören zum Beispiel Bauen im Bestand, energetische Sanierung, Denkmalpflege, Umgang mit Leerstand sowie Umnutzung und Flexibilisierung. Besonders wichtig ist der <b><u>ressourcenschonende Umgang mit Baustoffen</u></b> und intelligente Planung, um möglichst viel Energie einzusparen. Hier setzt der Masterstudiengang Ressource Architektur an. Er befasst sich mit den gesellschaftlich und ökologisch relevanten Themen und ihren Auswirkungen auf die Architektur.</p> <p>Der Masterstudiengang beschäftigt sich mit Fragen, wie z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie können wir mit gesellschaftlichen Veränderungen und dem Klimawandel in der Zukunft umgehen?</li> <li>• Wie können wir mit zunehmendem Leerstand umgehen?</li> <li>• Wie können wir Strategien für energiearme und <b><u>ressourcensparende Baustrukturen</u></b> entwickeln?</li> <li>• Welche Chancen bietet das Weiterbauen und der Umbau unseres Gebäudebestands?</li> </ul> <p>Dabei kann die Vertiefung „Entwicklung innovativer, strategischer und nachhaltiger Konzepte“ angestrebt werden.</p> <p><a href="https://www.fh-dortmund.de/studiengaenge/ressource-architektur-master.php">https://www.fh-dortmund.de/studiengaenge/ressource-architektur-master.php</a></p>	

## Gebäudehüllen aus Metall

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Dortmund
<b>Name des Angebots:</b>	Gebäudehüllen aus Metall
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrinhalte im Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Dr. rer. nat. Emma Davies Mail: emma.davies@fh-bielefeld.de
<p>Gebäudehüllen aus Metall beschäftigt sich mit Fragen wie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie werden moderne Gebäudehüllen konstruktiv, ästhetisch und energetisch nachhaltig gestaltet?</li> <li>• Wie schlagen sich aktuelle Trends und neueste Technologien in der Gebäudefassade nieder?</li> <li>• Warum ist es wichtig, das Thema auch vor Ort und mit allen relevanten Systemanbietern zu diskutieren?</li> </ul> <p>Der Masterstudiengang schließt sich an Architektur-Bachelorstudiengänge an. Die Studierenden erwerben Fachkompetenz u. a. in der Darstellung nachhaltiger und <b>ressourcenschonender Anwendungen, Herstellung und Montage</b>. Außerdem werden in dem Modul Bauphysik Baustoffe und Bausysteme im Hinblick auf Nachhaltigkeit beurteilt.</p> <p><a href="https://www.fh-dortmund.de/studiengaenge/gebaeudehuelen-aus-metall-master.php">https://www.fh-dortmund.de/studiengaenge/gebaeudehuelen-aus-metall-master.php</a></p>	

### 4.3.9 Fachhochschule Münster

#### ReWaste 4.0

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Münster
<b>Name des Angebots:</b>	ReWaste 4.0 - Recycling and Recovery of Waste 4.0
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr.-Ing. Sabine Flamme Mail: flamme@fh-muenster.de
<p>In diesem Projekt werden neue Industrie 4.0 Ansätze (z.B. „digital networking“, Kommunikation zwischen Abfall-Qualität und Anlagen-Performance, dynamische Prozesssteuerung und -optimierung, Robotics, etc.) zur Weiterentwicklung der Abfallwirtschaft in <b>Richtung Kreislaufwirtschaft („circular economy“)</b>, mit speziellem Fokus auf <b>vernetzte Recycling- und Verwertungsprozesse</b> höchster Qualität, untersucht und auch implementiert. ReWaste4.0 besteht aus einem übergreifenden strategischen Projekt und zwei technischen Bereichen („Areas“) mit insgesamt sechs untergeordneten Einzelprojekten.</p> <p>Im strategischen Projekt erfolgen u.a. bereichsübergreifende Grundlagenarbeiten. Dazu gehören Abfallwirtschaftsmarkt- und Technologieanalysen, Benchmarkingsysteme für die <b>Abfallwirtschaft</b>, wirtschaftliche und ökologische Bewertung (z.B. LCA-Analyse) der technischen Entwicklungen, internationale strategische Positionierung der K-Projektthemen aber auch internationales Networking. (...)</p> <p><a href="https://www.fh-muenster.de/forschung/forschungsprofil/projekt.php?anzeige=projekt&amp;pr_id=884">https://www.fh-muenster.de/forschung/forschungsprofil/projekt.php?anzeige=projekt&amp;pr_id=884</a></p>	

## Ressourcen- und Klimaschutz in der Siedlungsabfallwirtschaft des Landes NRW

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Münster
<b>Name des Angebots:</b>	Ressourcen- und Klimaschutz in der Siedlungsabfallwirtschaft des Landes NRW
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr.-Ing. Sabine Flamme Mail: flamme@fh-muenster.de
<p>Ziel der geplanten Studie ist es, weitere Optimierungsmöglichkeiten bezüglich des Klimaschutzes, insbesondere unter Berücksichtigung der Klimaschutzvereinbarungen und der <b>Ressourcenschonung für die Siedlungsabfallwirtschaft</b> in NRW aufzuzeigen. Klima- und der Ressourcenschutz sind zwei aktuelle Aktivitätsfelder der Abfallwirtschaft in NRW. Die Abfallwirtschaft in Nordrhein-Westfalen wandelt sich von der Entsorgungs- zu einer <b>Kreislaufwirtschaft</b>. Verwertbare Stoffe werden in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt und tragen so zum Ressourcenschutz bei. Die Studie soll Möglichkeiten für eine künftige Optimierung beider Aktionsfelder, <b>Klima- und Ressourcenschutz</b>, auf der Basis des Ist-Zustandes untersuchen. In NRW fallen ca. 8 Mio. Tonnen Abfälle aus privaten Haushalten (Restabfall und Sperrmüll, getrennt erfasste Bioabfälle, getrennt erfasste Wertstoffe) an. Im Rahmen der Studie ist eine getrennte Betrachtung der verschiedenen Fraktionen, wie z.B. Bioabfall, Papier, Glas, Kunststoffe, Metall und Restabfall, erforderlich. Da Nordrhein-Westfalen trotz der relativ dichten Besiedlung große Unterschiede in der Bevölkerungsdichte aufweist, soll auch der Einfluss dieses Parameters untersucht werden. Zur Sicherstellung nachhaltiger Lösungen wird der Auftragnehmer medienübergreifende Aspekte des Boden-, des Immissions- und des Gewässerschutzes in die Diskussion einbeziehen. Auch Wechselwirkungen zwischen Ressourcenschutz und Klimaschutz sind zu betrachten. Zudem sollen Hinweise zu der ökonomischen Vertretbarkeit der Vorschläge gegeben werden.</p> <p><a href="https://www.fh-muenster.de/msd/personen/personenprofile/prof_schulz.php?anzeige=projekt&amp;pr_id=457&amp;m=p">https://www.fh-muenster.de/msd/personen/personenprofile/prof_schulz.php?anzeige=projekt&amp;pr_id=457&amp;m=p</a></p>	

### Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen an der FH Münster

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Münster
<b>Name des Angebots:</b>	Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen an der FH Münster
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr.-Ing. Sabine Flamme Mail: flamme@fh-muenster.de
<p>Ziel der Antragsteller ist es, aufbauend auf den bisherigen Forschungsaktivitäten in diesem Sektor, ein interdisziplinäres Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen an der FH Münster aufzubauen. Dies verlangt auf verschiedenen Handlungsebenen (technisch, wirtschaftlich, gesellschaftlich) eine Vielzahl neuer, zukunftsfähiger Strategien, die den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken im Hoch- und Tiefbau adressieren.</p> <p>Angestrebte Ergebnisse des mit dem Projekt verfolgten Forschungsansatzes sind: (i) Identifikation der in den einzelnen Phasen des <b>Lebenszyklus eines Bauwerks</b> vorhandenen Defizite/Potenziale bei der <b>zirkulären Wertschöpfung</b> vor dem Hintergrund der Digitalisierung, (ii) Definition von Anforderungsprofilen (z.B. Datensätze, Formate) für verschiedenen Lebenszyklusphasen eines Bauwerks, um digitale Methoden und Instrumente einsetzen zu können, (iii) Entwicklung digitaler Werkzeuge zur durchgängigen Datenbereitstellung und (iv) Optimierungsansätze zur umfassenden Einbindung und Nutzung der Digitalisierung bei der <b>Schließung von Kreisläufen im Bauwesen</b>.</p> <p><a href="https://www.fh-muenster.de/forschung/forschungsprofil/projekt.php?anzeige=projekt&amp;pr_id=1136">https://www.fh-muenster.de/forschung/forschungsprofil/projekt.php?anzeige=projekt&amp;pr_id=1136</a></p>	

#### 4.3.10 Fachhochschule Südwestfalen

##### Spezielle Verfahren der Umwelttechnik

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Südwestfalen
<b>Name des Angebots:</b>	Spezielle Verfahren der Umwelttechnik
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr.-Ing. Andreas Nevoigt Mail: nevoigt.andreas@fh-swf.de
<p>Inhalte</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung: Umweltmanagement, Umweltgesetze, <b>Kreislaufwirtschaft</b>, fiskalische Instrumente (Abgaben, Steuern, Zertifikate)</li> <li>2. Industrielle Wasserwirtschaft: Wasseranalytik, Wassergewinnung, industrielle und kommunale Abwasserreinigung</li> <li>3. Abluftreinigung: Luftanalytik, Schadstoffemission, -ausbreitung, Staubabscheidung, Absorption, Adsorption, Rauchgasreinigung</li> <li>4. Verfahren der <b>Abfallbehandlung</b>: Geschichte, Abfallrecht, Sammlung und Transport, Zwischenlagerung, Kompostierung, Deponien, <b>Recycling</b></li> </ol> <p><a href="https://www.fh-swf.de/media/neu_np/hv_2/dateien_sg_2_4/verlaufsplaene_modulhandbuecher_1/hagen/tbw_neu/MHB_FH_SWF_WINF_BPO2015_2019-05-16.pdf">https://www.fh-swf.de/media/neu_np/hv_2/dateien_sg_2_4/verlaufsplaene_modulhandbuecher_1/hagen/tbw_neu/MHB_FH_SWF_WINF_BPO2015_2019-05-16.pdf</a></p>	

## Kunststofftechnik

<b>Name der Hochschule:</b>	Fachhochschule Südwestfalen
<b>Name des Angebots:</b>	Kunststofftechnik
<b>Art des Angebots:</b>	Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Andreas Ujma Mail: <a href="mailto:ujma.andreas@fh-swf.de">ujma.andreas@fh-swf.de</a>
<p>Kunststoffingenieur*innen werden von der Industrie dringend gesucht. Vor allem in Nordrhein-Westfalen, dem Zentrum der deutschen und europäischen Kunststoffindustrie. Arbeitsbereiche reichen von Forschung und Entwicklung über die Produktion und Produktentwicklung bis hin zur Qualitätssicherung und Material- und Bauteilprüfung. Arbeitgeber*innen sind beispielsweise Hersteller von Maschinen, Werkzeugen oder Rohstoffen, Produzenten von Kunststoffformteilen ebenso wie Forschungslaboratorien und -institute.</p> <p>In dem Modul „Fertigungsverfahren Kunststoffe 1“ wird bspw. das Thema <b><u>Entsorgung und Recycling von Kunststoffen</u></b> behandelt. In dem Modul „Konstruieren mit Kunststoffen“ wird schon am Anfang der Wertschöpfungskette angesetzt und der Bereich <b><u>recyclinggerechtes Konstruieren</u></b> thematisiert.</p> <p><a href="https://www.fh-swf.de/de/studienangebot/studiengaenge/kunststofftechnik/kunststofftechnik_b_eng_.php">https://www.fh-swf.de/de/studienangebot/studiengaenge/kunststofftechnik/kunststofftechnik_b_eng_.php</a></p>	

#### 4.3.11 Fernuniversität Hagen

##### Ringvorlesung: Kreislaufwirtschaft als Zukunftskunst

<b>Name der Hochschule:</b>	Fernuniversität Hagen
<b>Name des Angebots:</b>	Ringvorlesung: Kreislaufwirtschaft als Zukunftskunst
<b>Art des Angebots:</b>	Sonstiges
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Gerd Dapprich Mail: <a href="mailto:presse@fernuni-hagen.de">presse@fernuni-hagen.de</a>
<p>In der Ringvorlesung „Energie, Umwelt und Nachhaltigkeit“ der FernUniversität in Hagen ging es um „Kreislaufwirtschaft als Zukunftskunst“. Referenten sind Prof. Dr. Uwe Schneidewind und Dr. Henning Wilts vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.</p> <p>Unsere künftigen <b>Produktions- und Konsummuster</b> müssen sich zu einer <b>Kreislaufwirtschaft</b> entwickeln. Die damit verbundene Steigerung der <b>Ressourceneffizienz</b> birgt viele Potenziale zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie in sich. Trotz immer wieder betonter Kosteneinsparpotentiale sind wir von einer solchen Kreislaufwirtschaft jedoch noch weit entfernt: Weit über 80% unserer eingesetzten Rohstoffe sind noch immer ressourcenintensive Primärmaterialien.</p> <p>Deutschland hat sich hierbei lange auf technologische Lösungen verlassen, eine konsistente Kreislaufwirtschaftsstrategie fehlt ebenso wie eine Kultur der Abfallvermeidung, in der weniger und nicht mehr Abfall die Grundlage erfolgreicher Geschäftsmodelle bilden würde. Das Konzept der Zukunftskunst versucht diese verschiedenen Aspekte erfolgreicher Transformationen integriert zu betrachten und damit speziell die <b>Technikfixierung der Kreislaufwirtschaft</b> kritisch zu hinterfragen.</p> <p><a href="https://www.fernuni-hagen.de/universitaet/aktuelles/2019/11/am-20-rv-eun-kreislaufwirtschaft-als-zukunftskunst.shtml">https://www.fernuni-hagen.de/universitaet/aktuelles/2019/11/am-20-rv-eun-kreislaufwirtschaft-als-zukunftskunst.shtml</a></p>	

#### 4.3.12 Folkwang Universität der Künste

##### Design for Sustainability & Circularity

<b>Name der Hochschule:</b>	Folkwang Universität der Künste
<b>Name des Angebots:</b>	Design for Sustainability & Circularity
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsschwerpunkt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. Christa Liedtke Mail: <a href="mailto:christa.liedtke@folkwang-uni.de">christa.liedtke@folkwang-uni.de</a>
<p>Das Lehrgebiet Design for Sustainability &amp; Circularity stellt einen besonderen Schwerpunkt in der Forschung und Lehre des Studiengangs Industrial Design an der Folkwang UdK dar, lautet es doch im Manifest in Arbeit: „Nachhaltigkeit ist für das Industrial Design eine Standardeinstellung.“</p> <p>In den Lehrveranstaltungen lernen die Studierenden vielfältige Methoden, um sich den komplexen Systemzusammenhängen der Fragen zur Nachhaltigkeit anzunähern. Auch ist es möglich, sich an Forschungsprojekten der Folkwang UdK und des Wuppertal Instituts zu beteiligen. Im Kern von Forschung und Lehre steht die Frage, wie eine Veränderung hin zu einer dauerhaft zukunftsfähigen Entwicklung der Gesellschaft gestaltet werden kann. Nachhaltige Produkte und Dienstleistungen sind dafür notwendig. „Design for Sustainability“, „Design for Social Change“, „<b>Design for Circularity</b>“ und „Transition Design“ sind zentrale Begriffe des Forschungs- und Lehrgebietes.</p> <p><a href="https://id.folkwang-uni.de/lehrgebiete/design-for-sustainability-circularity/">https://id.folkwang-uni.de/lehrgebiete/design-for-sustainability-circularity/</a></p>	

## Kreisläufe der Küche

<b>Name der Hochschule:</b>	Folkwang Universität der Künste
<b>Name des Angebots:</b>	Kreisläufe der Küche
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. Christa Liedtke Mail: <a href="mailto:christa.liedtke@folkwang-uni.de">christa.liedtke@folkwang-uni.de</a>
<p>Masterstudierende sollten im Rahmen dieses Kurses am Beispiel des Kühlschranks Produkte (um-)gestalten, sodass die enthaltenen <b>Stoffe für die Kreislaufwirtschaft</b> verfügbar sind. Dabei wurden unter anderem die Geschichte von Frost und Kälte im Schrank untersucht, Soziale Praktiken bei der Lagerung von Lebensmitteln in Haushalten beobachtet, rechtliche Grundlagen des Elektrorecyclings und der <b>Recyclingprozess</b> von Kühlschränken analysiert. Es wurden verschiedene Projekte entwickelt, die sich mit unterschiedlichen Aspekten des Kühlens beschäftigten und Themen wie das Kühlen mit Hilfe von Low-Tech-Technologien, Modularität für eine <b>Verlängerung des Produktzyklus</b>, Veränderung von Einkaufspraktiken oder auch das <b>Kühlen als Service</b> in den Fokus stellten.</p> <p><a href="https://id.folkwang-uni.de/projekte/zirkulare-kuhlsysteme/">https://id.folkwang-uni.de/projekte/zirkulare-kuhlsysteme/</a></p>	

## Circular Discount

<b>Name der Hochschule:</b>	Folkwang Universität der Künste
<b>Name des Angebots:</b>	Circular Discount
<b>Art des Angebots:</b>	Abschlussarbeiten
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. Christa Liedtke Mail: <a href="mailto:christa.liedtke@folkwang-uni.de">christa.liedtke@folkwang-uni.de</a>
<p><b><u>Unverpackt einkaufen</u></b> funktioniert derzeit nur innerhalb eines begrenzten Sortiments, ist mit Mehraufwand verbunden und schlussendlich auch nicht vollständig müllfrei.</p> <p>Circular Discount thematisiert die Frage, ob das Einkaufen loser Produkte für die Masse konsequent und transparent funktionieren kann. Die Kund*innen füllen ihre Produkte mithilfe einer App nach eigenen Bedarfsmengen aus einem Mehrkammer-System in <b><u>Mehrwegboxen</u></b> mit Vakuumverschluss ab. Dabei besitzt jedes Produkt einen Fußabdruck, der angibt, wie viel <b><u>Abfall</u></b> innerhalb der gesamten Produktions- und Lieferkette angefallen ist und den Konsument*innen unter anderem damit ermöglicht, ökologische Aspekte ohne Aufwand in die eigene Kaufentscheidung zu integrieren.</p> <p><a href="https://id.folkwang-uni.de/projekte/circular-discount/">https://id.folkwang-uni.de/projekte/circular-discount/</a></p>	

#### 4.3.13 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

##### Heine-Center for Sustainable Development (HCSD)

<b>Name der Hochschule:</b>	Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
<b>Name des Angebots:</b>	Heine-Center for Sustainable Development (HCSD), Section Environment
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Claudia Lüpschen Mail: <a href="mailto:claudia.luepschen@hhu.de">claudia.luepschen@hhu.de</a>
<p>Das HCSD hat die Aufgabe, die nachhaltigen Entwicklungsziele in einem offenen, partizipativen und reflexiven Prozess zu erarbeiten und deren Umsetzung zu begleiten. Es widmet sich den Bereichen nachhaltiger Entwicklung in den drei Sections Diversity, Environment und Health.</p> <p>Als tolerante, weltoffene und dialogorientierte Universität sieht die HHU im Schutz der Umwelt und im <b>nachhaltigen Wirtschaften mit natürlichen Ressourcen</b> eine wichtige Grundlage für ihr Handeln.</p> <p>Das Center befindet sich noch im Aufbau.</p> <p><a href="https://www.hcsd.hhu.de/">https://www.hcsd.hhu.de/</a></p>	

## Nachhaltige Chemie

<b>Name der Hochschule:</b>	Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
<b>Name des Angebots:</b>	Nachhaltige Chemie
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Laura Hartmann Mail: <a href="mailto:laura.hartmann@hhu.de">laura.hartmann@hhu.de</a>
<p>Das Bachelormodul „Nachhaltigkeit in der Chemie“ fand im Sommersemester 2021 erstmals statt. In diesem Modul sollen Lehrinhalte, die sich aus der konsequenten Anwendung des <b>Prinzips der Kreislaufwirtschaft</b> ergeben vermittelt werden. Inhalt sind u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Begrifflichkeiten der Abfallwirtschaft</b> (Vermeidung, Wiederverwendung, Recycling, Verwertung, Deponierung),</li> <li>• Darstellung am Beispiel der Polymere</li> <li>• <b>Abfallpyramide, Abfallvermeidungsstrategien</b> der EU</li> <li>• Nationale Gesetzgebung (<b>Kreislaufwirtschaftsgesetz</b>, ...)</li> <li>• <b>Prinzipien der Circular Economy</b>, Darstellung am Beispiel der Polymere</li> </ul> <p>Ergänzendes Praktikum: Chemisches Recycling von PET, Hydrolyse von Kunststoffen, Sammeln und Analyse von Mikroplastik, Synthese von Treibstoffen und Polymeren aus <b>nachwachsenden Rohstoffen</b>, Trennung und Recycling von Lösungsmittelgemischen zur Rückgewinnung für den Laborgebrauch.</p> <p><a href="https://www.chemie.hhu.de/aktuelles/termine/news-detailansicht/nachhaltigkeit-in-der-chemie">https://www.chemie.hhu.de/aktuelles/termine/news-detailansicht/nachhaltigkeit-in-der-chemie</a></p>	

#### 4.3.14 Hochschule Bochum

##### Umwelttechnik 3 – Kreislauf

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Bochum
<b>Name des Angebots:</b>	Umwelttechnik 3 - Kreislaufwirtschaft
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Peter Hense Mail: peter.hense@hs-bochum.de
<p>Dieses Modul kann im Rahmen der Bachelorstudiengänge Bau- bzw. Umweltingenieurwesen belegt werden. Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Zielsetzung, der einschlägigen <b>technischen Verfahren</b> sowie der <b>rechtlichen Grundlagen</b> der <b>Kreislaufwirtschaft</b> und der Abfallentsorgung / -verwertung. Aktuelle Herausforderungen für einen <b>Kreislaufschluss verschiedener Abfallströme</b> (z. B. Verpackungen) können identifiziert sowie Lösungsvorschläge für Konsumierende und produzierendes Gewerbe erarbeitet werden.</p> <p>Sie erwerben dabei Kenntnisse zu rechtlichen Grundlagen und Technologien der <b>Abfallbehandlung</b> und des <b>Recyclings</b> sowie vertiefende Kenntnisse über berufliche Fertigkeiten eines Planers, Bauleiters und Betreibers von <b>abfallwirtschaftlichen Anlagen</b></p> <p>Darüber hinaus erwerben sie die Kompetenz der Entwicklung von Managementkonzepten für die umweltgerechte Aufbereitung, das Recycling und die Entsorgung von Abfällen sowie die Kompetenz der Bewertung von Verfahrenskonzepten nach Effizienz und Umweltgesichtspunkten sowie Ableitung von Optimierungsmöglichkeiten.</p> <p><i><a href="https://www.hochschule-bochum.de/fileadmin/public/Studium/Bildungsangebot/ordnungen/bachelor/CCC/FBB/b_BA-Umweltingenieurwesen-MHB.pdf">https://www.hochschule-bochum.de/fileadmin/public/Studium/Bildungsangebot/ordnungen/bachelor/CCC/FBB/b_BA-Umweltingenieurwesen-MHB.pdf</a></i></p>	

**Labor für Nachhaltigkeit in der Technik**

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Bochum
<b>Name des Angebots:</b>	Labor für Nachhaltigkeit in der Technik
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr.-Ing. Semih Severengiz Mail: semih.severengiz@hs-bochum.de
<p>Das Labor für Nachhaltigkeit in der Technik behandelt die Forschungsschwerpunkte Entwicklung und Bewertung nachhaltiger <b>Sharing-Konzepte</b> im Bereich Mobilität, Nachhaltigkeitsanalyse und -bewertung von technischen Produkten und Dienstleistungen, Entwicklung von Kriterien und Indikatoren zur Bewertung von Nachhaltigkeitseffekten sowie Erarbeitung eines blockchain-basierten Token-Modells für Impact Investoren am Beispiel erneuerbare Energie. Konkret werden dort u. a. Methoden und Leistungsindikatoren zur Verbesserung von Produkteigenschaften unter Kriterien der Nachhaltigkeit und <b>Lebenszyklusanalysen</b> behandelt.</p> <p><a href="https://www.hochschule-bochum.de/fbe/fachgebiete/labor-fuer-nachhaltigkeit-in-der-technik/">https://www.hochschule-bochum.de/fbe/fachgebiete/labor-fuer-nachhaltigkeit-in-der-technik/</a></p>	

## Umweltingenieurwesen

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Bochum
<b>Name des Angebots:</b>	Umweltingenieurwesen
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrinhalte im Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Peter Hense Mail: peter.hense@hs-bochum.de
<p>Das Studium des Umweltingenieurwesens richtet sich an technisch-naturwissenschaftlich interessierte Studienanfänger*innen, die einen klaren Bezug zu den Themenfeldern Umwelt, Klimawandel, Nachhaltigkeit, Infrastruktur und erneuerbare Energien suchen. Die Aufgabengebiete von Umweltingenieur*innen und Umweltingenieuren sind vielfältig und umfassen die Planung, Entwicklung und Überwachung von technischen Verfahren, nachhaltigen Infrastrukturen sowie von Maßnahmen zum Schutz der Umwelt.</p> <p>In den beiden Vertiefungsrichtungen werden Module angeboten, die das Thema Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft aufgreifen. Bspw. lernen Studierende über den <b><u>scho-nenden Umgang mit Rohstoffen</u></b>, die verschiedenen <b><u>Recyclingmöglichkeiten</u></b> sowie <b><u>Cradle to Cradle-Prinzipien</u></b> und <b><u>Urban Mining</u></b>. Darüber hinaus entwickelt die Studierenden selbstständig <b><u>Produktkreisläufe und Recyclingpotenziale</u></b>.</p> <p><a href="https://www.hochschule-bochum.de/umweltingenieurwesen/">https://www.hochschule-bochum.de/umweltingenieurwesen/</a></p>	

#### 4.3.15 Hochschule Bonn-Rhein-Sieg

##### Institut für Technik, Ressourcenschonung und Energieeffizienz

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
<b>Name des Angebots:</b>	Institut für Technik, Ressourcenschonung und Energieeffizienz
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Dr. Scheuer, Udo Mail: vp4@h-brs.de
<p>Viele Technologiezweige leisten erstaunliches, jedoch geht es immer noch etwas besser, schneller, leichter, effizienter oder einfach intelligenter. In dem Institut für Technik, <b>Ressourcenschonung</b> und Energieeffizienz forschen rund 40 Wissenschaftler*innen der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg zu technisch-naturwissenschaftlichen Themen und bieten ihre Expertise für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben an.</p> <p>Gemeinsame Forschungsprojekte: Das Institut ist stark an einem Transfer von nachhaltigkeitsorientierter Technologie in die Gesellschaft und Industrie interessiert. Daher werden regelmäßig neue Partner*innen, um gemeinsam spannende Forschungsthemen umzusetzen, gesucht.</p> <p>Folgende Bereiche werden unter anderem in dem Forschungsfeld Nachhaltige Materialien bearbeitet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Biopolymere</li> <li>● Nachhaltige Baustoffe</li> <li>● Optimierung von Verpackungsmaterialien</li> <li>● Verstärkte Kunststoffe</li> </ul> <p>Beispielsweise beschäftigt sich das Projekt „biobasierte Produkte“ mit der <b>stofflichen Verwertung nachwachsender Rohstoffe</b> zur Entwicklung neuer innovativer und nachhaltiger Materialien. Darüber hinaus beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe mit der <b>ganzheitlichen Bilanzierung und Life Cycle Assessment von polymeren Materialien</b>.</p> <p><a href="https://www.h-brs.de/de/tree">https://www.h-brs.de/de/tree</a></p>	

**Materials Science and Sustainability Methods**

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
<b>Name des Angebots:</b>	Materials Science and Sustainability Methods
<b>Art des Angebots:</b>	Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Christian Dresbach Mail: christian.dresbach@h-brs.de
<p>Der Studiengang ist im Feld der Materialwissenschaften und der technischen Nachhaltigkeit angesiedelt. Er vermittelt Methodenkompetenzen im Bereich der Materialentwicklung, Materialverarbeitung und Materialanalytik sowie im Bereich von Nachhaltigkeitsaspekten wie <b>effizientere Werkstoffe</b>, <b>Life Cycle Assessment</b>, ganzheitliche Bilanzierung, <b>Ressourcenschonung</b> und <b>nachwachsende Rohstoffe</b>.</p> <p><a href="https://www.h-brs.de/de/anna/studienangebot/master/materials-science-and-sustainability-methods">https://www.h-brs.de/de/anna/studienangebot/master/materials-science-and-sustainability-methods</a></p>	

**Neue Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen**

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
<b>Name des Angebots:</b>	Materials Science and Sustainability Methods
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrinhalt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. Margit Schulze Mail: <a href="mailto:margit.schulze@h-brs.de">margit.schulze@h-brs.de</a>
<p>In diesem Modul werden Studierende mit den wichtigsten Rohstoffarten und deren Aufbereitung vertraut. Thematisiert wird u. a. die Verfügbarkeit, Gewinnung, Reinigung, Verarbeitung <b>nachwachsender Rohstoffe</b>; Eigenschaftsprofile von <b>Materialien</b> aus nachwachsenden Rohstoffen; Einsatzgebiete von Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen sowie Möglichkeiten zum Abbau bzw. <b>Recycling</b> von Materialien.</p> <p>Das Modul kann im Rahmen des Bachelorstudiengangs „Chemie mit Materialwissenschaften“ belegt werden.</p> <p><a href="https://www.h-brs.de/files/related/modulhandbuch_bsc_chemie_deutschsprachig_o.pdf">https://www.h-brs.de/files/related/modulhandbuch_bsc_chemie_deutschsprachig_o.pdf</a></p>	

#### 4.3.16 Hochschule des Bundes für öffentliche Verwaltung

##### Umweltschutz und Verwaltungsrecht

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule des Bundes für öffentliche Verwaltung
<b>Name des Angebots:</b>	Umweltschutz und Verwaltungsrecht
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Claus Hoffmann Mail: Claus.Hoffmann@hsbund.de
<p>Die Studierenden sollen im Umweltschutz für das Umweltrecht als interdisziplinäre Querschnittsmaterie mit ihren Bezügen u.a. zum Verfassungs-, Verwaltungs- und Strafrecht sowie zur Soziologie, Ökonomie und zum Facility Management Verständnis gewinnen, die wesentlichen Teilgebiete und Problemfelder dieser Materie kennen und die Regelungen in Bezug auf die berufliche Tätigkeit im gehobenen nichttechnischen Verwaltungsdienst in der Bundeswehrverwaltung kennen und erklären können, Instrumente des Umweltrechts und das Umweltverwaltungsrecht im Überblick kennen und erläutern können, die Notwendigkeit, Ziele Prinzipien sowie Instrumente der staatlichen Umweltpolitik kennen und erläutern können, die Aufgaben des liegenschaftsbezogenen Umweltschutzes verstehen, insbesondere die einschlägigen Vorschriften anwenden können und soziale und psychologische Einflüsse auf Umweltverhalten erkennen und mögliche Interventionsmaßnahmen zur Veränderung von Umweltverhalten kennenlernen. Außerdem wird als Inhalt auch das <b><u>Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz</u></b> behandelt.</p> <p><a href="https://www.hsbund.de/SharedDocs/Downloads/3_Fachbereiche_Studiengaenge/FB_BWV/Modulhandbuch_BWV.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=5">https://www.hsbund.de/SharedDocs/Downloads/3_Fachbereiche_Studiengaenge/FB_BWV/Modulhandbuch_BWV.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=5</a></p>	

#### 4.3.17 Hochschule Düsseldorf

##### Betrieblicher Umweltschutz

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Düsseldorf
<b>Name des Angebots:</b>	Betrieblicher Umweltschutz
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Manfred Wojciechowski Mail: vizepraesident.f@hs-duesseldorf.de
<p>Anforderungen an den betrieblichen Umweltschutz. Anwendung des Umweltrechts in der Praxis. Zu den einzelnen Themenbereichen werden Problemstellungen aus dem betrieblichen Umweltschutz vorgestellt und besprochen. In den Übungen werden dazu Lösungsansätze erarbeitet.</p> <p>Beispiele sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betriebliche Anforderungen an Luftreinhaltung, Lärmschutz, Gewässerschutz und <b>Kreislaufwirtschaft</b></li> <li>- Entstehung und Umsetzung von Umweltrecht und Grenzwerten</li> <li>- Ablauf von Genehmigungsverfahren in der Praxis</li> <li>- Wahrnehmung und Umgang mit Umweltrisiken</li> <li>- Anforderungen von Kundengruppen und der Gesellschaft an den produktbezogenen Umweltschutz und Ökobilanzen.</li> </ul> <p><a href="https://mv.hs-duesseldorf.de/studium/studiengaenge/bachelor-wirtschaftsingenieurwesen-maschinenbau/Documents/1117_Modulhandbuch_Wahlf%C3%A4cher_Bachelor-091117.pdf#search=kreislaufwirtschaft">https://mv.hs-duesseldorf.de/studium/studiengaenge/bachelor-wirtschaftsingenieurwesen-maschinenbau/Documents/1117_Modulhandbuch_Wahlf%C3%A4cher_Bachelor-091117.pdf#search=kreislaufwirtschaft</a></p>	

## Verfahrenstechnik der Zementherstellung I

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Düsseldorf
<b>Name des Angebots:</b>	Verfahrenstechnik der Zementherstellung I
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Dr. Philipp Fleiger Mail: philipp.fleiger@hs-duesseldorf.de
<p>Nach dieser Vorlesung haben die Studierenden die Grundlagen der Zementherstellung von der Gewinnung der Rohstoffe, über die Aufbereitung, den Klinkerbrennprozess bis zum Mahlen und Mischen des Endproduktes kennengelernt. Dabei stehen aktuelle Themen wie Energie- und <b>Rohstoffeffizienz</b>, Umweltschutz, CO<sub>2</sub>-Emissionen und Nachhaltigkeit im Vordergrund. Die Studierenden haben zudem Kenntnisse der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung der Rohmaterialien und des Zements sowie über die im Herstellungsprozess und in der Anwendung relevanten chemischen Reaktionen erlangt. Im Rahmen der Vorlesung wird insbesondere auf die folgenden Sachverhalte eingegangen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrische und thermische Energieeffizienz</li> <li>- Bewertung der Produktqualität und Einflussgrößen bei der Herstellung</li> <li>- Emissionen (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, Staub) und Nachhaltigkeit.</li> </ul> <p>In der Vertiefung Verfahrenstechnik der Zementherstellung II wird u. a. auch der Einsatz alternativer Roh- und Brennstoffe diskutiert.</p> <p><i><a href="https://mv.hs-duesseldorf.de/studium/studiengaenge/bachelor-wirtschaftsingenieurwesen-maschinenbau/Documents/1117_Modulhandbuch_Wahlf%C3%A4cher_Bachelor-091117.pdf">https://mv.hs-duesseldorf.de/studium/studiengaenge/bachelor-wirtschaftsingenieurwesen-maschinenbau/Documents/1117_Modulhandbuch_Wahlf%C3%A4cher_Bachelor-091117.pdf</a></i></p>	

## Umwelt und Verfahrenstechnik

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Düsseldorf
<b>Name des Angebots:</b>	Umwelt- und Verfahrenstechnik
<b>Art des Angebots:</b>	Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Martin Ruess Mail: <a href="mailto:dekanat.mv@hs-duesseldorf.de">dekanat.mv@hs-duesseldorf.de</a>
<p>Die Verfahrenstechnik befasst sich mit der Herstellung und Verarbeitung großer Mengen von Produkten, die keine bestimmte geometrische Form haben (sog. Massengüter wie Pulver, Granulate, Flüssigkeiten oder Gase). Die Produktionsverfahren sind vielfältig: von der Erdölraffinerie bis zur Bierbrauerei. Zur Verarbeitung werden Verfahren der physikalischen, chemischen oder biologischen Stoffwandlung und vielfältige Grundoperationen genutzt: Stoffvereinigung (Mischprozesse) und Stofftrennung (z. B. Filtration, Destillation, Schadstoffabscheidung u. v. m.).</p> <p>Der Studiengang richtet sich an Studierende, die lernen wollen, wie umweltgerecht und nachhaltig produziert werden kann und wie <b>Ressourcen geschont</b> und <b>Abfälle vermieden</b> werden können.</p> <p><a href="https://mv.hs-duesseldorf.de/studium/studiengaenge/bachelor-wirtschaftsingenieurwesen-maschinenbau/Documents/1117_Modulhandbuch_Wahlf%C3%A4cher_Bachelor-091117.pdf#search=kreislaufwirtschaft">https://mv.hs-duesseldorf.de/studium/studiengaenge/bachelor-wirtschaftsingenieurwesen-maschinenbau/Documents/1117_Modulhandbuch_Wahlf%C3%A4cher_Bachelor-091117.pdf#search=kreislaufwirtschaft</a></p>	

#### 4.3.18 Hochschule Fresenius

##### RETHINK: Woche der Nachhaltigkeit

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Fresenius
<b>Name des Angebots:</b>	RETHINK: Woche der Nachhaltigkeit
<b>Art des Angebots:</b>	Sonstiges
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Knepper Mail: studienberatung-duesseldorf@hs-fresenius.de
<p>Herzlich Willkommen! Vom 07. bis 11. Juni 2021 fand das Event RETHINK – Woche der Nachhaltigkeit der Hochschule Fresenius in Zusammenarbeit mit der ecosign – Akademie für Gestaltung statt.</p> <p>Jeder Tag stand dabei unter einem anderen Motto, um die vielfältigen Möglichkeiten einer nachhaltigen Alltagsgestaltung aufzuzeigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montag: Konsum – Von Minimalismus bis Materialismus</li> <li>- Dienstag: Ernährung – Von Flexitarier bis Veganer</li> <li>- Mittwoch: Fashion – Von Fast bis Fair</li> <li>- Donnerstag: <b><u>Abfall – Von Wegwerfen bis Recyceln</u></b></li> <li>- Freitag: Unsere Erde – Von Planet A bis kein Planet B</li> </ul> <p>Auch im nächsten Jahr ist wieder eine Nachhaltigkeitsveranstaltung geplant.</p> <p><a href="https://www.hs-fresenius.de/rethink-woche-der-nachhaltigkeit-2/">https://www.hs-fresenius.de/rethink-woche-der-nachhaltigkeit-2/</a></p>	

#### 4.3.19 Hochschule für Oekonomie & Management

##### KCC Kompetenzzentrum für CSR

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule für Oekonomie & Management
<b>Name des Angebots:</b>	KCC Kompetenzzentrum für CSR
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Piotr Zmuda piotr.zmuda@fom.de
<p>Die Ergebnisse der KCC-Forschung sollen sowohl der inhaltlichen und begrifflichen Weiterentwicklung der CSR-Theorie Rechnung tragen, als auch Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen dabei helfen, neue funktionsbezogene sowie funktionsübergreifende Management-Konzepte und Geschäftsmodelle, die das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung positiv befördern, zu entwickeln und umzusetzen. Den Ausgangspunkt der Betrachtung bildet stets die Überlegung, dass die Wahrnehmung der Verantwortung von Organisationen für die Auswirkungen ihrer Entscheidungen und Tätigkeiten auf die Gesellschaft und Umwelt, welche über die gesetzlichen Bestimmungen hinausgeht und durch Freiwilligkeit gekennzeichnet ist, zu innovativen Lösungen und zur Schaffung eines „gemeinsamen Mehrwertes“, somit zum langfristigen Erfolg, führen kann.</p> <p>Zu den Forschungsbereichen gehören unter anderem auch Sustainable Business Solutions und <b><u>Circular Economy</u></b>.</p> <p><a href="https://www.fom.de/forschung/kompetenzzentren/kcc.html">https://www.fom.de/forschung/kompetenzzentren/kcc.html</a></p>	

#### 4.3.20 Hochschule Hamm-Lippstadt

##### Materialdesign – Bionik und Photonik

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Hamm-Lippstadt
<b>Name des Angebots:</b>	Materialdesign – Bionik und Photonik
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrinhalte im Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Oliver Sandfuchs Mail: oliver.sandfuchs@hshl.de
<p>Karosserien mit bioinspirierten Leichtbau-Rädern und Scharnieren, die so nahtlos sind wie die Panzer von Krabben. Oder optische Linsen aus <b>nachwachsenden Rohstoffen</b>, entspiegelt wie die Augen von Motten. Die Funktionsweisen der Natur zu verstehen und sie in neue Werkstoffe und Produkte zu übersetzen, ist der Kern der Bionik.</p> <p>Neben naturwissenschaftlichen Grundlagen vermittelt Dir der Studiengang "Materialdesign - Bionik und Photonik" handfestes technisches Know-how. Studierende erfahren, wie Materialien entstehen, die neue Maßstäbe in Sachen <b>Leichtbauweise</b>, Nachhaltigkeit, Leistungsfähigkeit und Funktionalität setzen.</p> <p><a href="https://www.hshl.de/studieren/studiengaenge/bachelorstudiengaenge/materialdesign-bionik-photonik/#:~:text=Bachelorstudiengang%20%7C%20Campus%20Lippstadt,Vorbild%20oder%20Natur%20zu%20gestalten.">https://www.hshl.de/studieren/studiengaenge/bachelorstudiengaenge/materialdesign-bionik-photonik/#:~:text=Bachelorstudiengang%20%7C%20Campus%20Lippstadt,Vorbild%20oder%20Natur%20zu%20gestalten.</a></p>	

## Energietechnik und Ressourcenoptimierung

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Hamm-Lippstadt
<b>Name des Angebots:</b>	Energietechnik und Ressourcenoptimierung
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrinhalte im Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Thorsten Cziesla Mail: thorsten.cziesla@hshl.de
<p>Wie wird unsere Energie heute erzeugt, verteilt und gespeichert? Was sind Smart Grids? Und auf welche Weise lassen sich regenerative Energien effizient in unsere Energiesysteme integrieren? Während des Studiums lernen Studierende, wie unsere heutige Energieversorgung technisch funktioniert, wie zukunftsweisende Projekte und Infrastrukturen in der Energiewirtschaft aufgebaut, geplant und gemanagt werden.</p> <p>Bereits im ersten Semester vermittelt das Modul „<b>Nachhaltige Ressourcenwirtschaft</b> und Energieversorgung“ wichtige Kernthemen der Nachhaltigkeit.</p> <p><a href="https://www.hshl.de/studieren/studiengaenge/bachelorstudiengaenge/energietechnik-und-ressourcenoptimierung/">https://www.hshl.de/studieren/studiengaenge/bachelorstudiengaenge/energietechnik-und-ressourcenoptimierung/</a></p>	

## Materialwissenschaften

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Hamm-Lippstadt
<b>Name des Angebots:</b>	Materialwissenschaften
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsschwerpunkt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. Sabine Fuchs Mail: <a href="mailto:sabine.fuchs@hshl.de">sabine.fuchs@hshl.de</a>
<p>Die Materialwissenschaft im Sinne einer Entwicklung oder Optimierung von Materialien im Hinblick auf deren gezielte technische Anwendung, muss heute unabhängig vom Anwendungsfall auch die <b>Verfügbarkeit der Ressourcen</b>, die toxikologische Unbedenklichkeit und Umweltverträglichkeit der synthetisierten Materialien, sowie die Wiederverwertbarkeit oder Entsorgung am Lebenszeitende adressieren. Neue Materialien oder die Anwendung von Materialien in einem neuen Anwendungsfeld sollten daher immer auch eine Verbesserung bezüglich der Nachhaltigkeit darstellen.</p> <p>Das Forschungscluster beschäftigt sich unter anderem mit biologischen Materialien, Innovative Kunststoffadditive und <b>nachwachsende Rohstoffe</b>.</p> <p><i><a href="https://www.hshl.de/forschung-unternehmen/forschungscluster/cluster-nachhaltige-entwicklung/themenfeld-materialwissenschaften/">https://www.hshl.de/forschung-unternehmen/forschungscluster/cluster-nachhaltige-entwicklung/themenfeld-materialwissenschaften/</a></i></p>	

#### 4.3.21 Hochschule Niederrhein

##### Center Textillogistik

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Niederrhein
<b>Name des Angebots:</b>	Die textile Kreislaufwirtschaft (Center Textillogistik), CTL
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Ida Marie Brieger Mail: ida-marie.brieger@hs-niederrhein.de
<p>Das Center Textillogistik am Fraunhofer IML und der Hochschule Niederrhein untersucht mithilfe laufender Alttextilsortieranalysen die Qualität und Quantität <b>gesammelter Alttextilien</b>. Der Forschungsbereich „<b>Textile Kreislaufwirtschaft</b>“ beschäftigt sich mit entsprechenden Textilien und der Alttextilsortieranalyse. Das Center Textillogistik der Hochschule Niederrhein und des Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML führen hierzu Analysen von Alttextilien durch. Alttextilien bilden einen von vielen Grundbausteinen zur Umsetzung einer textilen Kreislaufführung. Die Rückführung der bestehenden Rohstoffe in den Stoffkreislauf fördert die Ressourcenschonung und die Reduzierung ökologischer Umwelteinflüsse.</p> <p><a href="https://www.hs-niederrhein.de/center-textil-logistik/#c182661">https://www.hs-niederrhein.de/center-textil-logistik/#c182661</a></p>	

**CarPVB**

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Niederrhein
<b>Name des Angebots:</b>	CarPVB
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. ir. Anne Schwarz-Pfeiffer Mail: <a href="mailto:anne.schwarz-pfeiffer@hs-niederrhein.de">anne.schwarz-pfeiffer@hs-niederrhein.de</a>
<p>Ziel des CarPVB-Projekts ist es, die Einsatzmöglichkeiten von <b>rezykliertem PVB</b> (r-PVB) in verschiedenen Textilbeschichtungsanwendungen zu evaluieren und die erhaltenen Beschichtungen gegenüber herkömmlichen Textilbeschichtungen (PU, PVC) zu vergleichen. In diesem Teilprojekt stand dabei die Beschichtung von Garnen aus wässriger Dispersion und aus der Schmelze im Vordergrund.</p> <p>PVB ist ein stark hydrophobes Polymer, zur Herstellung wässriger Dispersionen ist daher die Verwendung von Tensiden unerlässlich. Die Kombination aus Polysorbat 20, Rizinusöl und Triethylenglycol konnte eine 15%ige PVB-Dispersion stabilisieren. Weiterhin sind kommerzielle wässrige Dispersionen von r-PVB verfügbar, die ebenso untersucht wurden. Zusätzlich wurden r-PVP-Pellets in Ethanol gelöst und beschichtet. Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass mit den Verfahren eine Beschichtung von Garnen möglich ist, und die einzelnen Filamente im Garn vollständig von der Beschichtungsmasse umgeben sind.</p> <p>Im weiteren Verlauf wurden die r-PVB-Beschichtungsmittel zusätzlich mit UV-Absorbern und Effektpigmenten funktionalisiert. Im Falle der metallischen Effektpigmente konnte die Abriebbeständigkeit des Materials durch die Zugabe eines Isocyanatvernetzers signifikant verbessert werden.</p> <p>Die vorhandene Extrusionsdüse wurde um eine Garndurchführung erweitert, so dass die Garne kontinuierlich beschichtet werden konnten.</p> <p>Die so funktionalisierten Garne wurden zu textilen Flächen verarbeitet, um den Einfluss der Beschichtung auf das fertige Textil zu untersuchen. Als Demonstrationsanwendung diente hierzu ein Sonnenschutztextil.</p> <p><a href="https://www.hs-niederrhein.de/ftb/#c129055">https://www.hs-niederrhein.de/ftb/#c129055</a></p>	

### Summer School: Sustainability Management and Circular Economy

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Niederrhein
<b>Name des Angebots:</b>	Summer School: Sustainability Management and Circular Economy
<b>Art des Angebots:</b>	Sonstiges
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Siegfried Kirsch Mail: siegfried.kirsch@hs-niederrhein.de
<p>Im Rahmen des Interreg-Projektes „euregio campus – Limburg/Niederrhein“ wurde im Sommer 2021 eine virtuelle interdisziplinäre Summer School zum Thema <b><u>Nachhaltigkeitsmanagement und Kreislaufwirtschaft</u></b> angeboten.</p> <p>Die virtuelle Summer School bietet Studierenden die Möglichkeit, die Strategien, Werkzeuge und praktischen Anwendungen des Nachhaltigkeitsmanagements sowie die Kreislaufwirtschaft kennen zu lernen und in interdisziplinären und interkulturellen Teams Case Studies zu bearbeiten. Neben theoretischem Wissen stehen die konkrete Umsetzung und Fallbeispiele aus der Wissensregion rhein-maas-nord im Fokus.</p> <p><a href="https://www.hs-niederrhein.de/wirtschaftswissenschaften/einzelansicht-fuer-news-artikel/22581-cross-border-summer-school-zum-thema-sustainability-management-and-circular-economy/">https://www.hs-niederrhein.de/wirtschaftswissenschaften/einzelansicht-fuer-news-artikel/22581-cross-border-summer-school-zum-thema-sustainability-management-and-circular-economy/</a></p>	

#### 4.3.22 Hochschule Rhein-Waal

##### Biomaterials Science

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Rhein-Waal
<b>Name des Angebots:</b>	Biomaterials Science
<b>Art des Angebots:</b>	Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr.-Ing. Raimund Sicking Mail: <a href="mailto:technologie-bionik@hochschule-rhein-waal.de">technologie-bionik@hochschule-rhein-waal.de</a>
<p>Die Studierenden erwerben zunächst Kenntnisse der klassischen Werkstoffkunde. Dies umfasst chemische Grundlagen, Werkstoffeigenschaften und -herstellung sowie Materialanalyse und -simulation auch mit Blick auf die Übertragung in den industriellen Kontext. Die Schnittstellen zu biologischen Systemen werden in Kursen zu <b>natürlichen, biologisch abbaubaren und biokompatiblen Werkstoffen</b> hergestellt.</p> <p>Der Studiengang wird abgerundet durch Veranstaltungen zu <b>Recycling</b> und Ökologie sowie anwendungsnahen Elementen aus Ökonomie und Management.</p> <p><a href="https://www.hochschule-rhein-waal.de/de/fakultaeten/technologie-und-bionik/studienangebot/biomaterials-science-bsc">https://www.hochschule-rhein-waal.de/de/fakultaeten/technologie-und-bionik/studienangebot/biomaterials-science-bsc</a></p>	

## Recycling and Ecology of Materials

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Rhein-Waal
<b>Name des Angebots:</b>	Recycling and Ecology of Materials
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Andreas Schürholz Mail: andreas.schuerholz@hochschule-rhein-waal.de
<p>Die Studierenden haben Kenntnisse über den Recyclingkreislauf von der <b>Produktentwicklung</b> bis zur <b>Wiederverwendung, Verwertung</b> und <b>Recycling</b>. Sie erkennen die Bedeutung der Lebenszyklusanalyse/des Lebenszyklus-Engineerings und der nachhaltigen Produktentwicklung. Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit, die Auswahl von Materialien in Abhängigkeit von ihrer <b>Recyclingfähigkeit</b> kritisch zu hinterfragen. Sie erkennen mechanische und thermische <b>Trennverfahren</b> Methoden einschließlich chemischer Aspekte. Die Studierenden verstehen die gesellschaftliche Bedeutung des Recyclings und wägen diese gegen die Materialkosten und die Nutzung endlicher Ressourcen ab. Dieses Wissen wird anhand von praktischen Beispielen und Übungen eingeübt; idealerweise mit Hilfe einer Exkursion zu einem typischen Industriestandort, an dem die Themen von Bedeutung sind. Im Hinblick auf die Ökologie von Materialien sind die Studierenden in der Lage, ökologische Aspekte für die Gestaltung von Stoffen und Materialien zu erkennen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Materialeigenschaften und Einsatzmöglichkeiten der Materialien zuzuordnen. Sie haben Kenntnisse über die ökologische Verträglichkeit für verschiedene Materialien. Die Studierenden sind in der Lage, ein Bioprodukt ökologisch zu bewerten. Die Studierenden beteiligen sich an der Vorlesung mit eigenen Beiträgen zu den verschiedenen Inhalten und Zielen.</p> <p><a href="https://www.hochschule-rhein-waal.de/sites/default/files/documents/2021/06/24/modulhandbuch_bms_rev.3_2021.pdf">https://www.hochschule-rhein-waal.de/sites/default/files/documents/2021/06/24/modulhandbuch_bms_rev.3_2021.pdf</a></p>	

## Grundlagen der Biologie und der natürlichen Stoffkreisläufe

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Rhein-Waal
<b>Name des Angebots:</b>	Grundlagen der Biologie und der natürlichen Stoffkreisläufe
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Andreas Schürholz Mail: andreas.schuerholz@hochschule-rhein-waal.de
<p>Das Modul hat eine Einführung in die Grundlagen der Biologie und der Geowissenschaften gegeben. Die Studierenden haben die wissenschaftlichen Grundlagen aktueller Themen der Lebensmittel- und Umwelttechnologie, der nachhaltigen und Umwelttechnik, der <b>nachhaltigen Nutzung von Ressourcen</b>, der Gentechnik und der Landwirtschaft. Darüber hinaus haben sie ein grundlegenden Eigenschaften des Lebens, wie Energieverarbeitung, Evolution und Regulation, sowie die physikalischen und chemischen Umgebung von Organismen aufgrund von Klimabedingungen und Bodeneigenschaften. Darüber hinaus hat das Modul einen Einblick in wichtige <b>biogeochemische Kreisläufe</b> wie die natürlichen Kreisläufe von Kohlenstoff und Stickstoff.</p> <p><a href="https://www.hochschule-rhein-waal.de/sites/default/files/documents/2021/12/06/ee-modulhandbuch-1.33_aktuell_002.pdf">https://www.hochschule-rhein-waal.de/sites/default/files/documents/2021/12/06/ee-modulhandbuch-1.33_aktuell_002.pdf</a></p>	

### 4.3.23 Hochschule Ruhr West

#### Circular Economy Management

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Ruhr West
<b>Name des Angebots:</b>	Circular Economy Management ("Zukunftssemester")
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Koch, Oliver Mail: <a href="mailto:oliver.koch@hs-ruhrwest.de">oliver.koch@hs-ruhrwest.de</a>
<p>Zum Wintersemester 2020/21 startete an den Hochschulen Rhein-Waal und Ruhr West das "Zukunftssemester". Das Zukunftssemester ist ein mit 25-30 ECTS konzipiertes Aufbaustudium, welches auf ein bis max. zwei Semester angelegt ist. Einschreiben können sich Studierende beider Hochschulen, die bereits ein grundständiges Studium mit dem akademischen Grad eines "Bachelors" beendet haben.</p> <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeit</li> <li>• Umwelt- und Gerechtigkeitsziele</li> <li>• <b><u>werterhaltende Ressourcennutzung</u></b></li> </ul> <p><a href="https://www.hochschule-ruhr-west.de/studium/zukunftssemester/circular-economy-management/">https://www.hochschule-ruhr-west.de/studium/zukunftssemester/circular-economy-management/</a></p>	

## Energie- und Umwelttechnik

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Ruhr West
<b>Name des Angebots:</b>	Energie- und Umwelttechnik
<b>Art des Angebots:</b>	Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr.-Ing. Jens Paetzold Mail: jens.paetzold@hs-ruhrwest.de
<p>Die Lösungen für die Energiewende bringen gleichzeitig neue Umweltprobleme mit sich: Wie können ausgediente Windturbinen recycelt werden? Was passiert mit den Gärresten aus der steigenden Anzahl von Biogasanlagen? Wie werden dezentrale Energiesysteme installiert, ohne Gesellschaft und Natur zu belasten? Moderne Energietechnik ist nicht ohne Berücksichtigung des Umweltaspektes und Klimaschutzes umzusetzen. Außerdem sind Energieeffizienz und <b>Rohstoffeffizienz</b> untrennbar miteinander verbunden.</p> <p>Ziele und Inhalte des Studiengangs sind geprägt von Themen der Energie- und Umwelttechnik. Innerhalb des Studiums werden die mathematisch-naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Grundlagen vermittelt.</p> <p>Fachspezifische Vertiefungen werden angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Erneuerbare Energiesysteme</li> <li>● Energieeffizienz</li> <li>● Elektrotechnik</li> <li>● Verfahrenstechnik</li> <li>● <b>Abfallwirtschaft, Recycling</b></li> <li>● Wasser- und Luftreinhaltung</li> </ul> <p>Zudem werden Grundlagen in Simulation und wirtschaftlichen und rechtlichen Grundlagen gelehrt.</p> <p><i><a href="https://www.hochschule-ruhr-west.de/studium-lehre/studienangebot/bachelor/energie-und-umwelttechnik/">https://www.hochschule-ruhr-west.de/studium-lehre/studienangebot/bachelor/energie-und-umwelttechnik/</a></i></p>	

## Klimaschutz am Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft

<b>Name der Hochschule:</b>	Hochschule Ruhr West
<b>Name des Angebots:</b>	Klimaschutz am Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsschwerpunkt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr.-Ing. Jens Paetzold Mail: jens.paetzold@hs-ruhrwest.de
<p>Der Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft ist ein Projektpartner des Prosperkollegs („Transformationsforschung zur Zirkulären Wertschöpfung“).</p> <p>Das Ziel des Projekts: Unternehmen zu ermutigen, rohstoff- wie energiebewusster und nachhaltiger zu produzieren - was gleichermaßen Kunden, Konten und dem <b>Ressourcenschutz</b> und Klimaschutz nützt. Angesprochen sind etablierte Wirtschaftsbetriebe ebenso wie Startups, die ganz neue Güter, Verfahren oder Services anbieten möchten.</p> <p>Einen wissenschaftlichen Mittelpunkt bildet das „<b>Circular Digital Economy Lab</b>“. Hier werden in Kooperation etwa mit mittelständischen Unternehmen neue <b>informations- und verfahrenstechnische Problemlösungen</b> erarbeitet und Geschäftsmodelle entwickelt. Dabei verbindet man Ansätze aus der Digitalisierung mit konkretem produktivem Einsatz: Intelligente Analyse, <b>Produktdesign</b> und Vernetzung ergänzen sich mit <b>Upcycling</b> und Controlling zu einem ganzheitlichen Prozess. Begleitet wird die Arbeit mit Informationskampagnen und Qualifizierungskonzepten - „Train the trainer“ sorgt beispielsweise dafür, dass betriebliche Multiplikator*innen das frisch gewonnene Wissen im Unternehmen verbreiten.</p> <p><i><a href="https://www.hochschule-ruhr-west.de/forschung/forschung-in-den-instituten/institut-energiesysteme-und-energiewirtschaft/forschung-projekte/prosperkolleg/">https://www.hochschule-ruhr-west.de/forschung/forschung-in-den-instituten/institut-energiesysteme-und-energiewirtschaft/forschung-projekte/prosperkolleg/</a></i></p>	

#### 4.3.24 International School of Management

##### Sustainability & Business Transformation

<b>Name der Hochschule:</b>	International School of Management
<b>Name des Angebots:</b>	Sustainability & Business Transformation
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrinhalte im Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Kai Rommel Mail: kai.rommel@ism.de
<p>Die zunehmende Aufmerksamkeit der Menschen für den Klimawandel, Umweltskandale, Gesundheit und eine bessere Lebensqualität erhöht den Druck auf die Transformation der Wirtschaft. Dadurch wird auch die zentrale Rolle der Gesellschaftsverantwortung (Corporate Social Responsibility) für Unternehmen immer wichtiger. „Preparing for the Future of Business“ ist das Motto des Masterstudiengangs. Es werden die notwendigen Kompetenzen, das Praxiswissen, die Strategien und Tools vermittelt, die für die Gestaltung des nachhaltigen Transformationsprozesses gebraucht werden.</p> <p>In dem Studiengang wird unter dem Block „<b>Nachhaltige Wertschöpfung</b>“ auch das Themenfeld „<b>Zirkulärer Wertschöpfungsprozess</b>“ adressiert. Außerdem werden nachhaltige Geschäftsmodelle diskutiert.</p> <p><a href="https://ism.de/studium-vollzeit/master/nachhaltigkeit-studium/ueberblick">https://ism.de/studium-vollzeit/master/nachhaltigkeit-studium/ueberblick</a></p>	

#### 4.3.25 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

##### Metrics on the sustainability of region-specific bioplastics production

<b>Name der Hochschule:</b>	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
<b>Name des Angebots:</b>	Metrics on the sustainability of region-specific bioplastics production, considering global land use change effects
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Dr. Wolfgang Britz Mail: wolfgang.britz@ilr.uni-bonn.de
<p>Plastik, das aus Nutzpflanzen wie Mais oder Zuckerrohr statt aus Erdöl hergestellt wird, gilt allgemein als nachhaltig. Allerdings gibt es einen Haken: Bei steigender Nachfrage an Rohstoffen für die <b>Bioplastik-Produktion</b> reichen die Anbauflächen nicht aus. In der Folge werden häufig natürliche Vegetationen in landwirtschaftlich genutzte Flächen umgewandelt und Wälder abgeholzt. Das wiederum setzt große Mengen CO<sub>2</sub> frei. Die Annahme, dass mehr Bioplastik nicht zwangsläufig zu mehr Klimaschutz führt, haben Forschende der Universität Bonn in ihrer Studie bestätigt. Sie fanden heraus, dass die Nachhaltigkeit von pflanzenbasierten Biokunststoffen maßgeblich vom Herkunftsland, seinen Handelsbeziehungen und dem verarbeiteten Rohstoff abhängt. Die Studie ist in der Fachzeitschrift „Resources, Conservation &amp; Recycling“ erschienen.</p> <p>Die Studie ist thematisch eingebettet in den Transdisziplinären Forschungsbereich (TRA) „Innovation und Technologie für eine nachhaltige Zukunft“ der Universität Bonn. In sechs verschiedenen TRAs kommen Wissenschaftler aus den unterschiedlichsten Fakultäten und Disziplinen zusammen, um gemeinsam an zukunftsrelevanten Forschungsthemen der Exzellenzuniversität zu arbeiten.</p> <p><a href="https://www.uni-bonn.de/de/neues/033-2021">https://www.uni-bonn.de/de/neues/033-2021</a></p>	

#### 4.3.26 Ruhr-Universität Bochum

##### Umwelttechnik und Ressourcenmanagement

<b>Name der Hochschule:</b>	Ruhr-Universität Bochum
<b>Name des Angebots:</b>	Umwelttechnik und Ressourcenmanagement bzw. Umweltingenieurwesen
<b>Art des Angebots:</b>	Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Dr. Prof. M. Knobloch Mail: stahlbau@rub.de
<p>Der Bachelor- und Master-Studiengang Umweltingenieurwesen (ehemals Umwelttechnik und Ressourcenmanagement) zeichnet sich durch die Fokussierung auf umwelttechnische Fragestellungen und die Betrachtung systemischer Zusammenhänge unter Einbeziehung gesellschaftlicher Randbedingungen aus. Das heißt, dass neben den notwendigen ingenieurtechnischen Grundlagen viele anwendungsbezogene Inhalte vermittelt werden, die sich – je nach gewählter Vertiefungsrichtung - dem Bereich Energie- und Verfahrenstechnik oder Bauingenieurwesen zuordnen lassen.</p> <p>Durch die Fokussierung auf aktuelle Themen und Anwendungsbeispiele wie z.B. ingenieurtechnische Fragestellungen rund um den Klimawandel oder <b>Recyclingtechnologien</b> sowie die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen beim Einsatz von Rohstoffen und Energie bereitet der Studiengang Studierende schon frühzeitig auf die drängenden umweltrelevanten Herausforderungen unserer Zeit vor und vermittelt aktuelle Lösungsansätze und Technologien, die die Studierenden auf den Arbeitsmarkt der Zukunft vorbereiten.</p> <p>Enthaltene Module, die Kreislaufwirtschaft behandeln, sind u. a.: <b>Circular Economy im Umweltingenieurwesen</b>, Umweltchemie, Umwelt- und Vertragsrecht sowie Stoffumwandlung in der Energietechnik.</p> <p><a href="https://dev.imp10.ruhr-uni-bochum.de/fbi/studium/studieninteressierte/uibachelor.html">https://dev.imp10.ruhr-uni-bochum.de/fbi/studium/studieninteressierte/uibachelor.html</a></p>	

## Zentrum für Umweltressourcenmanagement

<b>Name der Hochschule:</b>	Ruhr-Universität Bochum
<b>Name des Angebots:</b>	Zentrum für Umweltressourcenmanagement
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Dr.-Ing. Christian Jolk Mail: christian.jolk@rub.de
<p>In den letzten Jahrzehnten wurde deutlich, dass sich der globale Ressourcenverbrauch stetig erhöht hat. Die größte Steigerung ist hierbei den Industrie- und Baumineralien zuzurechnen. Aber auch Metallerze, Brennstoffe und Biomasse verzeichnen Steigerungsraten. Zudem unterliegt die Ressource Wasser je nach Region erheblichen quantitativen und / oder qualitativen Beeinträchtigungen. Diese gesteigerten Ressourcenbedarfe erzeugen direkte Auswirkungen auf die Umwelt und fordern Konzepte zum effizienten Umgang mit den vorhandenen Ressourcen.</p> <p>Das ZUM bedient sich folgender Methoden zur Analyse der Interaktion Mensch-Umwelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Studien zur Beurteilung der <b>Ressourceneffizienz</b> natürlicher Umweltressourcen</li> <li>- GIS-basierte Umweltverträglichkeitsuntersuchungen (Environmental Impact Assessment)</li> <li>- Risikobewertung von Umweltbeeinträchtigungen (Risk Assessment)</li> <li>- Aufbau von fachbezogenen Geoinformationssystemen und Geodatenbanken</li> <li>- Entwicklung von Maßnahmenplänen in der Umweltplanung.</li> </ul> <p><a href="https://www.ruhr-uni-bochum.de/reb/zum/themen/ressourceneffizienz/index.html.de">https://www.ruhr-uni-bochum.de/reb/zum/themen/ressourceneffizienz/index.html.de</a></p>	

## Ressourceneffizientes Bauen

<b>Name der Hochschule:</b>	Ruhr-Universität Bochum
<b>Name des Angebots:</b>	Ressourceneffizientes Bauen
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. Annette Hafner Mail: <a href="mailto:annette.hafner@rub.de">annette.hafner@rub.de</a>
<p>Die Arbeitsgruppe <b><u>Ressourceneffizientes Bauen</u></b> an der Ruhr-Universität Bochum wird seit 2014 von Frau Prof. Dr.-Ing. Annette Hafner geleitet. Arbeitsschwerpunkt ist die Umsetzung von ressourcenschonenden Baukonstruktionen, <b><u>zirkuläre Wertschöpfung im Baubereich</u></b>, nachhaltiges Bauen und Bauen mit <b><u>nachwachsenden Rohstoffen</u></b>.</p> <p>Frau Prof. Hafner forscht mit ihrer Arbeitsgruppe auf dem Gebiet des Einflusses unterschiedlicher Materialien und Konstruktionen auf die Ökobilanz von Bauwerken, <b><u>ressourceneffizienter Konstruktionen</u></b> und nachhaltigem Bauen. Schwerpunkt sind zur Zeit Fragestellungen rund um Klimaschutz und Kohlenstoffspeicherung im Baubereich – auf ganz unterschiedlichen Maßstabsebenen vom Material bis hin zu stadträumlichen Fragestellungen.</p> <p><a href="https://www.ruhr-uni-bochum.de/reb/lehrstuhl/ueberuns.html.de">https://www.ruhr-uni-bochum.de/reb/lehrstuhl/ueberuns.html.de</a></p>	

#### 4.3.27 RWTH Aachen

##### Center for Circular Economy

<b>Name der Hochschule:</b>	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen
<b>Name des Angebots:</b>	Center for Circular Economy (CCE)
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Dr.-Ing. Matthias Wessling Mail: Prorektor.Struktur@rektorat.rwth-aachen.de
<p>Das CCE hebt die ausgeprägten technischen und ökologischen Kompetenzen der Hochschule im Bereich des <b>Recyclings von Materialien</b> wie Metallen, Mineralien, Textilien, Kunststoffen, Wasser und Karbon auf eine neue Plattform. Integriert sind hier auch Institute für Soziales, Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung. Die RWTH kann damit das bereits starke Netzwerk bei der Entwicklung innovativer Lösungen für die Schaffung zukunftsfähiger Geschäftsmodelle weiter ausbauen.</p> <p>„Angesichts der bestehenden globalen Herausforderung ist es geboten, Synergien zu nutzen und das innerhalb der Universität verteilte Wissen systematisch anzuwenden und unter einem Dach zu vereinen“, so RWTH-Rektor Professor Ulrich Rüdiger zum strategischen Schritt der Gründung des Centers, an dem alle neun Fakultäten der Exzellenzuni beteiligt sind. Erste Großprojekte zielen darauf ab, <b>Abfälle zu minimieren</b>, den Wert von <b>Kreislaufmaterialien zu maximieren</b>, politische Rahmenbedingungen mitzugestalten und deren Akzeptanz in der Gesellschaft zu ermöglichen. Dies geschieht auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene inklusive einer entsprechend zielgerichtet zu entwickelnden Lehre.</p> <p><i><a href="https://www.rwth-aachen.de/cms/root/Die-RWTH/Aktuell/Pressemitteilungen/September-2021/~qkbjn/RWTH-buendelt-Staerken-zum-Thema-Kreisla/">https://www.rwth-aachen.de/cms/root/Die-RWTH/Aktuell/Pressemitteilungen/September-2021/~qkbjn/RWTH-buendelt-Staerken-zum-Thema-Kreisla/</a></i></p>	

### Institut für Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling

<b>Name der Hochschule:</b>	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen
<b>Name des Angebots:</b>	Institut für Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Bernd Friedrich Mail: <a href="mailto:bfriedrich@ime-aachen.de">bfriedrich@ime-aachen.de</a>
<p>Das IME Metallurgische Prozesstechnik und <b>Metallrecycling</b> beschäftigt sich mit angewandter Forschung und Lehre in den Bereichen der extraktiven Metallurgie (Pyrometallurgie und Hydrometallurgie), der Metallveredelung und Elektrolyse sowie dem <b>Recycling</b> von Metallen aus diversen <b>Abfallströmen</b>. Am IME-RWTH werden Prozesse mit optimiertem <b>Ressourceneinsatz</b> und unter Berücksichtigung <b>kritischer Abfallströme (Kreislaufwirtschaft / Circular Economy)</b> entworfen und weiterentwickelt. Weitere wichtige Forschungsgebiete sind die Vakuummetallurgie im Klein- bis hin zum Demo-Maßstab sowie die Synthese von Nanopulver.</p> <p><a href="http://www.metallurgie.rwth-aachen.de/new/src/index2.php?route=page_main">http://www.metallurgie.rwth-aachen.de/new/src/index2.php?route=page_main</a></p>	

### Lehrstuhl für anthropogene Stoffkreisläufe

<b>Name der Hochschule:</b>	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen
<b>Name des Angebots:</b>	Lehrstuhl für anthropogene Stoffkreisläufe
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Univ.-Prof. Dr. Kathrin Greiff Mail: <a href="mailto:kathrin.greiff@ants.rwth-aachen.de">kathrin.greiff@ants.rwth-aachen.de</a>
<p>Die Kernkompetenzen des ANTS liegen in der Untersuchung, Entwicklung und Bewertung von <b>sekundären Rohstoffsystemen</b>. Dabei zeichnet sich die Arbeit durch eine starke Praxisnähe und durch ein fundiertes Wissen über Methoden, <b>Konzepte und Praktiken der Circular Economy</b> – besonders in der Lebenszyklusphase der Abfallaufbereitung – aus. Der Lehrstuhl verfügt über umfangreiche Expertise in realen Anwendungen und <b>Technologien der Recycling- und Kreislaufwirtschaft</b>. Durch die am Institut vorhandene technische Ausstattung können Untersuchungen und Versuchsreihen sowohl am Institut bis in den Demonstrationsmaßstab als auch vor Ort in Aufbereitungsanlagen durchgeführt werden.</p> <p>Eine Leistung umfasst u. a. die Entwicklung und Modellierung zirkulärer Rohstoffsysteme.</p> <p><a href="https://www.ants.rwth-aachen.de/cms/IAR/Der-Lehrstuhl/~ijuc/Kompetenzen/">https://www.ants.rwth-aachen.de/cms/IAR/Der-Lehrstuhl/~ijuc/Kompetenzen/</a></p>	

#### 4.3.28 SRH Hochschule für Logistik und Wirtschaft

##### Sustainability & Transformation Management

<b>Name der Hochschule:</b>	SRH Hochschule für Logistik und Wirtschaft
<b>Name des Angebots:</b>	Sustainability & Transformation Management
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrinhalte im Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Claus Wilke Mail: claus.wilke@srh.de
<p>Die globale Welt befindet sich in einem stetigen Veränderungsprozess - eine gute CO<sub>2</sub>-Bilanz, <b>Recyclingfähigkeit</b> sowie energieeffiziente Produktion, Logistik und Waren sind heute wichtige Erfolgsfaktoren in der Wirtschaft. Das Ergebnis ist: nachhaltige Faktoren steigen immer weiter an. In dem Masterstudiengang „Sustainability &amp; Transformation Management“ lernen Studierende Aspekte der Nachhaltigkeit zu beurteilen, zu erarbeiten und umzusetzen.</p> <p>Der Studiengang legt den Schwerpunkt u. a. auf Nachhaltigkeitskonzepte oder nachhaltige <b>Lieferketten</b>. Vertiefende Schwerpunkt z. B. im Bereich Ernährungswirtschaft oder Kliniken können gewählt werden.</p> <p><a href="https://www.srh-hochschule-nrw.de/master/sustainability-transformation-management-msc-praesenz/">https://www.srh-hochschule-nrw.de/master/sustainability-transformation-management-msc-praesenz/</a></p>	

## Ökoprofit

<b>Name der Hochschule:</b>	SRH Hochschule für Logistik und Wirtschaft
<b>Name des Angebots:</b>	ÖKOPROFIT
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Claus Wilke Mail: claus.wilke@srh.de
<p><b><u>Ressourcen schonen, Abfälle vermeiden</u></b> und dabei Kosten senken – das sind die Ziele von ÖKOPROFIT (Ökologisches Projekt für integrierte Umwelttechnik).</p> <p>Den Grundgedanken des Studiengangs "Energietechnik und Ressourcenoptimierung" aufgreifend, hat das Ökoprofit-Team der HSHL rund um Studiengangsleiter Prof. Dr.-Ing. Torsten Cziesla ein Paket von Maßnahmen entwickelt, die an der Hochschule bereits jetzt umgesetzt werden, oder in den geplanten Neubauten integriert werden. Beispiele sind die Einführung einer Papierpresse, das Mobilitätskonzept mit E-Bikes und E-Autos oder die zukünftige Nutzung der Abwärme aus Kälteerzeugung für die Heizung. Unterstützt wurden sie dabei vom Team der Hammer Beratungsagentur B.A.U.M.-Consult, die das Ökoprofit-Projekt in Hamm betreut. Zusammen mit neun weiteren Betrieben und Einrichtungen hat die Hochschule im Mai 2011 nach bestandener Prüfung durch eine unabhängige Kommission dann die Auszeichnung als Ökoprofit-Betrieb im Rahmen einer Zeremonie mit Vertretern der Stadt Hamm und des Umweltministeriums erhalten.</p> <p><a href="https://www.hshl.de/forschung-unternehmen/strategische-partnerschaften/oekoprofit/">https://www.hshl.de/forschung-unternehmen/strategische-partnerschaften/oekoprofit/</a></p>	

#### 4.3.29 Technische Hochschule Georg Agricola

##### Rohstoffingenieurwesen und nachhaltiges Ressourcenmanagement

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Hochschule Georg Agricola
<b>Name des Angebots:</b>	Rohstoffingenieurwesen und nachhaltiges Ressourcenmanagement
<b>Art des Angebots:</b>	Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr.-Ing. Albert Daniels Mail: Albert.Daniels@thga.de
<p>Der Bachelorstudiengang Rohstoffingenieurwesen und nachhaltiges Ressourcenmanagement mit den beiden Schwerpunkten Steine und Erden und Tiefbautechnik befasst sich mit der Gewinnung, Weiterverarbeitung und Veredlung von mineralischen Rohstoffen, die einen wichtigen Platz in der Grundstoffindustrie Deutschlands einnehmen.</p> <p>Nicht nur in der Bauindustrie, auch für die Herstellung von Glas und Keramik oder zur Verwendung in Computerchips und Solarzellen werden Rohstoffe der Steine und Erden benötigt. Die Rohstoffindustrie ist sehr eng mit der Umwelt verbunden und kaum eine andere Industrie ist in der Lage, einen solchen Einfluss auf sie und eine <b>nachhaltige Ressourcennutzung</b> zu nehmen. Nachhaltigkeit und Umweltschutz sind längst zu einem Kernthema der <b>Rohstoffgewinnung</b> geworden und bilden einen elementaren Bestandteil des Studiums.</p> <p><i><a href="https://www.thga.de/studium/studienangebote/bachelorstudiengaenge/rohstoffingenieurwesen-und-nachhaltiges-resourcenmanagement">https://www.thga.de/studium/studienangebote/bachelorstudiengaenge/rohstoffingenieurwesen-und-nachhaltiges-resourcenmanagement</a></i></p>	

### 4.3.30 Technische Hochschule Köln

#### :metabolon Institut

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Hochschule Köln
<b>Name des Angebots:</b>	:metabolon Institut
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr. Christian Malek Mail: christian.malek@th-koeln.de
<p>Das :metabolon Institut der TH Köln beschäftigt sich mit der „<b><u>Nachhaltigen Kreislaufwirtschaft</u></b>“ im Allgemeinen, d.h. mit der Betrachtung von ganzheitlichen Prozessketten: Von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung von Produkten und Gütern, die Verteilung an die Konsumenten sowie die erneute Einsammlung zum „end of life“ Zeitpunkt, bis hin zu ihrer Aufbereitung und Nutzung als neues Produkt/Gut oder Sekundärrohstoff.</p> <p>In der Forschung werden innovative Verfahren bzw. Prozessketten zur stofflichen und energetischen Verwertung von Neben-, Rest- und Abfallstoffen (<b><u>waste to value</u></b> / waste to energy) untersucht. Ziel ist hierbei das <b><u>Schließen von Stoffkreisläufen</u></b>. Die entwickelten Konzepte sollen Unternehmen unterstützen effizienter mit Rohstoffen umzugehen und Teil der <b><u>zirkulären Wertschöpfungskette</u></b> zu werden, um so zur nachhaltigen Entwicklung unserer Gesellschaft beizutragen.</p> <p>Die Forschungsziele des :metabolon Instituts konzentrieren sich auf die Entwicklung <b><u>neuer technologischer Ansätze</u></b> sowie die Optimierung bestehender Prozesse und Verfahren, um den Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung gerecht zu werden.</p> <p><a href="https://www.th-koeln.de/informatik-und-ingenieurwissenschaften/metabolon-institut_69657.php">https://www.th-koeln.de/informatik-und-ingenieurwissenschaften/metabolon-institut_69657.php</a></p>	

## Nachhaltige Stoffkreisläufe

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Hochschule Köln
<b>Name des Angebots:</b>	Nachhaltige Stoffkreisläufe
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr.Christian Malek Mail: christian.malek@th-koeln.de
<p>Im Sinne der "Circular Economy" werden in diesem Forschungsbereich Stoffkreisläufe sowie Prozessketten zur <b>Schließung von Stoffkreisläufen</b> ganzheitlich betrachtet. Die Beurteilung von Neuerungen und Innovationen erfordert trans- und interdisziplinäre Zusammenarbeit.</p> <p>Themen dieser Arbeitsgruppe sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Kaskadierte Prozessketten für biogene Stoffe:</b> Dabei stehen insbesondere Prozessketten zur stofflichen und energetischen Nutzung von Ernterückständen im Fokus.</li> <li>- Ökologische Betrachtungen mittels Life Cycle Assessment: Hierunter versteht man ein Beurteilungselement bzw. Objektivierungstool, das eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten während ihres gesamten Lebensweges (Produktion bis Entsorgung) ermöglicht und somit Entscheidungshilfen liefert.</li> <li>- Umweltwissenschaften / Technikfolgenabschätzung: Auswirkungen von Innovationen und technischen Fortschritten auf die Gesellschaft und unsere Mitwelt im Zusammenhang mit der Neustrukturierung zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft.</li> <li>- Logistik und regionale Konzepte: Entwicklung von regionalen Konzepten innovativer Verbundlösungen zum nachhaltigen Wirtschaften.</li> </ul> <p>Mit diesem Ansatz sollen positive Auswirkungen auf ökonomischer, ökologischer und sozialer Ebene geschaffen werden. Wesentliche Werkzeuge werden hierbei der intensive Austausch sowie der Aufbau von Kooperationen innerhalb des zu schaffenden Netzwerkes sein. Hierbei soll die Arbeitsgruppe für den Standort NRW, als wichtigen Wirtschaftsstandort Deutschlands, die Möglichkeiten und Chancen des nachhaltigen Wirtschaftens am Beispielstandort "Bergisches Land" erarbeiten. Sowohl dieses als auch eine mögliche Neustrukturierung zu einer zirkular wertschöpfenden Wirtschaftsstruktur und damit einer verbundenen Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit stellen Ziele dar, die möglichst umgesetzt werden sollen.</p> <p><a href="https://www.th-koeln.de/informatik-und-ingenieurwissenschaften/nachhaltige_67010.php">https://www.th-koeln.de/informatik-und-ingenieurwissenschaften/nachhaltige_67010.php</a></p>	

## Circular Transformation Lab

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Hochschule Köln
<b>Name des Angebots:</b>	Circular Transformation Lab Cologne
<b>Art des Angebots:</b>	Sonstiges
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr. Sylvia Heuchemer Mail: christian.malek@th-koeln.de
<p>Im Rahmen des Circular Transformation Lab Cologne startet das Pilotprojekt „Bergische Ressourcenschmiede“. Schwerpunkt dieses Vorhabens ist die Forschung zum <b><u>Recycling von Kunststoffen</u></b> und <b><u>mineralischen Bauabfällen</u></b>, dafür entsteht auch eine neue Forschungshalle. Im Rahmen des Pilotprojekts wird u.a. ein regionales Unternehmensnetzwerk zum Thema Zirkuläre Wertschöpfung aufgebaut.</p> <p>Geplant sind neben der inzwischen fünften Forschungshalle ein Büro- und Ausstellungsgebäude sowie zwei <b><u>Demonstrationsbauten für innovative Bautechniken und -materialien</u></b>. In einem der geplanten Projekte soll die <b><u>Umwandlung von Abfällen</u></b> aus Kunststoff, Gummi oder Kautschuk in hochwertige Kohlenstoff-Materialien erforscht werden.</p> <p><a href="https://www.th-koeln.de/hochschule/7-millionen-euro-fuer-das-pilotprojekt-der-bergischen-ressourcenschmiede_89014.php">https://www.th-koeln.de/hochschule/7-millionen-euro-fuer-das-pilotprojekt-der-bergischen-ressourcenschmiede_89014.php</a></p>	

### 4.3.31 Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe

#### Umweltingenieurwesen

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
<b>Name des Angebots:</b>	Umweltingenieurwesen Schwerpunkte: Wasser und Kreislaufwirtschaft
<b>Art des Angebots:</b>	Studiengang
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Stefan Witte Mail: stefan.witte@th-owl.de
<p>Im Umweltingenieurwesen vereinen sich technische und gesellschaftliche Aspekte – vor allem aber geht es darum, wie wir unser Leben und Wirtschaften in regionalen und überregionalen Zusammenhängen umweltverträglich gestalten können.</p> <p>Es werden u. a. folgende Themen adressiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nutzung nachhaltiger Energie der Sonne, der Erde etc.</li> <li>- Dünger aus Abwasser</li> <li>- wie <b>aus Abfällen Wertvolles</b> gewonnen werden kann.</li> </ul> <p>Der Studiengang bietet die Vertiefung Wasser- und <b>Kreislaufwirtschaft</b> an, bei der u. a. die <b>nachhaltige Ressourcennutzung, das Abfallrecht, getrennte Wertstoffsammlung und Recyclingpotenziale</b> adressiert werden.</p> <p><a href="https://www.th-owl.de/studium/angebote/studiengaenge/detail/umweltingenieurwesen/">https://www.th-owl.de/studium/angebote/studiengaenge/detail/umweltingenieurwesen/</a></p>	

## Smart Wood Center

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
<b>Name des Angebots:</b>	Smart Wood Center
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsschwerpunkt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Jürgen Krahl Mail: praesident@th-owl.de
<p>Das Smart Wood Center ist eine Denk- und Forschungsfabrik für und von unterschiedlichsten Branchenakteuren sowie für den Nachwuchs der innovativen Holzverarbeitung. Sie dient als firmenneutraler Identifikations- und Kollaborationsort für die Bereiche Bildung, Wirtschaft und Wissenschaft.</p> <p>Aus Sicht der drei Partner soll das Smart Wood Center die Stärken und Kompetenzen der regionalen Akteure der Holzverarbeitung zusammenführen, das regionale Ökosystem entlang der <b>Wertschöpfungskette Holz</b> profilieren, Wissenstransfer fördern und auf diese Weise marktfähige Innovationen in den Prozessen und Produkten ermöglichen. Konkret sollen z. B. Synergien zwischen kleinen und mittleren Unternehmen, Forschungsakteuren, Waldbauern und jungen Knowhow-Trägern in Lippe und OWL geschaffen, ausgebaut und so ihre Wettbewerbsfähigkeit gestärkt werden.</p> <p><a href="https://www.kreis-lippe.de/kreis-lippe/verwaltung-und-service/themen-und-projekte/fachbereich-service-finanzen-wirtschaft/wirtschaftsfoerderung/smart-wood-center.php">https://www.kreis-lippe.de/kreis-lippe/verwaltung-und-service/themen-und-projekte/fachbereich-service-finanzen-wirtschaft/wirtschaftsfoerderung/smart-wood-center.php</a></p>	

## Umweltschutz

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
<b>Name des Angebots:</b>	Umweltschutz
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Barth Mail: christoph.barth@th-owl.de
<p>Die Studierenden lernen die Grundelemente und Methoden erfolgreichen Umweltschutzes. Sie kennen die Grundlagen des Klimaschutzes, der erneuerbaren Energieerzeugung, die Ursachen und Wirkungen von Luft-, Gewässer- und Bodenbelastung, deren Beseitigung sowie der <b>Abfallwirtschaft</b>. Inhalte des Themenbereichs „<b>Recycling</b>“ umschließen bspw. das <b>Duale System</b> in Deutschland, der Vergleich von <b>Altpapier, Glas und Leichtverpackungen</b> sowie das <b>Recycling von Elektroschrott</b> und die Deponierung.</p> <p>Das Modul kann im Rahmen des Bachelorstudiengangs Produktionstechnik belegt werden.</p> <p><i><a href="http://www.th-owl.de/fb7/daten/module_2010/print_all_aktiv.php?nummeruebergabe=pwhd">http://www.th-owl.de/fb7/daten/module_2010/print_all_aktiv.php?nummeruebergabe=pwhd</a></i></p>	

#### 4.3.32 Technische Universität Dortmund

##### Kreisläufe schließen in der Abfallwirtschaft

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Universität Dortmund
<b>Name des Angebots:</b>	Kreisläufe schließen in der Abfallwirtschaft
<b>Art des Angebots:</b>	Sonstiges
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. Nele McElvany Mail: prorektorin_forschung@tu-dortmund.de
<p>Pünktlich zur „Europäischen Woche der Abfallvermeidung“ hat eine studentische Projektgruppe der TU-Dortmund, Fakultät Raumplanung, einen Routenabschnitt der Themenroute der Kreislaufwirtschaft besichtigt. Die Studenten bearbeiten derzeit ein Projekt zum Thema „<b>Kreisläufe schließen in der Abfallwirtschaft</b> - Bausteine einer nachhaltigen Raumplanung“ unter dem Aspekt „Littering“ in Dortmund. Die Projektgruppe hat sich mittels der Anlagen, die besichtigt wurden, über die Kreislaufwirtschaft und die Wege des „Abfalls“ informiert. Darüber hinaus konnte den Studenten vermittelt werden, welche Klimaschutz-Potentiale in einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft realisiert werden können. Die Studenten erhielten so interessante Einblicke in innovative Projekte und Anlagen. Besichtigt wurden Anlagen und Projekte der Wertschöpfungsstufen: „Forschung und Entwicklung, Abfallvermeidung und -trennung“ (SASE gGmbH), „Sortierung, Aufbereitung und Recycling“ (WAA der Firma LOBBE) und „Thermische Abfallbehandlung und Schlackeaufbereitung“ (Müllheizkraftwerk der AMK).</p> <p><a href="https://www.klima-kreislaufwirtschaft.de/aktuelles/aktuelles/">https://www.klima-kreislaufwirtschaft.de/aktuelles/aktuelles/</a></p>	

## Ressourceneffizientes Bauen

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Universität Dortmund
<b>Name des Angebots:</b>	Ressourceneffizientes Bauen
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Jun.-Prof. Jutta Albus Mail: <a href="mailto:jutta.albus@tu-dortmund.de">jutta.albus@tu-dortmund.de</a>
<p>Schwerpunkt bildet die Auseinandersetzung mit konstruktiven, gestalterischen und technischen Zusammenhängen von Gebäuden. Vor dem Hintergrund von ganzheitlichen, integrativen Entwurfs- und Planungsprinzipien sollen insbesondere nachhaltige und energetische Aspekte sowie deren Einfluss auf Architektur und Baukonstruktion untersucht werden, und sowohl gestalterisch als auch funktional weiterentwickelt werden. Vorausgesetzt werden die Fähigkeit und das Verständnis der analytischen Auseinandersetzung von gebauter Architektur im Zusammenhang mit Energieeffizienz und <b>ressourcenschonendem Materialeinsatz</b>. Die Entwicklung von Entwurfsparametern, die im Umgang mit Nachhaltigkeit und <b>Ressourcenmanagement</b> von Architektur und Konstruktion Bedeutung erlangen, sind bei der Bearbeitung von Entwurfs- und Seminaufgaben grundsätzlich erforderlich.</p> <p><i><a href="https://www.bauwesen.tu-dortmund.de/haupt/de/Studium/B1-Architektur_und_St_dtebau_M_Sc_/Vertiefung_Ressourceneffizientes-Bauen/index.html">https://www.bauwesen.tu-dortmund.de/haupt/de/Studium/B1-Architektur_und_St_dtebau_M_Sc_/Vertiefung_Ressourceneffizientes-Bauen/index.html</a></i></p>	

## Lehrstuhl für Ressourcen- und Energiesysteme

<b>Name der Hochschule:</b>	Technische Universität Dortmund
<b>Name des Angebots:</b>	Lehrstuhl für Ressourcen- und Energiesysteme
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Martin Faulstich Mail: martin.faulstich@tu-dortmund.de
<p>Eine nachhaltige Industriegesellschaft erfordert sowohl eine Energiewende als auch eine <b>Ressourcenwende</b>, welche eng miteinander gekoppelt sind. Dafür entwickelt der Lehrstuhl langfristige Modelle und Szenarien und untersucht die räumlichen Wirkungen und planerischen Steuerungsmöglichkeiten. Zudem entwickelt er konkrete technische Lösungen für die <b>Kreislauf- und Energiewirtschaft</b>.</p> <p>Beispielsweise wird derzeit an der Entwicklung eines Konzepts zur Sicherung einer guten Praxis bei <b>Rückbau und Recycling</b> von Windenergieanlagen geforscht. Darüber hinaus beschäftigt sich das Forschungsprojekt OptiMet mit der <b>Ressourceneffizienzsteigerung</b> in der Metallindustrie; ein Ziel dabei ist die Verminderung des <b>Downcyclings</b>.</p> <p><a href="https://res.raumplanung.tu-dortmund.de/">https://res.raumplanung.tu-dortmund.de/</a></p>	

### 4.3.33 Universität Duisburg-Essen

#### ILONa-Projekt

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität Duisburg-Essen
<b>Name des Angebots:</b>	Zentrum für Logistik und Verkehr (ZLV): ILONa - Innovative Logistik für Nachhaltige Lebensstile
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. Dr. med Dagmar Führer-Sakel Mail: fuehrer-sakel.prorektorin@uni-due.de
<p>ILONa liefert erste verbindende Forschungsansätze und integriert sozio-ökonomische und -ökologische Aspekte systematisch, indem es etwa stationären Handel, Internethandel und auch neue Formen der <b>Sharing Economy</b> in den Blick nimmt, die Verbindungsstationen und Konfigurationsmöglichkeiten von Produktionsprozessen bis zum Übergang des Produkts an den Konsumenten aus der Perspektive <b>ganzheitlich verstandener Supply Chains</b> analysiert und alternative „nachhaltige“ Handlungsoptionen entwirft. Das Projekt zielt darauf ab, die Unternehmen in ihrem Transformationspotenzial zu stärken, und bezieht für die Logistikbranche die Entwicklungsperspektiven zum 6PL (Sixth Party Logistics Service Provider/Lead Sustainability Service Provider) mit ein. Zudem werden die Transformationspotenziale auf Unternehmens-, bzw. Supply Chain Ebene in verschiedenen Entwicklungsszenarien sozioökonomischer Rahmenbedingungen gespiegelt und die Ebene für Politikempfehlungen mit einbezogen. Dabei werden weiterentwickelte Methoden des Accounting und der Modellierung von Nachhaltigkeit angewendet.</p> <p>ILONa trägt dazu bei, dass die Ergebnisse über die Beteiligung von Forschungs- und Praxispartnern wissenschaftlich wie wirtschaftlich anschlussfähig sind und insb. die Forschungsergebnisse praktisch umsetzbar sind. Gemeinsam mit Praxispartnern aus Wirtschaft und Gesellschaft sollen im Rahmen einer Innovationsplattform neue Verständnisse und Lösungen entwickelt und erprobt werden. Dazu werden ‚Best Case‘-Beispiele gesammelt, um Potenziale ermitteln und einhergehende Herausforderungen für die praktische Umsetzung antizipieren zu können. Für die teilnehmenden Unternehmen ergibt sich die Möglichkeit, sich angesichts der zunehmenden Anforderungen im Nachhaltigkeitsbereich innovativ mit neuen Marktlösungen auseinanderzusetzen, neue Ansätze der Interaktion mit den Kunden zu erproben und sich damit an die Spitze notwendiger Innovationsbewegungen zu setzen sowie Alternativen des Nachhaltigen Wirtschaftens im vorwettbewerblichen Rahmen von ILONa konkret zu demonstrieren.</p> <p><a href="https://www.uni-due.de/zlv/ilona.php">https://www.uni-due.de/zlv/ilona.php</a></p>	

**Dienstleistungen für Kreislaufwirtschaftssysteme**

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität Duisburg-Essen
<b>Name des Angebots:</b>	Dienstleistungen für Kreislaufwirtschaftssysteme
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Frau Prof. Dr. Dr. med Dagmar Führer-Sakel Mail: fuehrer-sakel.prorektorin@uni-due.de
<p>In dieser Veranstaltung lernen die Studierenden die <b>Grundlagen der Kreislaufwirtschaft</b> kennen. Sie verstehen und analysieren (mit Hilfe stilisierter mathematischer Modelle) die spezifischen Herausforderungen, welche sich aus dem und dem Zusammenspiel der unterschiedlichen Akteure ergeben. Damit sind sie in der Lage, Dienstleistungen und Produkte auf ihre Eignung zur Überwindung dieser Herausforderungen zu evaluieren und können – auch basierend auf quantitativen Modellen – fundierte Vorschläge zu ihrer Gestaltung machen.</p> <p><a href="https://www.so.msm.uni-due.de/lehre/lehrrveranstaltungen/wintersemester-2122/3417/">https://www.so.msm.uni-due.de/lehre/lehrrveranstaltungen/wintersemester-2122/3417/</a></p>	

### Recycling of oxidic and metallic waste materials

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität Duisburg-Essen
<b>Name des Angebots:</b>	Recycling of oxidic and metallic waste materials
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Rüdiger Deike Mail: ruediger.deike@uni-due.de
<p>Rohstoff- und Energieproduktivität sind wichtige Punkte für zukünftige Entwicklungen. Die Veränderungen auf den nicht-nachhaltigen Rohstoffmärkten für die Metallherzeugung werden unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten diskutiert. Die Zusammensetzung und die produzierten Tonnagen typischer <b><u>Abfallstoffe aus der Eisen- und Stahlindustrie</u></b> und die Verfahren zur Gewinnung wertvoller <b><u>Rohstoffe aus Abfallstoffen</u></b> werden beschrieben. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf den metallurgischen Problemen der hauptsächlich bei hohen Temperaturen ablaufenden Prozesse.</p> <p><i><a href="https://www.uni-due.de/vdb/en_EN/pruefung/505/detail">https://www.uni-due.de/vdb/en_EN/pruefung/505/detail</a></i></p>	

#### 4.3.34 Universität Paderborn

##### Green 4 Future

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität Paderborn
<b>Name des Angebots:</b>	Green 4 Future: Greening the EntreComp Framework to Reconcile Economic Development and Environmental Security
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. René Fahr Mail: rene.fahr@uni-paderborn.de
<p>Das ERASMUS + -Projekt Green-4-Future ist eine strategische Partnerschaft in der beruflichen Bildung (VET), die von der Europäischen Kommission kofinanziert wird. Ziel ist es, wirtschaftliche Ziele mit Umwelt- und Klimazielen in Einklang zu bringen. Die Kernidee des Projekts besteht darin, den EntreComp-Referenzrahmen zu überdenken, der von der Gemeinsamen Forschungsstelle (JRC), dem internen Wissenschaftsdienst der Europäischen Kommission, entwickelt wurde. Es geht insbesondere um die Ökologisierung des EntreComp-Referenzrahmens.</p> <p>Neben der Schaffung eines Green EntreComp-Frameworks, sprich einer grünen Version des EntreComp-Referenzrahmens, werden sich die Partner von Green-4-Future auf die <b>Geschäftsmodellierung für Unternehmen der Kreislaufwirtschaft</b> konzentrieren, ein In-Service-Training für Berufsbildungslehrer erstellen und einen Green-4-Future-MOOC entwerfen.</p> <p>Die neun Projektpartner kommen aus Deutschland, Zypern, Kroatien, Österreich, Irland, Rumänien, Griechenland, Bulgarien und Portugal. Koordinator ist die Universität Paderborn, Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik II. Die anderen Partner sind Universitäten, Forschungseinrichtungen und Berufsbildungseinrichtungen. So umfasst Green-4-Future 4 Universitäten, 3 Forschungszentren / -institute, 2 Berufsbildungseinrichtungen, die alle im Bereich Berufsbildung und grünes Unternehmertum tätig sind.</p> <p><i><a href="https://wiwi.uni-paderborn.de/departments/wirtschaftspaedagogik-prof-beutner/forschung/aktuelle-dritt-mittelprojekte/green-4-future">https://wiwi.uni-paderborn.de/departments/wirtschaftspaedagogik-prof-beutner/forschung/aktuelle-dritt-mittelprojekte/green-4-future</a></i></p>	

## Recycling von Kunststoffen

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität Paderborn
<b>Name des Angebots:</b>	Recycling von Kunststoffen
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsschwerpunkt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Dr.-Ing. Matthias Hopp Mail: matthias.hopp@ktp.upb.de
<p>Vor dem Hintergrund verschmutzter Weltmeere (Mikroplastik) und dem zunehmenden Ressourcenverbrauch in allen Teilen der Erde bei gleichzeitiger Endlichkeit der natürlichen Ressourcen, gewinnen <b><u>Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft</u></b> in der heutigen Zeit an Bedeutung. Sowohl in Politik und Industrie als auch innerhalb der Gesellschaft findet ein Umdenken bezüglich eines nachhaltigen Umgangs mit den Ressourcen statt. Dies entwickelt sich zunehmend zur Kernaufgabe des 21. Jahrhunderts.</p> <p>Das Kunststofftechnik Institut forscht bzgl. des <b><u>Recyclings</u></b> verschiedener Materialien (u. a. faserverstärkter <b><u>Kunststoffe, Carbonfaser, Mischmaterialien</u></b>) oder der Verarbeitung von <b><u>PET Rezyklat</u></b>.</p> <p><i><a href="https://ktp.uni-paderborn.de/forschung-und-entwicklung/recycling">https://ktp.uni-paderborn.de/forschung-und-entwicklung/recycling</a></i></p>	

## Möglichkeiten und Grenzen des Produktrecycling vor dem Hintergrund einer ökologieorientierten Unternehmensführung

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität Paderborn
<b>Name des Angebots:</b>	Möglichkeiten und Grenzen des Produktrecycling vor dem Hintergrund einer ökologieorientierten Unternehmensführung
<b>Art des Angebots:</b>	Promotion
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Guido Schryen Mail: dekan@wiwi.upb.de
<p>Die Dissertation von Herrn Kurt Guido Kaufmann, geschrieben an der Fakultät der Wirtschaftswissenschaften, beschäftigt sich mit der Frage, ob und unter welchen Bedingungen das Angebot von <b>Produktrecycling</b> eine sinnvolle Alternative für Unternehmungen darstellt, den Herausforderungen der steigenden Hersteller*innenverantwortung zu begegnen und inwieweit mit dem Angebot Produktrecycling ein Typ von Unternehmensführung realisiert wird, der mit dem Prädikat „ökologieorientiert“ ausgestattet werden kann.</p> <p>Vor diesem Hintergrund wurden u. a. Möglichkeiten des Produktrecyclings und der <b>Umsetzbarkeit einer Kreislaufwirtschaft</b> diskutiert. Eine Erkenntnis war bspw., dass Recycling aus den verschiedensten Motiven heraus implementiert wird. Diese Motive reichen von der <b>unschädlichen Beseitigung von Abfällen</b> über die <b>Gewinnung von Sekundärrohstoffen</b> in einer von volkswirtschaftlicher Isolation und allgemeiner Knappheit geprägten Kriegswirtschaft, über die <b>Entlastung überfüllter Mülldeponien</b> bis hin zur generellen <b>Prävention von Schädigungen der natürlichen Umwelt</b>.</p> <p><i><a href="http://gcc.uni-paderborn.de/www/wi/wi2/wi2_lit.nsf/94c2e6f98cf9af83c1256bc900524c42/fce7bf5cb1b5f281c1256b17005b09cd/\$FILE/Diss_Kaufmann_Verlagsversion.PDF">http://gcc.uni-paderborn.de/www/wi/wi2/wi2_lit.nsf/94c2e6f98cf9af83c1256bc900524c42/fce7bf5cb1b5f281c1256b17005b09cd/\$FILE/Diss_Kaufmann_Verlagsversion.PDF</a></i></p>	

#### 4.3.35 Universität Siegen

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität Siegen
<b>Name des Angebots:</b>	Stoffkreislauf
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr. Horst Görg Mail: goerg@bauwesen.uni-siegen.de
<p>Im Rahmen des Masterstudiengangs Bauingenieurwesen können Studierende das Fach „Stoffkreislauf“ belegen. Dabei erlernen sie u. a. die Beherrschung der Theorien und Einzelbausteine zur <b>Kreislaufwirtschaft</b> im Bauwesen sowie die Fähigkeit zur Beurteilung von Bauwerken/Bauteilen/Baustoffen im Hinblick auf <b>Wiederverwertbarkeit</b>. Darüber hinaus werden folgende Inhalte thematisiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theorien und Fakten zum Stoffflussmanagement im Bauwesen: <b>Kreislauf- und Abfallwirtschaft</b> im Bauwesen, Lebenszyklus von Bauwerken, Lebensdauer von Bauteilen</li> <li>• Nachhaltiges Bauen, recyclinggerechtes Konstruieren, selektiver Rückbau, <b>recyclinggerechter Abbruch</b></li> <li>• Abfallarmer Baustellenbetrieb beim Neu- und Umbau, Aufbereitung und <b>Entsorgung</b> von Bauabfällen: Entsorgungsplanung, Aufbereitungstechniken, Verwertung</li> <li>• Ausblick für das Bauwesen: Bauwerke von Morgen, Gebäudepass, Facility-Management etc.</li> <li>• <b>Recyclingmaterialien</b> und -techniken für Baustoffe des allgemeinen Hochbaus</li> <li>• Grundlagen für die ökologische Bewertung von Bauprodukten</li> <li>• <b>Wiederverwertung</b> im Straßen- und Tiefbau, Strategien, Baustoffe (Industrielle Nebenprodukte, Asphalt, Beton), Maschinen- und Aufbereitungstechniken, Umweltproblematik</li> </ul> <p><a href="https://www.bau.uni-siegen.de/subdomains/baustofflabor/lehre/lehre/modul_rec.pdf">https://www.bau.uni-siegen.de/subdomains/baustofflabor/lehre/lehre/modul_rec.pdf</a></p>	

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität Siegen
<b>Name des Angebots:</b>	Abwasser- und Abfalltechnik
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Prof. Dr. Horst Görg Mail: <a href="mailto:goerg@bauwesen.uni-siegen.de">goerg@bauwesen.uni-siegen.de</a>
<p>In der Abfalltechnik liegen die Schwerpunkte im Bereich der Optimierung von Behandlungs-, <b>Verwertungs-</b> und Beseitigungsanlagen für Siedlungsabfälle und Industrieabfälle sowie in besonderem Maße in der Entwicklung der <b>Kreislaufwirtschaft</b> für Bauabfälle mit folgenden Einzelthemen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Stoffstrommanagement</b> im Bauwesen,</li><li>• Entwicklung von Methoden und Verfahren zur ökologischen und ökonomischen Bewertung von <b>Abfallbehandlungs- und Abfallbeseitigungsverfahren</b>,</li><li>• Bestimmung, Bewertung, Überwachung und Minderung von Emissionen</li><li>• Integration von Umweltschutz und Arbeitssicherheit in betriebliche Managementsysteme (Zertifizierung zum Entsorgungsfachbetrieb, Abfallwirtschaftskonzepte).</li></ul> <p><a href="https://www.bau.uni-siegen.de/subdomains/abwabf/forschung/forschung_abf.html?lang=de">https://www.bau.uni-siegen.de/subdomains/abwabf/forschung/forschung_abf.html?lang=de</a></p>	

#### 4.3.36 Universität Witten/Herdecke

##### OIKOS Winterschool

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität Witten/Herdecke
<b>Name des Angebots:</b>	OIKOS-Winterschool 2021: Nachhaltigkeit und Klimawandel – was kann die Politik beitragen?
<b>Art des Angebots:</b>	Sonstiges
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Paul Rossmüller Mail: winterschool@oikos-winterschool.org
<p>oikos Witten/Herdecke ist ein eingetragener gemeinnütziger Verein, der von Studierenden der Universität Witten/Herdecke getragen wird. Der Verein wurde 2005 gegründet und hat rund 100 Mitglieder, von denen sich 30 aktiv für das Thema Nachhaltigkeit und um die Universität Witten/Herdecke herum engagieren.</p> <p>Die Vorträge im Rahmen der Winterschool befassen sich beispielsweise mit <b><u>Transformations</u></b>beispielen zur Nachhaltigkeit, mit Nachhaltigkeit in der Industrie oder mit den Perspektiven des European Green Deals. Auch <b><u>Workshops zur Kreislaufwirtschaft</u></b>, zum EU- Emissionshandel oder zur Green Democracy werden angeboten. Im Workshop zur <b><u>Kreislaufwirtschaft</u></b> wird erklärt, was Kreislaufwirtschaft ist und wie diese erfolgreich implementiert werden kann.</p> <p><a href="https://www.oikos-winterschool.org/programm/">https://www.oikos-winterschool.org/programm/</a></p>	

## 4.3.37 Universität zu Köln

## Digital Entrepreneurship – Informationssystemgestützte Kreislaufwirtschaft

<b>Name der Hochschule:</b>	Universität zu Köln
<b>Name des Angebots:</b>	Digital Entrepreneurship – Informationssystemgestützte Kreislaufwirtschaft
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Roman Zeiß Mail: zeiss@wiso.uni-koeln.de
<p>Die <b>Transformation</b> vom aktuell linearen Wirtschaftssystem hin zu einer <b>Kreislaufwirtschaft</b> wird durch wiederkehrende Hemmnisse finanzieller, struktureller, technologischer und soziologischer Art verlangsamt oder unterbunden. Am Lehrstuhl für <b>Informationssysteme und Systementwicklung</b> wird erforscht, inwieweit diese wiederkehrenden Hemmnisse auf klassische Informationsprobleme zurückzuführen sind und wie neuartige Informationstechnologien eingesetzt werden können, um diese Probleme zu verhindern. So können beispielsweise verteilte Systeme (z.B. mobile Endgeräte) mit entsprechender Sensorik eine Lösung der Koordinationsprobleme von <b>Sharing-Konzepten</b> unterstützen oder ein plattformbasiertes soziales Netzwerk Nachbarschaften befähigen, untereinander ihre Gartengeräte zu teilen.</p> <p><a href="https://wirtschaftsinformatik.uni-koeln.de/sites/wirtschaftsinformatik/newsletter/05-SS2018_Newsletter_Winfo.pdf">https://wirtschaftsinformatik.uni-koeln.de/sites/wirtschaftsinformatik/newsletter/05-SS2018_Newsletter_Winfo.pdf</a></p>	

#### 4.3.38 Westfälische Hochschule

##### Zentrum für Recyclingtechnik

<b>Name der Hochschule:</b>	Westfälische Hochschule
<b>Name des Angebots:</b>	Zentrum für Recyclingtechnik
<b>Art des Angebots:</b>	Kompetenzzentrum/Netzwerk
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. -Ing. Ralf Holzhauer Mail: ralf.holzhauer@w-hs.de
<p>In der Forschung und Entwicklung werden Projekte aus den Bereichen <b>Recycling-technik</b> (insbesondere Recycling komplexer Investitions- und Konsumgüter), Biomassen (vollständige Nutzung der Energiepflanzen für Ölsaaten, Herstellung von Cruid Oil und Pelletierung) und nachhaltige Systementwicklung (Rückführung seltener Erden, sowie Demontage und <b>Recyclingstrukturen</b>) bearbeitet.</p> <p>Konkrete Forschungsschwerpunkte sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energietechnik (u. a. Demontage)</li> <li>• Konstruktionstechnik (u. a. <b>Recycling- und Sortiertechnik</b>)</li> <li>• Logistik und Technik</li> <li>• Recycling</li> </ul> <p><a href="https://www.w-hs.de/service/informationen-zur-person/person/holzhauer/">https://www.w-hs.de/service/informationen-zur-person/person/holzhauer/</a></p>	

**Kreislaufwirtschaft**

<b>Name der Hochschule:</b>	Westfälische Hochschule
<b>Name des Angebots:</b>	KW Kreislaufwirtschaft (Bachelor Umweltingenieurwissenschaften)
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr.-Ing. Holzhauer Mail: ralf.holzhauer@w-hs.de
<p>Im Rahmen des Bachelorstudiengangs Umweltingenieurwissenschaften kann die Vorlesung „Kreislaufwirtschaft“ belegt werden.</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Bestehende Systeme der <b><u>Kreislaufwirtschaft und zirkulären Wertschöpfung</u></b></li><li>● Politische, rechtliche und technische Rahmenbedingungen</li><li>● Wirtschaftliche Bewertung</li><li>● Qualitätsmanagement und Quotenmonitoring</li><li>● Europäische und internationale Strukturen.</li></ul> <p><a href="https://www.w-hs.de/fileadmin/public/user_upload/Modulhandbuch_BA_Umweltingenieurwissenschaften_neu.pdf">https://www.w-hs.de/fileadmin/public/user_upload/Modulhandbuch_BA_Umweltingenieurwissenschaften_neu.pdf</a></p>	

## Green Polymers

<b>Name der Hochschule:</b>	Westfälische Hochschule
<b>Name des Angebots:</b>	Green Polymers
<b>Art des Angebots:</b>	Lehrveranstaltung
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Joachim Roll Mail: joachim.roll@w-hs.de
<p>Im Rahmen des Studiengangs „Polymerchemie“ können die Studierenden dieses Modul belegen. Nach Abschluss können die Studierenden Polymere im Hinblick auf ihre Rohstoffbasis und ihre Umweltverträglichkeit einordnen. Darüber hinaus kennen sie praxisrelevante Beispiele für Polymere auf Basis <b>nachwachsender Rohstoffe</b>.</p> <p>Lehrinhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökobilanz von synthetischen Polymeren Mechanisches,</li> <li>• chemisches und energetisches <b>Recycling</b></li> <li>• Polymere aus <b>nachwachsenden Rohstoffen</b></li> <li>• Bioabbaubare Polymere.</li> </ul> <p><a href="https://www.w-hs.de/downloads/sdl-eyJoeXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOiJlbnR1bWV4cCI6MTY0MzMyMzY1MywidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMVosImZpbGUiOiJmaWxlyWRtaW5cL3ByaXZhdGVcL2FsbGdlb-WVpbhwdXNlcl91cGxvYWRcL01vZHVsaG-FuZGJ1Y2hfUE1XX01TQy5wZGYiLCJwYWdlIjo4Mzc2fQ.Y_McKmzPZa5JlyFtdlmKGlF43tsSFr7eoft-grRo1yoE/Modulhandbuch_PMW_MSC.pdf">https://www.w-hs.de/downloads/sdl-eyJoeXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOiJlbnR1bWV4cCI6MTY0MzMyMzY1MywidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMVosImZpbGUiOiJmaWxlyWRtaW5cL3ByaXZhdGVcL2FsbGdlb-WVpbhwdXNlcl91cGxvYWRcL01vZHVsaG-FuZGJ1Y2hfUE1XX01TQy5wZGYiLCJwYWdlIjo4Mzc2fQ.Y_McKmzPZa5JlyFtdlmKGlF43tsSFr7eoft-grRo1yoE/Modulhandbuch_PMW_MSC.pdf</a></p>	

#### 4.3.39 Westfälische Wilhelms-Universität Münster

##### Fast Fashion

<b>Name der Hochschule:</b>	Westfälische Wilhelms-Universität
<b>Name des Angebots:</b>	Fast Fashion
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Gerhard Schewe Mail: orga@wiwi.uni-muenster.de
<p>In den vergangenen Jahren kann ein immenser Wandel innerhalb der Bekleidungsindustrie konstatiert werden: Der Markt ist übersättigt, Bekleidung wird zur nicht geschätzten Wegwerfware und die Verbraucher verlieren den Sinn für Qualität. In Wissenschaft und Praxis ist das Phänomen unter dem Begriff der „Fast Fashion“ seit den 90er-Jahren existent. Kein Thema beherrscht die Bekleidungsindustrie derzeit mehr als dieses. Die Auswirkungen sind deutlich spürbar, heutzutage besitzen Verbraucher viermal mehr Kleidung als noch im Jahr 1980. Die deutschen Konsumenten besitzen 5,2 Milliarden Kleidungsstücke, wovon zwei Milliarden selten oder nie getragen werden. Zusätzlich werden in Europa jährlich 5,8 Millionen Tonnen Bekleidung in den Müll geworfen.</p> <p>Für das Projekt "Fast Fashion – eine verbraucherorientierte Analyse zur <b>Verringerung des Massenkonsums</b>" ergab sich die folgende forschungsleitende Frage: Wie können Verbraucher zu einem <b>verantwortungsbewussteren Verhalten bei der Beschaffung</b>, bei der Erhaltung und beim <b>Recycling</b> von Bekleidung animiert werden?</p> <p><a href="https://www.fatm.de/de/unsere-arbeit/projekte/fast-fashion">https://www.fatm.de/de/unsere-arbeit/projekte/fast-fashion</a></p>	

## Alternative Verpackungen im Bereich der textilen Supply Chain

<b>Name der Hochschule:</b>	Westfälische Wilhelms-Universität
<b>Name des Angebots:</b>	Alternative Verpackungen im Bereich der textilen Supply Chain
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsprojekt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Dr. Gerhard Schewe Mail: orga@wiwi.uni-muenster.de
<p>Viele Alltagsgegenstände bestehen aus Plastik oder sind in Plastik verpackt. Daher tragen Verbraucher mit dem Kauf dieser Produkte zum Anstieg des Plastikverbrauchs in Deutschland bei. Der vollständige Verzicht auf Kunststoffe im Alltag ist nur unter großen Einschränkungen möglich oder nicht möglich. Zudem ist vielen Verbrauchern nicht bewusst, wie viel Plastik im Umlauf ist oder die Umwelt durch den Kauf des Produkts belastet. Der Einsatz von Kunststoffen kann aber von <b>Konsument*innen</b> durch gezielte Wahl des Produkts am Point of Sale (PoS) beeinflusst werden (z.B. Wahl von kunststofffreien Produkten). Vor diesem Hintergrund soll in diesem Projekt untersucht werden, inwiefern Verbraucher*innen durch ihre Kaufentscheidung am PoS das Entstehen von Kunststoffabfällen vermeiden können und inwiefern man ihnen z.B. durch verschiedene <b>Vermeidungsstrategien</b> hierbei Hilfestellung leisten kann. Dies wird exemplarisch an den Anwendungen „Lebensmittelverpackung“ und „Textilverpackungen“ untersucht.</p> <p>Zentrale Fragen dabei sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was wissen Verbraucher*innen über Plastik?</li> <li>• Wie kann Plastik schon im Vorfeld vermieden werden?</li> <li>• Gibt es Alternativen zum herkömmlichen Plastik?</li> <li>• Sind neue Plastik(verpackungs)-Alternativen besser?</li> <li>• Wie können wir Verbraucher*innen beim Plastikvermeiden helfen?</li> </ul> <p><a href="http://www.plastikvermeidung.de/">http://www.plastikvermeidung.de/</a></p>	

## Recycling & Second Life

<b>Name der Hochschule:</b>	Westfälische Wilhelms-Universität
<b>Name des Angebots:</b>	Recycling & Second Life
<b>Art des Angebots:</b>	Forschungsschwerpunkt
<b>Ansprechpartner*in:</b>	Herr Prof. Prof. h.c.mult. Dr. Martin Winter Mail: martin.winter@uni-muenster.de
<p>Lithium-Ionen-Batterien sind weit verbreitet, intensiv genutzt und der Bedarf für diese wie auch andere leistungsfähige Energiespeicher steigt stetig an. Moderne Batterieforschung ist daher ohne Aspekte der Nachhaltigkeit nicht mehr vorstellbar. Nur dann lässt sich der gesamte <b>Wertschöpfungskreislauf</b> von <b>Batterien</b> abbilden. Wie <b>Recycling</b> und <b>Second Life</b> von Batterien gestaltet werden können und welche Aspekte hierbei berücksichtigt werden müssen, sind zentrale Fragestellungen in diesem Kompetenzbereich.</p> <p>Um Ressourcen zu schonen, arbeiten die Forschenden am MEET an Methoden für ein stringentes Recycling aller Batteriematerialien. Das Forschungsteam fokussiert sich zudem auf Methoden, die die spezielle Entsorgung nicht wiederverwendbarer Komponenten von Batterien ermöglichen. So enthält beispielsweise der Elektrolyt fluorierte Bestandteile, die eine Gefahr für die Umwelt und Recyclinganlagen darstellen können. Der Elektrolyt wie auch das graphitische Anodenmaterial werden in heutigen Batterierecyclingprozessen meist nicht zurückgewonnen. Die MEET Forschenden konnten zeigen, dass dies für beide Materialien mit speziellen Techniken möglichst ist – wichtige Erfolge auf dem Weg zu einer zirkulären Wertschöpfung.</p> <p><a href="https://www.uni-muenster.de/MEET/research/analytics-and-environment/Recycling.html">https://www.uni-muenster.de/MEET/research/analytics-and-environment/Recycling.html</a></p>	

## 5 Literaturverzeichnis

- acatech/Circular Economy Initiative Deutschland/SYSTEMIQ (Hrsg.) (2020). *Resourcenschonende Batteriekreisläufe*. Online verfügbar unter: [https://www.circular-economy-initiative.de/s/TB-Gesamtbericht-DE\\_DOI.pdf](https://www.circular-economy-initiative.de/s/TB-Gesamtbericht-DE_DOI.pdf), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Acsinte, S. und Verbeek, A. (2015). *Assessment of access-to-finance conditions for projects supporting Circular Economy*. European Commission, InnovFin Advisory, European Investment Bank Advisory Services (Hrsg.). Luxembourg. Online verfügbar unter: [https://www.eib.org/attachments/pj/access\\_to\\_finance\\_study\\_on\\_circular\\_economy\\_en.pdf](https://www.eib.org/attachments/pj/access_to_finance_study_on_circular_economy_en.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- ADAC (2021). *Staubilanz 2020*. Online verfügbar unter: [https://www.adac.de/der-adac/regionalclubs/nrw/staubilanz-nrw/#:~:text=Die%20Gesamtl%C3%A4nge%20aller%20Stauereignisse%20\(Stau,halbiert%20\(%2D56%20Prozen](https://www.adac.de/der-adac/regionalclubs/nrw/staubilanz-nrw/#:~:text=Die%20Gesamtl%C3%A4nge%20aller%20Stauereignisse%20(Stau,halbiert%20(%2D56%20Prozen), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Aluminium Deutschland e.V. (2021). *Aluminiumbündnis Nordrhein-Westfalen: Gemeinsam für eine starke und wettbewerbsfähige Aluminiumindustrie*. Online verfügbar unter: [http://www.aluinfo.de/files/\\_media/dokumente/Aktuelles/2021/20211130-AD-PM-Aluminiumb%C3%BCndnis-NRW.pdf](http://www.aluinfo.de/files/_media/dokumente/Aktuelles/2021/20211130-AD-PM-Aluminiumb%C3%BCndnis-NRW.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Bastein, A.G.T.M./ Verstraeten-Jochensen, J.N./ Rietveld, E./ Hauck, M./ Frijters, E./ Klijn, O./Driessen, B. (2016). *Circular Amsterdam. A vision and action agenda for the city and metropolitan area*. Online verfügbar unter: <https://repository.tno.nl//islandora/object/uuid:f7doeaf1-8625-4439-ae8e-2168bfc20e95>, zuletzt geprüft am 26.04.2022.
- Bates, A./Kelly, P., Schoonhoven, J./Riis-Tolman, T./Snabe, K. (2021). *The business case for circular buildings: Exploring the economic, environmental and social value*. World Business Council for Sustainable Development (Hrsg.). Geneva, Beijing, Delhi, London, New York, Singapur. Online verfügbar unter: <https://www.wbcd.org/contentwbc/download/13200/193514/1>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- BauKarussell (o. J.). *Bauteilkatalog*. Online verfügbar unter: <https://baukarussell.bauteillager.de/bauteilnetz/website/bauteilsuche>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Bendix, P./Berg, H./Sebestyén, J./Ritthoff, M./Perschel, L., Eckert, D./Kocina, R./Achenbach, H. (2021). *Förderung einer hochwertigen Verwertung von Kunststoffen aus Abbruchabfällen sowie der Stärkung des Rezyklateinsatzes in Bauprodukten im Sinne der europäischen Kunststoffstrategie*. Umweltbundesamt (Hrsg.). Texte | 151/2021.
- Berger, C. (2020). *95 Prozent weniger CO2 bei der Stahlproduktion*. Online verfügbar unter: <https://www.springerprofessional.de/anlagenbau/rohstoffe/95-prozent-weniger-co2-bei-der-stahlproduktion/18437776>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.

- Beschaffungsamt des BMI (o. J.). *Allgemeines zur nachhaltigen Beschaffung*. Online verfügbar unter: [https://www.nachhaltige-beschaffung.info/DE/Allgemeines/allgemeines\\_node.html](https://www.nachhaltige-beschaffung.info/DE/Allgemeines/allgemeines_node.html), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- BIO.NRW (o. J.). *Einweihung des Zentrums für Synthetische Lebenswissenschaften in Düsseldorf*. Online verfügbar unter: <https://bio.nrw.de/einweihung-des-zentrums-fuer-synthetische-lebenswissenschaften-in-duesseldorf/>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- BioökonomieREVIER (o. J.). *Netzwerken und Beraten*. Online verfügbar unter: [https://www.biooekonomierevier.de/ueber\\_uns](https://www.biooekonomierevier.de/ueber_uns), zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Bioökonomie Baden-Württemberg (o. J.). *Landesstrategie Nachhaltige Bioökonomie Baden-Württemberg*. Online verfügbar unter: <https://biooekonomie.baden-wuerttemberg.de/Startseite>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Birnstengel, B./Eckhardt, M./Haberland, L./Hoffmeister, J./Klose, G./Lambert, J./Sandhövel, M./Schütz, N./Simpson, R./Thevessen, A./Weiss, J. (2020). *Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft 2020*. Online verfügbar unter: [https://statusbericht-kreislaufwirtschaft.de/wp-content/uploads/2020/11/Statusbericht\\_2020.pdf](https://statusbericht-kreislaufwirtschaft.de/wp-content/uploads/2020/11/Statusbericht_2020.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Birnstengel, B./Eckhardt, M./Häusler, A./Hoffmeister, J./Labinsky, A./Lambert, J./Lühr, O./Schütz, N./Simpson, R./Becker, G./Gellenbeck, K./Weppel, J. (2018). *Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft Einblicke und Aussichten 2018*. Online verfügbar unter: [https://www.bvse.de/images/pdf/Nachrichten\\_2018/Statusbericht\\_2018\\_Ansicht\\_und\\_Druck.pdf](https://www.bvse.de/images/pdf/Nachrichten_2018/Statusbericht_2018_Ansicht_und_Druck.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- BMUV (2018): *GreenTech made in Germany 2018: Umwelttechnik-Atlas für Deutschland*. Online verfügbar unter: [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_greentech\\_atlas\\_2018.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_greentech_atlas_2018.pdf), zuletzt geprüft am 26.04.2022.
- BMUV (2021). *Mode und Textilien*. Online verfügbar unter: <https://www.bmuv.de/WS5264>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- BMUV (2022). *Umweltpolitische Digitalagenda*. Online verfügbar unter: <https://www.bmuv.de/digitalagenda>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Braun, N./Hopfensack, L./Fecke, M./Wilts, H. (2021). *CEWI: Chancen und Risiken im Automobilsektor für die Umsetzung einer klimaneutralen und ressourceneffizienten zirkulären Wirtschaft*. Online verfügbar unter: [https://www.cewi-projekt.de/wp-content/uploads/2021/05/CEWI\\_Kurzstudie-Automobil\\_2021.pdf](https://www.cewi-projekt.de/wp-content/uploads/2021/05/CEWI_Kurzstudie-Automobil_2021.pdf), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o. J.). *Ihr Weg zum passenden Förderprogramm*. Online verfügbar unter: <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.

- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022). *Jahreswirtschaftsbericht*. Online verfügbar unter: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/jahreswirtschaftsbericht-2022.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=20](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/jahreswirtschaftsbericht-2022.pdf?__blob=publication-File&v=20), zuletzt geprüft am 30.05.2022.
- Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (2021). *Erreichung der Altglasrecyclingquote in Gefahr* [Pressemitteilung vom 15.10.2021], Online verfügbar unter: <https://www.bvse.de/recycling-glas/pressemitteilungen-glas/7736-erreichung-der-altglasrecyclingquote-in-gefahr.html#:~:text=Zur%20Erf%C3%BClung%20der%20VerpackG%2DVorgabe,Erfassungsmengen%20qualit%C3%A4tsorientiert%20steigern%20zu%20k%C3%B6nnen>, zuletzt geprüft am 21.04.2022.
- Bündnis für nachhaltige Textilien (2021). *Bündnis für nachhaltige Textilien*. Bonn. Online verfügbar unter: <https://www.textilbuendnis.com/download/factsheet-textilbuendnis/>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- BVE (2020). *BVE-Jahresbericht 2019 – 2020*. Online verfügbar unter: <https://www.bve-online.de/presse/infothek/publikationen-jahresbericht/bve-jahresbericht-ernaehrungsindustrie-2020>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- bvse (2020). *Bedarf, Konsum, Wiederverwendung und Verwertung von Bekleidung und Textilien in Deutschland*. Online verfügbar unter: [https://www.bvse.de/dateien2020/1-Bilder/03-Themen\\_Ereignisse/06-Textil/2020/studie2020/bvse%20Alttextilstudie%202020.pdf](https://www.bvse.de/dateien2020/1-Bilder/03-Themen_Ereignisse/06-Textil/2020/studie2020/bvse%20Alttextilstudie%202020.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Circular Economy Initiative Deutschland (Hrsg.) (2021): *Circular Economy Roadmap für Deutschland*. acatech/SYSTEMIQ, München/London 2021. DOI: [https://doi.org/10.48669/ceid\\_2021-3](https://doi.org/10.48669/ceid_2021-3).
- Circular Valley (2022). *Start-ups wanted for Circular Economy*. Online verfügbar unter: [https://circular-valley.org/press\\_digital\\_press\\_kits#!/tab/357154984-2](https://circular-valley.org/press_digital_press_kits#!/tab/357154984-2), zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- CirQuality OWL (o. J.). *CIRQUALITY OWL. Ein Produktionsstandort schließt Kreisläufe*. Online verfügbar unter: <https://www.cirqualityowl.de/30-2/>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Confederation of European Paper Industries (2021). *Key Statistics 2020*. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/168479/umfrage/recyclingquote-von-altpapier-in-europa-seit-1991/>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Confederation of European Paper Industries (2022). *The Forest*. Online verfügbar unter: <https://sustainability.cepi.org/forest/>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Deloitte (2018). *Chemie 4.0*. Online verfügbar unter: <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/vci-deloitte-studie-chemie-4-punkt-0-langfassung.pdf>, zuletzt geprüft am 03.02.2022.
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (o. J.). *Kunststoffindustrie*. Online verfügbar unter: <https://www.co2-leuchttuerme-industrie.de/branchen/branchensteckbrief-kunststoff-industrie/>, zuletzt geprüft am 02.03.2022

- Deutsche Umwelthilfe (o. J.). *Glasflaschen*. Online verfügbar unter: <https://www.mehrweg-mach-mit.de/getraenkeverpackungen/glasflaschen/>, zuletzt geprüft am 04.04.2022.
- Effizienz-Agentur NRW (o. J.). *Circular Economy in der Praxis*. Online verfügbar unter: <https://www.ressourceneffizienz.de/ressourceneffizienz/circular-economy-1/ce-in-der-praxis>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- EFRE.NRW (o. J.). *OP EFRE NRW*. Online verfügbar unter: <https://www.efre.nrw.de/efre-programm/op-efre-nrw/>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Ellen MacArthur Foundation (2013). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. Online verfügbar unter: [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client\\_service/sustainability/pdfs/towards\\_the\\_circular\\_economy.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/pdfs/towards_the_circular_economy.ashx), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- European Environment Agency (o. J.). *Bellagio Declaration Circular Economy Monitoring Principles*. Online verfügbar unter: <https://epanet.eea.europa.eu/reports-letters/reports-and-letters/bellagio-declaration.pdf>, zuletzt geprüft am: 30.05.2022
- EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020). *Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance*. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business\\_economy\\_euro/banking\\_and\\_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- EU-Recycling – Das Fachmagazin für den europäischen Recyclingmarkt (2018). *Sekundärrohstoffe - Stahlstandort Deutschland – mit guter Zukunft?* MSV Media-service & Verlag GmbH v.i.S.d.P. Oliver Kürth (Hrsg.). MSV Mediaservice & Verlag GmbH. Alling GT Biburg. ISSN 2191-3730.
- Europäische Kommission (2020a). *Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft: Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa*. COM(2020) 98 final. Online verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0098&from=EN>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Europäische Kommission (2020b). *The business case for biodiversity*. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs\\_20\\_907](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_907), zuletzt geprüft am 22.03.2022.
- Europäische Kommission (2021a). *Horizon Europe, the EU research and innovation programme (2021-27): for a green, healthy, digital and inclusive Europe*, Publications Office, 2021, DOI: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/601756>.
- Europäische Kommission (2021b). *Horizon 2020 Datenbank*. Online verfügbar unter: <https://webgate.ec.europa.eu/dashboard/sense/app/93297a69-09fd-4ef5-889f-b83c4e21d33e/overview>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Europäische Kommission (2022). *EU Strategy for Sustainable and Circular Textiles*. Online unter: [https://ec.europa.eu/environment/publications/textiles-strategy\\_en](https://ec.europa.eu/environment/publications/textiles-strategy_en), zuletzt geprüft am: 05.04.2022.

- Europäische Kommission (o. J.a). *Results and deliverables of the Environmental Footprint pilot phase*. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/environment/eusds/smgp/PEFCR\\_OEFSR\\_en.htm#final](https://ec.europa.eu/environment/eusds/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm#final), zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Europäische Kommission (o. J.b). *Green Public Procurement*. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/environment/gpp/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Europäische Union (2020): *Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft*. doi:10.2775/681268.
- Eurostat (2018). *Circular material use rate. Calculation Method*. Publications Office of the European Union (Hrsg.), Luxembourg. DOI: 10.2785/132630.
- Eurostat (2021): *Circular Material Use Rate*. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei\\_srm030/default/bar?lang=de](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/bar?lang=de), zuletzt geprüft am 26.04.2022.
- Eurostat (o. J.): *Mit welchen Indikatoren wird der Fortschritt hin zur Kreislaufwirtschaft überwacht?* Online verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/circular-economy/indicators>, zuletzt geprüft am 26.04.2022.
- FAO (2022). *Food Loss and Food Waste*. Online verfügbar unter: <https://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/flw-data>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Fraunhofer Umsicht (2022). *Fraunhofer CIRCONOMY® Day*. Online verfügbar unter: <https://www.eniq.fraunhofer.de/de/Veranstaltungen/fraunhofer-circonomy-day.html>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Fraunhofer Umsicht (o. J.). *CIRCONOMY® Hub – Souveräne Wertschöpfungszyklen und zirkuläres Wirtschaften in die Praxis umsetzen*. Online verfügbar unter: <https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/forschungslinien/circonomy.html>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- GIZ (2019). *Circular Economy in the Textile Sector*. Online verfügbar unter: [https://www.adelphi.de/de/system/files/mediathek/bilder/GIZ\\_Studie\\_Kreislaufwirtschaft\\_Textilsektor\\_2019\\_final.pdf](https://www.adelphi.de/de/system/files/mediathek/bilder/GIZ_Studie_Kreislaufwirtschaft_Textilsektor_2019_final.pdf), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Glitza, K.H. (2021). *NRW-Landesumweltministerin Ursula Heinen-Esser übergab millionenschweren Bescheid*. Online verfügbar unter: <https://e-mag.press/handfestes-fuer-die-ressourcenschmiede/>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Handelskammer Münster (o. J.). *Zirkuläre Wertschöpfung*. Online verfügbar unter: <https://www.hwk-muenster.de/de/betriebsfuehrung/nachhaltigkeit-umwelt-energie/zirkulaere-wertschoepfung#section-8609>, zuletzt geprüft am: 30.05.2022.
- Hauptverband der Deutschen Bauindustrie (2021). *Verteilung des Umsätze im deutschen Bauhauptgewerbe nach Bundesland im Jahr 2020*. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/204884/umfrage/umsatzanteile-im-bauhauptgewerbe-nach-bundeslaendern/>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.

- Heinrich-Böll-Stiftung (2021). *Fleischatlas*. Online verfügbar unter: [https://www.boell.de/sites/default/files/2021-01/Fleischatlas2021\\_o.pdf?dimension1=ds\\_fleischatlas\\_2021](https://www.boell.de/sites/default/files/2021-01/Fleischatlas2021_o.pdf?dimension1=ds_fleischatlas_2021), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Henzelmann, T./Büchele, R./Andrae, P./Wiedemann, A. (2018). *GreenTech made in Germany 2018*. Umwelttechnik-Atlas für Deutschland. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (Hrsg.). Berlin.
- Hirschfeld, A./Gilde, J./Walk, V. (2020). *Nordrhein-Westfalen Startup Monitor*. Bundesverband Deutsche Startups e.V. Online verfügbar unter: [https://startupverband.de/fileadmin/startupverband/mediaarchiv/research/regionalstudien/2020\\_nrw\\_sm.pdf](https://startupverband.de/fileadmin/startupverband/mediaarchiv/research/regionalstudien/2020_nrw_sm.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- IN4climate.NRW (2020). *Chemisches Kunststoffrecycling – Potenziale und Entwicklungsperspektiven*. Online verfügbar unter: [https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse\\_IN4climate.NRW/2020/in4climatenrw-diskussionspapier-chemisches-kunststoffrecycling-web.pdf](https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2020/in4climatenrw-diskussionspapier-chemisches-kunststoffrecycling-web.pdf), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- IN4climate.NRW (2021). *Circular Economy in der Grundstoffindustrie: Potenziale und notwendige Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Transformation*. Online verfügbar unter: [https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse\\_IN4climate.NRW/2021/in4climatenrw-diskussionspapier-circular-economy-sekundaerrohstoffe-grundstoffindustrie\\_01.pdf](https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2021/in4climatenrw-diskussionspapier-circular-economy-sekundaerrohstoffe-grundstoffindustrie_01.pdf), zuletzt geprüft am: 30.05.2022
- Innovationsregion Rheinisches Revier (IRR) (2017). *Bauen als Kreislaufwirtschaft*. Die Innovationsregion Rheinisches Revier als Pilotgebiet In NRW. Online verfügbar unter: <https://www.rheinisches-revier.de/neues/projekt-kreislaufwirtschaft-bauen-alle-informationen-auf-einen-blick>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (o. J.): *Von der Faser zur Faser - Textilien im Kreislauf führen*. Online unter: <https://www.ditex-kreislaufwirtschaft.de>, zuletzt geprüft am 05.04.2022.
- International Resouce Panel (IRP) (2019). *Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want*. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya. Online verfügbar unter: <https://globalbusinesscoalition.org/global-governance-news/unep-irp-global-resources-outlook-2019-natural-resources-for-the-future-we-want/>, zuletzt geprüft am 30.03.2022.
- KIWO Groupe (o. J.). *Mechanisches Recycling*. Online verfügbar unter: <https://www.kivo.nl/de/wissensbasis/mechanisches-recycling/>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Koch, A./Jäger, A./König, T./Kronenberg, T./Lerch, C./Reiner, M./Többen, J./Weidner, N. (2019). *Wirtschaftliche Bedeutung industrieorientierter Dienstleistungen in Nordrhein-Westfalen*. Online verfügbar unter: [https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/studie-wirtschaftl.\\_bedeutung\\_industrieorientierter\\_dienstl.\\_in\\_nrw.pdf](https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/studie-wirtschaftl._bedeutung_industrieorientierter_dienstl._in_nrw.pdf), zuletzt geprüft am: 30.05.2022.

- Kollmann, T./Hensellek, S./Jung, P. B./Sirges, A. (2019). *Nordrhein-Westfalen Startup Monitor 2019*. Online verfügbar unter: [https://startupverband.de/fileadmin/startupverband/mediaarchiv/research/regionalstudien/2019\\_nrw\\_sm.pdf](https://startupverband.de/fileadmin/startupverband/mediaarchiv/research/regionalstudien/2019_nrw_sm.pdf), zuletzt geprüft am 26.04.2022.
- Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW (2021): *Innovationsradar zur Ressourcenwende*. Online verfügbar unter: [https://www.knuw.nrw/fileadmin/public/Redaktion/Dokumente/Publikationen/Innovationsradare/2021/Innovationsradar\\_Ressourcenwende\\_Kompetenznetzwerk\\_Umweltwirtschaft\\_NRW.pdf](https://www.knuw.nrw/fileadmin/public/Redaktion/Dokumente/Publikationen/Innovationsradare/2021/Innovationsradar_Ressourcenwende_Kompetenznetzwerk_Umweltwirtschaft_NRW.pdf), zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW (o. J.). *Innovationen von Morgen*. Online verfügbar unter: <https://www.knuw.nrw/unsere-services/innovationstransfer/innovationsradare.html>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Kreislaufwirtschaft BAU (o. J.). *Kreislaufwirtschaft BAU. Mineralische Bau- und Abbruchabfälle*. Monitoring. Online verfügbar unter: <https://kreislaufwirtschaftbau.de/>, zuletzt geprüft am: 06.04.2022.
- Kunststoffland NRW e. V. (2022a). *Über uns*. Online verfügbar unter: <https://www.kunststoffland-nrw.de/ueber-uns>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Kunststoffland NRW e. V. (2022b). *Veranstaltungen*. Online verfügbar unter: <https://www.kunststoffland-nrw.de/aktuelles/veranstaltungen/detail/kunststoffe-der-zukunft-innovation-trifft-nachhaltigkeit-und-leichtbau>, zuletzt geprüft am 03.05.2022.
- Lacy, P./Long, J./Spindler, W. (2020). *The Circular Economy Handbook*. Palgrave Macmillan. United Kingdom. DOI: <https://doi.org/10.1057/978-1-349-95968-6>.
- Landesbetrieb IT.NRW (2021a). *2020 wurden in NRW Glas und Glaswaren im Wert von 1,7 Milliarden Euro hergestellt*. Online verfügbar unter: <https://www.it.nrw/2020-wurden-nrw-glas-und-glaswaren-im-wert-von-17-milliarden-euro-hergestellt-103885>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Landesbetrieb IT.NRW (2021b). *Entwicklung der Textil- und Bekleidungsindustrie in NRW*. Online verfügbar unter: <https://www.it.nrw/entwicklung-der-textil-und-bekleidungsindustrie-nrw-statistiker-legen-storymap-stoff-aus-nrw-vor>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Landesbetrieb IT.NRW (2021c). *Hauptausfuhr Güter 2020*. Online verfügbar unter: <https://www.it.nrw/node/2101/pdf>, zuletzt geprüft am: 30.05.2022.
- Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2020). *Die globalen Nachhaltigkeitsziele konsequent umsetzen: Weiterentwicklung der Strategie für ein nachhaltiges Nordrhein-Westfalen*. Online verfügbar unter: [https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/nrw\\_nachhaltigkeitsstrategie\\_2020.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/nrw_nachhaltigkeitsstrategie_2020.pdf), zuletzt geprüft am 03.05.2022.
- Landesregierung Nordrhein-Westfalen (04.01.2021) *Nordrhein-Westfalen geht beim Kohleausstieg voran – Im Rheinischen Revier sollen in den nächsten Jahren dauerhaft mehr als 6.000 neue Arbeitsplätze in Zukunftsbranchen entstehen*. Online verfügbar unter: <https://www.land.nrw/pressemitteilung/nordrhein-westfalen->

geht-beim-kohleausstieg-voran-im-rheinischen-revier-sollen-den, zuletzt besucht am 04.05.2022.

Lenzing AG (o. J.). *Was ist TENCEL™?* Online verfügbar unter:

<https://www.lenzing.com/de/produkte/tencel™>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.

Material Economics (2018). *The Circular Economy*. Online verfügbar unter:

<https://media.sitra.fi/2018/06/12132041/the-circular-economy-a-powerful-force-for-climate-mitigation.pdf>, zuletzt geprüft am: 06.04.2022.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2015). *Abfallwirtschaftsplan Nordrhein-Westfalen: Teilplan Siedlungsabfälle*. Online verfügbar unter:

[https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/abfallwirtschaftsplan\\_nrw\\_broschuere.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/abfallwirtschaftsplan_nrw_broschuere.pdf), zuletzt geprüft am 02.05.2022.

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (o.D.) *Biologische Vielfalt und Biodiversitätsstrategie NRW*. Online verfügbar unter: <https://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/natur/biologische-vielfalt-und-biodiversitaetsstrategie-nrw#:~:text=In%20Nordrhein%20Westfalen%20leben%20%C3%BCber,Aufgabe%20oder%20Naturschutzpolitik%20in%20NRW>, zuletzt geprüft am 03.05.2022.

Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen (2016). *Potenzialanalyse einer zirkulären Wertschöpfung im Land Nordrhein-Westfalen*. Online verfügbar unter: [https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/potenzialanalyse-zirkulaere-wertschoepfung-nrw\\_2016.pdf](https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/potenzialanalyse-zirkulaere-wertschoepfung-nrw_2016.pdf), zuletzt geprüft am 02.05.2022.

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) (2019). *Industrie ist Zukunft: Industriepolitiches Leitbild des Landes Nordrhein-Westfalen*. Online verfügbar unter: [https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/190925\\_industriepolitiches\\_leitbild\\_finale\\_fassung.pdf](https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/190925_industriepolitiches_leitbild_finale_fassung.pdf), zuletzt geprüft am 02.05.2022.

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) (2021a). *Regionale Innovationsstrategie des Landes Nordrhein-Westfalen*. Düsseldorf. Online verfügbar unter: [https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/21-0924\\_mwide\\_broschuere\\_regionale\\_innovationsstrategie\\_des\\_landes\\_nrw-web2.pdf](https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/21-0924_mwide_broschuere_regionale_innovationsstrategie_des_landes_nrw-web2.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022.

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) (2022a). *Chemie*. Online verfügbar unter: <https://www.wirtschaft.nrw/chemie>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) (2022b). *Stahl und Metalle*. Online verfügbar unter: <https://www.wirtschaft.nrw/stahl-und-metalle>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.

- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) (2022c). *EHoLA - Autos aus Holz*. Online verfügbar unter: [www.efre.nrw.de/daten-fakten/gute-praxisbeispiele/ehola-autos-aus-holz/](http://www.efre.nrw.de/daten-fakten/gute-praxisbeispiele/ehola-autos-aus-holz/), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2021b). Fortschreibung der Energieversorgungsstrategie Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter: [https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/2021-12-16\\_fortschreibung\\_evs\\_nrw\\_veroeffentlichung.pdf](https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/2021-12-16_fortschreibung_evs_nrw_veroeffentlichung.pdf), zuletzt geprüft am: 30.05.2022.
- Moazzem, S./Crossin, E./Daver, F./Wang, L. (2018). *Baseline Scenario of Carbon Footprint of Polyester T-Shirt*. DOI:10.3993/jfbim00262
- Modellfabrik Papier (2022). *Modellfabrik Papier*. Online verfügbar unter: <https://modellfabrikpapier.de/>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2020). *Roadmap zur Implementierung der ISO 15118. Standardisierte Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Ladepunkten*. Online verfügbar unter: [https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/12/NPM\\_AG5\\_AG6\\_2020\\_Q4\\_ISO15518.pdf](https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/12/NPM_AG5_AG6_2020_Q4_ISO15518.pdf), zuletzt geprüft am. 30.05.2022
- Navigant Energy Germany GmbH (2019a). *Energiewende in der Industrie - Potenziale und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor - Branchensteckbrief der Papierindustrie*. Online verfügbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie-ap2a-branchensteckbriefpapier.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie-ap2a-branchensteckbriefpapier.pdf?__blob=publicationFile&v=4), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Navigant Energy Germany GmbH (2019b). *Energiewende in der Industrie - Branchensteckbrief der Grundstoffchemie*. Online verfügbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie-ap2a-branchensteckbrief-chemie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie-ap2a-branchensteckbrief-chemie.pdf?__blob=publicationFile&v=4)), zuletzt geprüft am 03.02.2022.
- Netzwerk Runder Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW (o. J.). *Über das Netzwerk Runder Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW*. Online verfügbar unter: <https://www.zirkulaere-wertschoepfung-nrw.de/>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- NRW.Energy4Climate GmbH (2020). *Best Practice - HyGlass*. Online verfügbar unter: <https://www.in4climate.nrw/best-practice/2020/hyglass/>, zuletzt gerprüft am 02.03.2022.
- NRW.Global Business GmbH (2022). *Automobilindustrie in NRW*. Online verfügbar unter: <https://www.nrwinvest.com/de/branchen-in-nrw/automobil/>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- OECD (2013). *Entrepreneurship at a Glance*. OECD Publishing. DOI: [http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur\\_aag-2013-en](http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2013-en).
- OECD (2016). *The Use of Models in Producing OECD Macroeconomic Forecasts*. Economics Department Working Papers Nr. 1336. ECO/WKP (2016)60.

- Pothen, F. und Growitsch, F. (2019). *Stahl als Enabler der Kreislaufwirtschaft aus der Perspektive der Haushalte in Deutschland*. Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS. Halle (Saale). Online verfügbar unter: [https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/STUDIE\\_Stahl-als-Enabler-der-Kreislaufwirtschaft\\_Fraunhofer\\_IMWS\\_Web1.pdf](https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/STUDIE_Stahl-als-Enabler-der-Kreislaufwirtschaft_Fraunhofer_IMWS_Web1.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022
- Prosperkolleg (o. J.). *Transformationsforschung zur zirkulären Wertschöpfung & Roll Out in die Praxis*. Online verfügbar unter: <https://prosperkolleg.de/das-projekt/ueber-uns/>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- re!source Stiftung e. V. (o. J.). *Auf dem Weg zur Ressourcenwende in der Bau- und Immobilienwirtschaft*. Online verfügbar unter: <https://www.re-source.com/>, zuletzt geprüft am: 06.04.2022.
- RecyclingPortal (2021). *Gemeinsam für eine starke und wettbewerbsfähige Aluminiumindustrie*. Online verfügbar unter: <https://recyclingportal.eu/Archive/69432>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Restado (o. J.). *Wiederverwenden statt verschwenden*. Online verfügbar unter: <https://restado.de/>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Ripa, F. (2021). *European Commission releases new Urban Mobility Framework*. Online verfügbar unter: <https://www.eltis.org/in-brief/news/european-commission-releases-new-urban-mobility-framework>, zuletzt geprüft am: 30.05.2022.
- Rothgang, M./Dehio, J./Janßen-Timmen, R./Neumann, U./Warnecke, C./Eckl, V./Kreuels, B./Stenke, G./Behrens, V./Bersch, J./Marks, H./Rammer, C./Murmman, S./Schmitt, J. (2021). *Innovationsbericht Nordrhein-Westfalen*. Indikatorenbericht. Status und Mobilität von Humankapital. Potenziale von Künstlicher Intelligenz/Maschinenlernen. Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Düsseldorf.
- Runte, S./Putz, H.-J./Schabel S. (2016): *Entwicklung von Anforderungen an die Rezyklierbarkeit von Papierprodukten*. Online verfügbar unter: [https://www.vivis.de/wp-content/uploads/RuR9/2016\\_RuR\\_557-572\\_Runte](https://www.vivis.de/wp-content/uploads/RuR9/2016_RuR_557-572_Runte), zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- RWI-Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung (2021). *Die künftige Rohstoffversorgung der NRW-Industrie und Schritte auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft*. Online verfügbar unter: [https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/rohstoffstudie\\_nrw\\_-\\_studie\\_und\\_fact\\_sheets.pdf](https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/rohstoffstudie_nrw_-_studie_und_fact_sheets.pdf), zuletzt geprüft am: 30.05.2022.
- RWTH Aachen (2021). *Das Center*. Online verfügbar unter: <https://www.cce.rwth-aachen.de/cms/CCE/~othkk/Das-Center/>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (2020). *Kreislaufwirtschaft: Von der Rhetorik in die Praxis*. In: Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.) (2020): Umweltgutachten 2020. Online verfügbar unter: [Wuppertal Institut | 201](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutach-</a></p></div><div data-bbox=)

- ten\_Kap\_03\_Kreislaufwirtschaft.pdf;jsessionid=7BF0999779C2D0FD107E05E98345153B.intranet221?\_\_blob=publication-File&v=2, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Sander, K./Wagner, L./Sanden, J./ Wilts, H. (2017). *Entwicklung von Lösungsvorschlägen, einschließlich rechtlicher Instrumente, zur Verbesserung der Datenlage beim Verbleib von Altfahrzeugen*. Umweltbundesamt (Hrsg.). Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-06-08\\_texte\\_50-2017\\_verbleib-altfahrzeuge.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-06-08_texte_50-2017_verbleib-altfahrzeuge.pdf), zuletzt geprüft am: 30.05.2022.
- Schweizerische Eidgenossenschaft (2018). *Empfehlungen zum Umgang mit BIM*. Online verfügbar unter: [https://www.kbob.admin.ch/dam/kbob/de/dokumente/Publikationen/Digitales%20Bauen/KBOB\\_Empfehlungen\\_BIM\\_20180115.pdf.download.pdf/KBOB\\_Empfehlungen\\_BIM\\_20180115.pdf](https://www.kbob.admin.ch/dam/kbob/de/dokumente/Publikationen/Digitales%20Bauen/KBOB_Empfehlungen_BIM_20180115.pdf.download.pdf/KBOB_Empfehlungen_BIM_20180115.pdf), zuletzt geprüft am: 06.04.2022.
- SCI4climate.NRW (2020). *Materialflüsse und Wertschöpfungskette der Stahl- und Zementindustrie in Nordrhein-Westfalen*. Online verfügbar unter: [https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse\\_SCI4climate.NRW/Produkte\\_und\\_Wertschoepfungsketten/sci4climate-web-stahl-und-zement.pdf](https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_SCI4climate.NRW/Produkte_und_Wertschoepfungsketten/sci4climate-web-stahl-und-zement.pdf), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz Berlin (o. J.). *Initiative Re-Use Berlin*. Online verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/re-use-berlin/initiative/>, zuletzt geprüft am 26.04.2022.
- Statista (2022). *Statistiken zu Technischen Textilien*. Online verfügbar unter: [https://de.statista.com/themen/7096/technische-textilien/#topicHeader\\_\\_wrapper](https://de.statista.com/themen/7096/technische-textilien/#topicHeader__wrapper), zuletzt geprüft am 06.04.2022.
- Statistisches Bundesamt (2021). *Entsorgung von Abfällen nach Abfallkategorien 2019*. Online verfügbar unter: <https://www.statistikportal.de/de/entsorgung-von-abfaellen-nach-abfallkategorien>, zuletzt geprüft am 30.03.2022.
- Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021). *Branchenausblick 2030+: Die Glasindustrie*. Online verfügbar unter: <https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Branchenausblick-Glas-StiftungIGBCE.pdf>, zuletzt gerpüft am 04.04.2022.
- Stiftung Familienunternehmen (2021). *Circular Economy in Familienunternehmen: Herausforderungen, Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen*. Online verfügbar unter: [https://www.familienunternehmen.de/media/public/pdf/publikationen-studien/studien/Circular-Economy-in-Familienunternehmen\\_Studie\\_Stiftung-Familienunternehmen.pdf](https://www.familienunternehmen.de/media/public/pdf/publikationen-studien/studien/Circular-Economy-in-Familienunternehmen_Studie_Stiftung-Familienunternehmen.pdf), zuletzt geprüft am 03.05.2022.
- Stuchtey, M. und Vahle, T. (o. J.). *Urban agriculture: boon or bust?* Online verfügbar unter: <https://www.institut.veolia.org/en/urban-agriculture-boon-or-bust>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- SYSTEMIQ (2020). *Kompass für den Systemwandel. Umsetzung des European Green Deals in einer Zeit des Aufbruchs*. Online verfügbar unter:

<https://www.systemiq.earth/wp-content/uploads/2021/06/KOMPASS-F%C3%9CR-DEN-SYSTEMWANDEL.pdf>, zuletzt geprüft am: 30.05.2022.

textil+mode (2019). *Vielfältige Textilwirtschaft = Vielfalt der Herausforderungen und Lösungen für eine textile Kreislaufwirtschaft*. Online verfügbar unter: <https://textile-zukunft.de/wp-content/uploads/2014/10/Vielf%a4ltige-Textilwirtschaft-Herausforderungen-und-L%b6sungen.pdf>, zuletzt geprüft am 06.04.2022.

textil+mode (2021). *Mit kreislauffähigen Textilprodukten unsere Zukunft sichern*. Online verfügbar unter: <https://textil-mode.de/de/newsroom/blog/mit-kreislauf-faehigen-textilprodukten-unsere-zukunft-sichern/>, zuletzt geprüft am 06.04.2022.

TH Köln (2021). *7 Millionen Euro für das Pilotprojekt der „Bergischen Ressourcenschmiede“*. Online verfügbar unter: [https://www.th-koeln.de/hochschule/7-milli-onen-euro-fuer-das-pilotprojekt-der-bergischen-ressourcenschmiede\\_89014.php](https://www.th-koeln.de/hochschule/7-milli-onen-euro-fuer-das-pilotprojekt-der-bergischen-ressourcenschmiede_89014.php), zuletzt geprüft am 02.05.2022.

Umweltbundesamt (2019). *Aluminium Factsheet*. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/factsheet-aluminium\\_fi\\_barrierefrei.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/factsheet-aluminium_fi_barrierefrei.pdf), zuletzt geprüft am 26.04.2022.

Umweltbundesamt (2021a). *Glas und Altglas*. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/glas-altglas#massenprodukt-glas>, zuletzt geprüft am 04.04.2022

Umweltbundesamt (2021b). *Carbon Capture and Utilization*. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/szenarien-konzepte-fuer-die-klimaschutz/carbon-capture-utilization-ccu#Hintergrund>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.

Umweltbundesamt (2021c). *KreislaufBAUwirtschaft*. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0757.pdf>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.

Umweltbundesamt (2021d). *Verpackungen*. Online verfügbar unter: [www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/verpackungen#--3](http://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/verpackungen#--3), zuletzt geprüft am 02.03.2022.

Umweltbundesamt (2022). *Altpapier*. Online verfügbar unter: [www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/altpapier#die-deutsche-papierindustrie](http://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/altpapier#die-deutsche-papierindustrie), zuletzt geprüft am 02.03.2022

Umweltbundesamt (o. J.). *Chemikalienleasing*. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-management/nachhaltige-chemie/chemikalienleasing-portaleinstieg#ein-innovatives-geschäftsmodell-zum-nachhaltigen-management-von-chemikalien>, zuletzt geprüft am 30.03.2022.

Umweltinnovationsprogramm (2014). *Prozesskette für Aluminiumrecycling*. Online verfügbar unter: <https://www.umweltinnovationsprogramm.de/projekte/prozesskette-fuer-aluminiumrecycling>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.

- Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (UGdL) (2022). *Rohstoffverbrauch*. Online verfügbar unter: <https://www.giscloud.nrw.de/ugrdl-dashboard.html>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Umweltportal.NRW.de (o. J.). *Stagnierende Rohstoffproduktivität*. Online verfügbar unter: <https://www.umweltportal.nrw.de/web/umweltbericht-2020/stagnierende-rohstoffproduktivitaet>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Van Langen, Sven K./Renato Passaro. 2021. *The Dutch Green Deals Policy and Its Applicability to Circular Economy Policies*. Online verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/su132111683>, zuletzt geprüft am: 30.05.2022
- Verein Deutscher Zementwerke e.V. (2021a). *Calcinierte Tone aus mineralischen Sekundärrohstoffen*. Online verfügbar unter: [www.vdz-online.de/wissensportal/forschungsprojekte/calcinierte-tone-aus-mineralischen-sekundaerrohstoffen](http://www.vdz-online.de/wissensportal/forschungsprojekte/calcinierte-tone-aus-mineralischen-sekundaerrohstoffen), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Verein Deutscher Zementwerke e.V. (2021b). *Zementindustrie im Überblick 2021 / 2022*. Online verfügbar unter: [www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/zementindustrie\\_ueberblick/VDZ-Zementindustrie\\_im\\_Ueberblick\\_2021\\_2022.pdf](http://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/zementindustrie_ueberblick/VDZ-Zementindustrie_im_Ueberblick_2021_2022.pdf), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Verein Deutscher Zementwerke e.V. (2021c). *Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2020*, S. 29. Online verfügbar unter: [www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/umweltschutz/Umweltdaten/VDZ-Umweltdaten\\_Environmental\\_Data\\_2020.pdf](http://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/umweltschutz/Umweltdaten/VDZ-Umweltdaten_Environmental_Data_2020.pdf), zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Werwitzke, C. (2021). *FH Münster baut Know-how für Batterie-Recycling auf*. Online verfügbar unter: <https://www.electrive.net/2021/01/14/fh-muenster-baut-know-how-fuer-batterie-recycling-auf/>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Wilts, H. (2021). *Zirkuläre Wertschöpfung: Aufbruch in die Kreislaufwirtschaft*. Friedrich-Ebert-Stiftung (Hrsg.). Bonn.
- Wilts, H. und Berg, H. (2017). *Digitale Kreislaufwirtschaft: Die Digitale Transformation als Wegbereiter ressourcenschonender Stoffkreisläufe*. In Brief. Online verfügbar unter: [https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6977/file/6977\\_Wilts.pdf](https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6977/file/6977_Wilts.pdf), zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- WIRTSCHAFT.NRW. (o. J.). *Leitmarkt-Strategie und Cluster in NRW*. Online verfügbar unter: <https://www.wirtschaft.nrw/leitmarkt-strategie-nrw>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Wirtschaftsverband der rheinisch-westfälischen papiererzeugenden Industrie e.V (2022). *Die Papierindustrie*. Online verfügbar unter: <https://wv.papierindustrie.nrw/>, zuletzt geprüft am 02.03.2022
- World Business Council on Sustainable Development (2021). *The business case for circular buildings: Exploring the economic, environmental and social value*. Online verfügbar unter: <https://www.wbcsd.org/Programs/Cities-and-Mobility/Sustainable-Cities/Transforming-the-Built-Environment/Resources/The-business-case-for-circular-buildings-Exploring-the-economic-environmental-and-social-value>, zuletzt geprüft am, 30.05.2022.

World Economic Forum (2021a). *Paving the Way: EU Policy Action for Automotive Circularity*. Online verfügbar unter: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Circular\\_Cars\\_Initiative\\_Paving\\_the\\_Way\\_2021.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Circular_Cars_Initiative_Paving_the_Way_2021.pdf), zuletzt geprüft am 02.03.2022

World Economic Forum (2021b): *A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030*. Online verfügbar unter: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_A\\_Vision\\_for\\_a\\_Sustainable\\_Battery\\_Value\\_Chain\\_in\\_2030\\_Report.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Vision_for_a_Sustainable_Battery_Value_Chain_in_2030_Report.pdf), zuletzt geprüft am 02.03.2022

WV Metalle (2020). *Metallstatistik 2019*. Online verfügbar unter: <https://www.wvmetalle.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=226990&token=6851e821a49c7e63641f455bd901d87f17dc9f83>, zuletzt geprüft am 02.03.2022

ZiTEx (2021). *Brancheneinblick 2021*. Online verfügbar unter: [www.zitex.de/files/basic/pdf/ZiTEx%20Brancheneinblick%202021.pdf](http://www.zitex.de/files/basic/pdf/ZiTEx%20Brancheneinblick%202021.pdf), zuletzt geprüft am 02.05.2022.

Zukunftsagentur Rheinisches Revier (o. J.). *Projekt "Regionale Ressourcenwende in der Bauwirtschaft (ReBAU)"*. Online verfügbar unter: <https://www.rheinisches-revier.de/themen/projekt-regionale-ressourcenwende-in-der-bauwirtschaft-rebau>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.