

Sustainable Development Goals (SDG) – Umsetzung in Praxis,  
Lehre und Entscheidungsprozessen

*Reihe herausgegeben von:* Silvio Beier, Bauhaus-Universität  
Weimar, Weimar, Deutschland

Peter Hense, Bochum, Deutschland

Claudia Klümper, Emsbüren, Deutschland

Stefan Lechtenböhmer, Kassel Institute for Sustainability,  
Universität Kassel, Kassel, Deutschland

Christa Reicher, Aachen, Deutschland

Diese Buchreihe beleuchtet die UN-Nachhaltigkeitsziele hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Aspekte, disziplinären Verknüpfungen und Bedeutung für die Lehre sowie Transfer in die Gesellschaft. Kerngerüst bilden die Ziele „Gesundheit und Wohlergehen“, „Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen“, „Bezahlbare und saubere Energie“, „Industrie, Innovation und Infrastruktur“, „Nachhaltige Städte und Gemeinden“, „Maßnahmen zum Klimaschutz“. Die sechs Ziele bilden das Fundament, deren Betrachtung im Vordergrund steht und den jeweiligen Ausgangspunkt für die weiteren Überlegungen bildet. Klar ist, dass diese sechs, aber insgesamt alle 17 Ziele, nicht isoliert betrachtet werden können. Insgesamt sind die Ziele vor dem Hintergrund einer Reaktion allgemeiner globaler Veränderungen zu sehen. Viele Ziele sind in Europa mit eigenen Themen behaftet, was die technischen Voraussetzungen oder eine internationale Koordination betrifft, und in den Ländern der EU durch den Klimawandel mit eigenen Vorzeichen versehen. Daher will diese Reihe vorausdenken, Probleme frühzeitig erkennen und benennen. Lösungen sollen konkretisiert werden und auf Ihre Praxistauglichkeit überprüft werden.

Sabine Büttner • Uwe Handmann • Wolfgang Irrek  
*Hrsg.*

# Transformation zur Circular Economy

Kleine und mittlere Unternehmen im Wandel begleiten

*Hrsg.*

Sabine Büttner  
Prosperkolleg e.V.  
Bottrop, Deutschland

Uwe Handmann  
Institut Informatik  
Hochschule Ruhr West  
Bottrop, Deutschland

Wolfgang Irrek  
Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft  
Hochschule Ruhr West  
Bottrop, Deutschland

ISSN 2731-9083                      ISSN 2731-9091 (electronic)  
Sustainable Development Goals (SDG) – Umsetzung in Praxis, Lehre und Entscheidungs-  
prozessen  
ISBN 978-3-658-43337-6              ISBN 978-3-658-43338-3 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-43338-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Daniel Froehlich

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

## Geleitworte

---

Es ist das größte, herausforderndste und spannendste Projekt unserer Zeit, das sich unter den erschwerten Bedingungen einer Stapelkrisenzeit vollzieht: Die Art, wie wir leben und arbeiten, wie wir produzieren und konsumieren, ändert sich fundamental. Die große Menschheitsaufgabe, die der Klimawandel uns stellt, um ein Leben in den planetaren Grenzen zu ermöglichen, heißt: Transformation. Der Umgang mit Ressourcen ist dabei ein zentraler Ansatzpunkt. Das Zeitalter des fossil geprägten linearen Wirtschaftens geht zu Ende, die Zukunft wird der Zirkulären Wirtschaft gehören.

Auch wenn in der Regel von „der Transformation“ die Rede ist, so vollzieht sich der große Wandel in (mindestens) zwei Dimensionen. Es gilt, den zweiten Teil der doppelten Transformation – den Übergang zur digitalen Gesellschaft – für den ersten Teil – den Weg Richtung Klimaneutralität – in Beziehung zu setzen: Die Zirkuläre Wirtschaft ist ohne digitale Tools und Technologie-Sprünge nicht möglich – beide Dimensionen bedingen einander.

Und eine weitere Verbindung ist relevant: Ökologische Notwendigkeit und ökonomische Rationalität fallen bei der Transformation zusammen: Ein Denken und Handeln in möglichst geschlossenen Kreisläufen bedeutet Zukunftsfähigkeit in beiden Perspektiven. Neben die Effizienz muss der effektive Einsatz von Rohstoffen und Energie treten, der dem Klimaschutz dient, Wirtschaftskreisläufe stabilisiert und damit auch unseren Wohlstand sichert. Wir verstehen Circular Economy als ein gesamtgesellschaftliches Konzept und als ein industriepolitisches Innovations- und Ermöglichungsprogramm.

Das vorliegende Buch setzt daher zu Recht kein Fragezeichen hinter seinen Titel, sondern sinnbildlich vielmehr ein Ausrufezeichen – eines, das die enormen Chancen betont, die in der Transformation zur Circular Economy liegen, und eines, das mit kluger Analyse und „handfestem“ Rat motivieren möchte, den Weg zu beschreiten.

Dass die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft im Industrieland Nordrhein-Westfalen kein Sprint, sondern ein gehobener Mittelstreckenlauf sein wird, kein „Nebenbei-Projekt“, sondern ein tiefgreifender Wandel, liegt auf der Hand. Einige Zahlen zur Wirtschaftsstruktur mögen dies noch einmal verdeutlichen.

Mit rund 794 Mrd. € im Jahr 2022 erwirtschaftete Nordrhein-Westfalen 20,5 % des deutschen Bruttoinlandsproduktes (BIP) und liegt damit deutlich an der Spitze aller Bundesländer. Mit rund 5 % Anteil am europäischen BIP (EU-27) ist unser Land zudem eine der bedeutendsten Wirtschaftsregionen Europas und liegt mit seiner Wirtschaftskraft vor anderen europäischen Staaten wie Schweden, Polen oder Belgien.

Insbesondere mit der Metropole Ruhr und Südwestfalen verfügt Nordrhein-Westfalen über die stärksten Industrieregionen Europas. 15,2 % der Erwerbstätigen in unserem Land sind im Industriesektor beschäftigt. Die nordrhein-westfälische Industrie trägt rund 26,0 % zur Bruttowertschöpfung des Landes bei – 18,9 % zur Bruttowertschöpfung Deutschlands.

17 der 50 umsatzstärksten deutschen Unternehmen haben ihren Sitz in Nordrhein-Westfalen. Neben großen Industrieunternehmen von Weltrang finden sich hier Dutzende kleinerer „Hidden Champions“, die in ihren Geschäftsfeldern führend sind.

Das ist Ausdruck des starken und prägenden nordrhein-westfälischen Mittelstands: Knapp 700.000 kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bilden das wirtschaftliche Rückgrat der Region. Sie stellen 99,2 % aller Unternehmen des Landes. 51,9 % der abhängig Beschäftigten und über 70,9 % der Auszubildenden sind in mittelständischen Unternehmen tätig. Das Handwerk ist mit mehr als 190.000 Unternehmen in Nordrhein-Westfalen vertreten und mit rund 1,2 Mio. Beschäftigten zugleich ein wichtiger Arbeitgeber im Lande.

Das ist Nordrhein-Westfalen in (ausgewählten) Zahlen, die nur in kleinen Ansätzen widerspiegeln, welches Gewicht, welche große Vielfalt und Stärke unser Land aufbringt, wenn sein Transformationsbeitrag „gewogen“ wird.

Die Vielfalt hat aber nicht nur eine gleichsam quantitative Dimension, bei der das Viele nebeneinander steht. Nordrhein-westfälische Vielfalt bestätigt den klassischen Sinnspruch, nach dem „alles mit allem zusammenhängt“. Nordrhein-westfälische Vielfalt ist verbundene Vielfalt. Dazu gehören die weitgehend intakten Wertschöpfungsketten im Land, die bei der Etablierung zirkulären Wirtschaftens ihre Stärke ausspielen können. Und dazu gehört die wechselseitig impulsgebende Dichte von Industrie, KMU, Start-ups und Wissenschaft, bei der das, was der eine an Lösung findet, den anderen inspiriert, es gleich (oder noch besser) zu tun, darauf aufzusetzen oder gemeinsam etwas weiterzuentwickeln. Als Landesregierung werden wir mit einer Kreislaufwirtschaftsstrategie die Kooperation und Kollaboration für die zirkuläre Transformation befördern und ganz im Sinne der skizzierten Stärke die Kräfte bündeln.

Aus dieser Stärke erwächst eine enorme Innovationskraft – gerade im Bereich der Zirkulären Wertschöpfung. Am Beispiel einer unserer Regionen, am Beispiel Nordrhein-Westfalens in Gänze aufzuzeigen, wie der Weg zur Kreislaufwirtschaft gestaltet werden kann, wie der Einstieg auf die „Kreisbahn“ der Circular Economy gelingt, ist also ein lohnenswertes Unterfangen. Der vorliegende Sammelband bietet Analyse, schafft Vorbilder mit Best-Practice-Beispielen und zeigt Möglichkeiten für den „Anpack“ mit Instrumenten und Verfahren. Er mag daher Verständnis, Strategie und Motivation mehren und für die Transformation hin zur Kreislaufwirtschaft und Klimaneutralität in Stellung bringen.

Düsseldorf, Mai 2023

**Mona Neubaur, Ministerin für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen**

Die Notwendigkeit einer Transformation zur Circular Economy ist mittlerweile eine weitestgehend akzeptierte Tatsache: Sowohl aus einer ökologischen als auch aus einer sozio-ökonomischen Perspektive führt kein Weg mehr an der zirkulären Wirtschaft vorbei. Weder werden wir die gesetzlich definierten Klimaschutzziele erreichen noch den dramatischen Verlust an Artenvielfalt stoppen, wenn die aktuelle extrem ressourcenverschwenderische „Wegwerfgesellschaft“ nicht überwunden wird. Genauso erkennen immer mehr Unternehmen, dass ihre zukünftige Wettbewerbsfähigkeit an der Entwicklung zirkulärer Geschäftsmodelle hängen wird, die sie unabhängiger machen von unsicheren Rohstoffimporten und immer stärkeren Preisschwankungen – das simple „Produzieren, Nutzen, Wegwerfen“ wird sehr bald genauso gut, aber billiger in anderen Teilen der Welt mit niedrigeren Umwelt- und Sozialstandards funktionieren.

Nordrhein-Westfalen bietet für diese Transformation die im Prinzip idealen Voraussetzungen: Für die meisten der zentralen Wertschöpfungsketten finden sich

hier die notwendigen Akteure für die Entwicklung zirkulärer Innovationen – von der Rohstoffindustrie über die Logistik bis hin zu einer hochdifferenzierten Recyclingwirtschaft. Hinzu kommt in einer weltweit einmaligen Dichte eine Forschungslandschaft, die aus unterschiedlichen Perspektiven zur Circular Economy forscht. Im Prinzip findet sich in NRW also jedes notwendige Spezialwissen im Radius von einer Stunde Bahnfahrt.

Betrachtet man diese Potenziale, ist der Blick auf den in der Vergangenheit erreichten Fortschritt allerdings ernüchternd: Die meisten Sektoren sind noch linear dominiert, was sich u. a. in einer im Vergleich zu Bayern oder Baden-Württemberg niedrigen Rohstoffproduktivität niederschlägt, die sich in den letzten zehn Jahren nur um ca. 10 % erhöht hat (Statistische Ämter des Bundes und der Länder o. J.). Es gibt in NRW eine fast schon unüberschaubare Vielzahl hoch innovativer Pilotprojekte zu spezifischen zirkulären Geschäftsmodellen oder hochwertigen Recyclingmethoden – in der Regel liegen die Herausforderungen aber in der Skalierung und der flächendeckenden Umsetzung. Noch ist NRW keine Kreislaufwirtschaft und davon auch noch weit entfernt – die tatsächliche Dimension der Herausforderung wird vielen erst langsam bewusst.

Einige der zentralen Hemmnisse, die dieses Auseinanderfallen von Potenzialen und Praxis erklären können, hat die Studie im Auftrag des NRW-Wirtschaftsministeriums *NRW 2030 – Von der fossilen Vergangenheit zur zirkulären Zukunft* beschrieben (Wilts et al. 2022): NRW ist geprägt von einer Wirtschaftsstruktur mit einem hohen Anteil an kleinen und mittleren Unternehmen, die als Zulieferer für global agierende Konzerne arbeiten, z. B. im Automobilsektor. Innovationsprozesse sind damit häufig geprägt durch Vorgaben durch die OEMs, die es möglichst präzise und schnell umzusetzen gilt – die Entscheidung über Veränderungen des Geschäftsmodells finden häufig außerhalb NRWs statt und bedürfen damit besonderer Überzeugungsarbeit. Gleichzeitig sind die Unternehmen oft überfordert angesichts der Komplexität des Themas Circular Economy und den sich daraus ergebenden möglichen Ansatzpunkten: Anders als andere Bundesländer fehlt es in NRW noch an einer klaren Governancestruktur und einer Profilbildung, die sich aus einer strategischen Analyse von Stärken und Schwächen in NRW abgeleitet hätte.

Vor diesem Hintergrund hat das Prosperkolleg in den letzten Jahren ganz entscheidende Impulse für die Übersetzung von Forschungserkenntnissen in die Praxis geliefert: Über eine Vielzahl von Vernetzungsaktivitäten, Webinaren und praxisorientierten Publikationen wurde eine ganze Region dafür sensibilisiert, Circular Economy als strategische Chance zu begreifen und gemeinsam mit unterschiedlichen Akteuren entlang der Wertschöpfungskette konkrete Schritte in die Umsetzung zu gehen. Mit dem *Circular Digital Economy Lab* wurde dabei ein strategisches Zukunftsthema aufgegriffen, das zu den zentralen „Ermöglichern“ dieser Transformation gehören wird: die Verknüpfung der Megatrends Digitalisierung und Kreislaufwirtschaft durch eine Kopplung von Stoff- und Informationsflüssen. Die Circular Economy wird im Kern eine datengetriebene Wirtschaft sein müssen, wenn die Komplexität ganzer geschlossener Stoffkreisläufe erfolgreich gemanagt werden soll – und genau hier könnte sich NRW ein Alleinstellungsmerkmal erarbeiten: an der Schnittstelle von Künstlicher Intelligenz und Logistikstrukturen, Big Data Analytics und der Bereitstellung von Informationen zur zukünftigen Verfügbarkeit von Sekundärrohstoffen oder Industrie 4.0 und Remanufacturing.

Gemeinsam mit anderen Akteuren des *Runden Tisches Zirkuläre Wertschöpfung NRW* hat sich das Prosperkolleg damit der eigentlichen zentralen Herausforderung gestellt: dem Faktor Zeit. Circular Economy als Leit- und Koordinationsprinzip der Wirtschaft wird sich irgendwann auch in NRW durchsetzen, davon ist angesichts der Impulse aus Brüssel auszugehen. Wenn NRW davon im globalen Wettbewerb der Industriestandorte aber tatsächlich profitieren möchte, bedarf es einer massiven Beschleunigung der Transformationsgeschwindigkeit: Andernfalls werden die neuen Arbeitsplätze und zirkulären Gewinne in den Niederlanden oder China realisiert werden, wo seit Jahren sehr strategisch auf die Circular Economy gesetzt wird. Mit dem jetzt begonnenen Entwicklungsprozess einer Kreislaufwirtschaftsstrategie für NRW bietet sich die Chance, noch viel stärker als bisher die möglichen Synergien in den Fokus zu nehmen – sowohl zwischen den Stufen der Wertschöpfungsketten, zwischen Unternehmen und Wissenschaft und dort zwischen verschiedenen Disziplinen. Hier hat das Prosperkolleg die Blaupause entwickelt, wie sich solche schnell formulierten Ansprüche in ganz konkrete Aktivitäten übersetzen lassen.

Wuppertal, Juni 2023

**Prof. Dr. Henning Wilts, Leiter der Abteilung Kreislaufwirtschaft am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie und Professor für Circular Economy (Vertretungsprofessur) an der HafenCity Universität Hamburg**

# Vorwort

---

Das Thema „Circular Economy“ ist für die einen ein Fremdwort, für die anderen ein gesamtgesellschaftliches Konzept, eine Wirtschafts- und Lebensweise, die dringend erforderlich ist, um Ressourcen zu schonen, die schädlichen Umweltwirkungen der Rohstoffgewinnung zu vermeiden und die Klimaziele zu erreichen. Circular Economy ist vor allem aber auch ein industriepolitisches Innovationskonzept, das Veränderungen von Produkten, Geschäftsmodellen und Produktionsprozessen in den Wertschöpfungsnetzwerken erfordert und daher in besonderem Maße produzierende Unternehmen in Industrie und Gewerbe betrifft. Während einige größere Unternehmen bereits erste Schritte einer zirkulären Wertschöpfung gegangen sind, stehen gerade kleine und mittlere Unternehmen vor vielfältigen Herausforderungen, aber auch Chancen, auf die damit einhergehenden Anforderungen zu reagieren oder proaktiv ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Daher entstand die Idee, in einem handlungsorientierten Forschungs- und Transferansatz zu erforschen und zu erproben, was die Transformation zur Circular Economy für die mittelständische Wirtschaft bedeuten und wie diese auf ihrem Weg zu einer Circular Economy unterstützt werden kann.

Initiiert und gefördert durch das Wirtschaftsministerium des Landes Nordrhein-Westfalen startete im Juni 2019 das Projekt *Prosperkolleg* mit seinen Teilprojekten *Transformationsforschung zur zirkulären Wertschöpfung* und *Roll-out der Erkenntnisse*. Das Projekt endete im März 2024. Der Namensteil „Prosper“ knüpft an die Industriegeschichte des Ruhrgebiets an: 1863 fasst die Arenbergsche AG für Bergbau und Hüttenbetrieb ihren Grubenfeldbesitz unter dem Namen „Prosper“ zusammen. Namenspatron war Herzog Prosper Ludwig von Arenberg. Heute ist dies ein Name, der durch ehemalige Bergbaustandorte in der Emscher-Lippe-Region verankert ist und gleichzeitig für „Prosperität“ steht, für den Aufschwung, der mit einer nachhaltigen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft verbunden sein kann. Der Namensteil „Kolleg“ steht zudem für gemeinschaftliches Arbeiten und Lernen auf Augenhöhe. Qualifizierung ist schließlich auch ein Schlüssel für Strukturwandel und Innovation.

Das Buch fasst wesentliche Ergebnisse dieses Projekts zusammen, das im Folgenden einfach kurz als „Prosperkolleg“ bezeichnet wird. Das Buch richtet sich an alle, die Interesse an einem nachhaltigen Transformationsprozess zur Circular Economy in der mittelständischen Wirtschaft haben. Mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern möchten wir unsere Erkenntnisse zu Ausgangssituation, Herausforderungen, Chancen, Bedingungen und Möglichkeiten teilen, den Transformationsprozess voranzubringen. Sowohl Lehrende in technischen als auch Lehrende in wirtschaftlichen Fächern finden Kernbotschaften zu wesentlichen Aspekten des Transformationsprozesses und Material aus der praktischen Erprobung von Circular-Economy-Ansätzen in Unternehmen, die sie in anwendungsorientierte Lehrformate einbringen können. Entscheiderinnen und Entscheider in Politik und Verbänden mögen Hinweise erhalten, an welchen Stellschrauben und mit welchen Strukturen und Impulsen der Transformationsprozess unterstützt werden kann. Und schließlich bietet das Buch Anregungen für Verantwortliche in der Wirtschaft, den einen oder anderen Schritt zur Circular Economy zu gehen.

Wir danken den Herausgeber\*innen der Springer-Buchreihe „Sustainable Development Goals (SDG) – Umsetzung in Praxis, Lehre und Entscheidungsprozessen“ und dabei insbesondere Prof. Dr. Stefan Lechtenböhrer von der Universität Kassel und dem Verlag der Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, eines der ersten Werke in dieser spannenden Reihe zur Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen gestalten zu dürfen.

Das Buch wäre nicht möglich gewesen ohne die Förderung des Prosperkolleg-Projekts durch das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle den Ministern Garrelt Duin und Prof. Dr. Andreas Pinkwart und der Ministerin Mona Neubaur, die das Projekt von Anfang an aktiv unterstützt haben, sowie Reinhold Rünker, ständiger Vertreter der Leitung der Abteilung Wirtschaftspolitik und Leiter des Referats III.1 „Neue Wirtschaftstrends und neue wirtschaftspolitische Instrumente“, und seinem Team für die kontinuierliche Begleitung und die zahlreichen wertvollen Impulse für unsere Arbeit. Danken möchten wir auch der Bezirksregierung Münster, die immer ansprechbar war und stets wertvolle Hinweise gab, wenn wir formale Fragen zur Umsetzung und Abwicklung des Projekts hatten.

Ein ganz besonderer Dank gilt natürlich dem hervorragenden Prosperkolleg-Projektteam, mit dem die Zusammenarbeit jederzeit große Freude gemacht hat und stets hochinteressant war. Die einzigartige Kooperation von Wissenschaft, lokaler und regionaler Wirtschaftsförderung und Effizienz-Agentur NRW im Rahmen eines handlungsorientierten Forschungs- und Transferansatzes hat es möglich gemacht, für Theorie und Praxis relevante Entwicklungen und Erkenntnisse hervorzubringen und gleichzeitig bereits Umsetzungsschritte in der Praxis anzustoßen. Mitglieder des Prosperkolleg-Teams und seiner Leitung waren im Projektverlauf Teens Alintemelathil, Nermeen Abou Baker, Beatrice Beitz, Joachim Beyer, Andreas Bracht, Sabine Büttner, Linda Dierke, Benjamin Drüen, Mike Duddek, Prof. Dr.-Ing. Saulo H. Freitas Seabra da Rocha, Svenja Grauel, Anna Groeneveld, Dirk Grudzinski, Manuel Grundmann, Prof. Dr.-Ing. Uwe Handmann, Ines Haydn, Irina Heisig, Carina Hermandi, Prof. Dr. Wolfgang Irrek, Dr. Peter Jahns, Julia Jakobi, Peter Karst, Dorothee Lauter, Julian Mast, Fabian Mehl, Katrin Moskopp, Michel Neuhaus, Stefan Opitz, Jan-Christopher Przybilla, Dr. Klaus Rammert-Bentlage, Tina Steinmetzger, Paul Szabó-Müller, Julia Touns, Namican Tüleyli, Nadine Uebachs, Christiane Voigtländer, Friederike von Unruh, Ingmar Waszkowiak, Stefan Werntges, Jacqueline Westerhoff, Nils Westerveld, Sabine Wißmann, Robert Zaczek und Kinga Zyzniewski. Darüber hinaus haben einige studentische Hilfskräfte das Projekt unterstützt.

Ein großer Dank gilt schließlich allen Mitwirkenden im Netzwerk *CEresearchNRW* und am *Runden Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW* für den befruchtenden Austausch und viele Hinweise und Anregungen zu und für unsere Arbeit. Wir sind überzeugt, dass der Diskurs innerhalb der Wissenschaft, zwischen Wissenschaft und Praxis und mit Transferorganisationen notwendig ist, um exzellente Lösungsansätze im großen Handlungsfeld der Circular Economy zu entwickeln, die schließlich zu einer breiten Umsetzung und dem Erreichen wesentlicher Nachhaltigkeitsziele führen.

**Sabine Büttner**

**Wolfgang Irrek**

**Uwe Handmann**

Bottrop, Deutschland

Juni 2023

# Inhaltsverzeichnis

---

## I Einleitung

1	<b>Das Prosperkolleg im Kontext der Nachhaltigkeitstransformation .....</b>	3
	<i>Sabine Büttner, Uwe Handmann, Wolfgang Irrek und Friederike von Unruh</i>	
1.1	<b>Einleitung.....</b>	4
1.2	<b>Circular Economy – Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen .....</b>	4
1.3	<b>Circular Economy in Forschung und Transfer .....</b>	8
1.4	<b>Motivation für das Forschungs- und Transferprojekt Prosperkolleg.....</b>	9
1.5	<b>Das Prosperkolleg – Ziele und Vorgehen .....</b>	10
1.6	<b>Aufbau des Buchs.....</b>	14
	Literatur .....	15
2	<b>Circular Economy in der Region voranbringen .....</b>	19
	<i>Michel Neuhaus, Joachim Beyer, Fabian Mehl, Carina Hermandi und Janne Rosenbaum</i>	
2.1	<b>Relevanz der Circular Economy in der Region.....</b>	20
2.2	<b>Regionalwirtschaftliche Voraussetzungen für Transformationsprozesse .....</b>	21
2.3	<b>Instrumente der Wirtschaftsförderung .....</b>	25
2.4	<b>Prosperkolleg – ein Beispiel moderner Wirtschaftsförderung .....</b>	31
	Literatur .....	34

## II Grundlagen

3	<b>Circular Economy als Kernstrategie der Klimaneutralität .....</b>	39
	<i>Stefan Lechtenböhrer</i>	
3.1	<b>Grundstoffindustrie – Die „Upstream“-Perspektive der Ressourcennutzung .....</b>	40
3.2	<b>Möglicher Beitrag der Circular Economy zur Treibhausgasminderung in der Grundstoffindustrie .....</b>	45
3.3	<b>Zusammenfassung .....</b>	47
	Literatur .....	49
4	<b>Circular Economy zwischen Ressourcenschonung und Abfallrecycling .....</b>	51
	<i>Friederike von Unruh, Julian Mast und Wolfgang Irrek</i>	
4.1	<b>Einleitung.....</b>	52
4.2	<b>Begrifflichkeiten rund um das zirkuläre Wirtschaften .....</b>	52
4.3	<b>Motivationen für zirkuläres Handeln .....</b>	58
4.4	<b>Umsetzung zirkulärer Ansätze durch R-Strategien .....</b>	61
4.5	<b>Schlussbemerkung .....</b>	64
	Literatur .....	64

### III Instrumente & Verfahren

5	<b>Unternehmen motivieren</b> .....	69
	<i>Carina Hermandi, Manuel Grundmann und Wolfgang Irrek</i>	
5.1	<b>Chancen und Veränderungsnotwendigkeiten für Unternehmen</b> .....	70
5.2	<b>Spezielle Herausforderungen für KMU</b> .....	71
5.3	<b>Instrumente und Hilfsmittel zur Unterstützung von KMU</b> .....	76
5.4	<b>Unterstützungsangebote des Prosperkollegs</b> .....	77
5.5	<b>Fazit: Unternehmen erfolgreich motivieren</b> .....	81
	Literatur.....	82
6	<b>Potenzialcheck Circular Economy</b> .....	85
	<i>Carina Hermandi, Linda Dierke, Manuel Grundmann und Stefan Opitz</i>	
6.1	<b>Einleitung</b> .....	86
6.2	<b>Aufbau des Potenzialchecks Circular Economy</b> .....	88
6.3	<b>Erstgespräch</b> .....	89
6.4	<b>Circularity Matrix</b> .....	90
6.5	<b>Maßnahmenentwicklung</b> .....	94
6.6	<b>Weitervermittlung</b> .....	95
	Literatur.....	96
7	<b>Circular Design – Produkte und Geschäftsmodelle gestalten</b> .....	97
	<i>Stefan Opitz, Linda Dierke und Jana Rödiger</i>	
7.1	<b>Die Bedeutung von Design für die Circular Economy</b> .....	98
7.2	<b>Was ist Circular Design?</b> .....	100
7.3	<b>Zirkuläres Produktdesign</b> .....	101
7.4	<b>Zirkuläre Geschäftsmodelle</b> .....	103
7.5	<b>Umsetzung von Circular Design</b> .....	106
7.6	<b>Praxisbeispiele</b> .....	109
	Literatur.....	110
8	<b>Circular Digital Economy Lab</b> .....	113
	<i>Uwe Handmann, Saulo H. Freitas Seabra da Rocha und Sabine Büttner</i>	
8.1	<b>Herausforderungen des Elektroschrott-Recyclings</b> .....	114
8.2	<b>Interdisziplinärer Lösungsansatz</b> .....	114
	Literatur.....	117
9	<b>Robotisierte Verfahrenstechnik in der Circular Economy</b> .....	119
	<i>Mike Duddek, Benjamin Drüen und Saulo H. Freitas Seabra da Rocha</i>	
9.1	<b>Einleitung</b> .....	120
9.2	<b>Materialzusammensetzung von Elektroschrotten am Beispiel eines Akkuschraubers</b> .....	120
9.3	<b>Aktuelles Recycling von Elektroschrotten in der EU</b> .....	121
9.4	<b>Methodik CDEL – Fraktionierung</b> .....	124
9.5	<b>Zusammenfassung</b> .....	132
	Literatur.....	133

10	<b>KI-basierte Unterstützung beim automatisierten Elektroschrott-Recycling</b> .....	135
	<i>Nermeen Abou Baker und Uwe Handmann</i>	
10.1	<b>Einleitung</b> .....	136
10.2	<b>Elektroschrott-Recycling: Smartphones als Fallstudie</b> .....	136
10.3	<b>Künstliche Intelligenz als Enabler</b> .....	139
10.4	<b>Transferlernen</b> .....	142
10.5	<b>Fazit und Ausblick</b> .....	146
	Literatur .....	147

## IV Management & Qualifizierung

11	<b>Innovationsmanagement in der Circular Economy</b> .....	151
	<i>Julian Mast und Wolfgang Irrek</i>	
11.1	<b>Innovation durch Stakeholderintegration</b> .....	152
11.2	<b>Innovationstypen und ihre Bedeutung</b> .....	154
11.3	<b>Innovations-Ökosysteme</b> .....	155
11.4	<b>Orchestrieren durch dynamische Fähigkeiten</b> .....	158
11.5	<b>Integration in bestehende Managementsysteme</b> .....	160
	Literatur .....	163
12	<b>Qualifizierung für die Circular Economy – ein Train-the-Trainer-Konzept</b> .....	167
	<i>Paul Szabó-Müller und Uwe Handmann</i>	
12.1	<b>Einleitung</b> .....	168
12.2	<b>Analyse zum Train-the-Trainer-Konzept</b> .....	169
12.3	<b>Entwicklung des Train-the-Trainer-Konzepts</b> .....	172
12.4	<b>Erprobung des Train-the-Trainer-Konzepts</b> .....	173
12.5	<b>Evaluation</b> .....	177
12.6	<b>Erkenntnisse und Ausblick</b> .....	178
	Literatur .....	180

## V Transformationsprozess

13	<b>Politische Steuerung der Transformation – Beispiel Zirkuläres NRW</b> .....	183
	<i>Reinhold Rünker und Florian Klein</i>	
13.1	<b>Einführung</b> .....	184
13.2	<b>Möglichkeiten von Landespolitik</b> .....	185
13.3	<b>Grenzen von Landespolitik</b> .....	192
13.4	<b>Fazit</b> .....	195
	Literatur .....	196

14	<b>Kompetenzzentrum Circular Economy mit regionaler Hub-Struktur .....</b>	199
	<i>Sabine Büttner, Wolfgang Irrek und Uwe Handmann</i>	
14.1	<b>Transformationsprozess zur Circular Economy in NRW .....</b>	201
14.2	<b>Pilotprojekte und Initiativen der Transformationsunterstützung.....</b>	203
14.3	<b>Bedarfe von Unternehmen und weiteren Zielgruppen .....</b>	204
14.4	<b>Das Modell der Kompetenzzentren .....</b>	207
14.5	<b>Kompetenzzentrum Circular Economy NRW .....</b>	210
14.6	<b>Fazit und Ausblick .....</b>	215
	Literatur .....	216
15	<b>Regionale Transformation zur Circular Economy .....</b>	219
	<i>Paul Szabó-Müller und Julian Mast</i>	
15.1	<b>Quintupel-Helix als konzeptioneller und praktischer Rahmen.....</b>	220
15.2	<b>Online-Veranstaltung des Prosperkollegs am 27.10.2022.....</b>	222
15.3	<b>Impulsvortrag: Regionale Innovation und Nachhaltigkeitstransformation .....</b>	223
15.4	<b>Circular Policy .....</b>	224
15.5	<b>Circular Science.....</b>	226
15.6	<b>Circular Society, Cities &amp; Regions.....</b>	229
15.7	<b>Circular Business.....</b>	230
15.8	<b>Abschlussstatements .....</b>	233
15.9	<b>Fazit.....</b>	234
	Literatur .....	235
<b>VI</b>	<b>Zusammenfassung</b>	
16	<b>Transformation zur Circular Economy kompakt .....</b>	239
	<i>Wolfgang Irrek, Uwe Handmann und Sabine Büttner</i>	
16.1	<b>Die Transformation zur Circular Economy als Teil einer nachhaltigen Entwicklung .....</b>	240
16.2	<b>Der handlungsorientierte, regionale Forschungs- und Transferansatz des Prosperkollegs.....</b>	240
16.3	<b>Unterstützung für Unternehmen auf dem Weg zur Circular Economy .....</b>	241
16.4	<b>Innovationen für die Circular Economy und das Circular Digital Economy Lab .....</b>	242
16.5	<b>Weitergehende Unterstützung des Transformationsprozesses zur Circular Economy .....</b>	243
17	<b>English Summary .....</b>	245
	<i>Wolfgang Irrek, Uwe Handmann und Sabine Büttner</i>	
17.1	<b>The Transformation to the Circular Economy as Part of Sustainable Development.....</b>	246
17.2	<b>Prosperkolleg's Action-Oriented, Regional Research and Transfer Approach .....</b>	246
17.3	<b>Support for Companies on the Way to the Circular Economy .....</b>	247
17.4	<b>Innovations for the Circular Economy and the Circular Digital Economy Lab.....</b>	248
17.5	<b>Further Support for the Transformation Process Towards the Circular Economy .....</b>	249
	<b>Serviceteil</b>	
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	253

# Herausgeber- und Autorenverzeichnis

---

## Über die Herausgeber\*innen

---

### **Sabine Büttner**

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Verein Prosperkolleg e.V. Nach über zehn Jahren beruflicher Tätigkeit im Bereich der nutzerzentrierten Konzeption digitaler Anwendungen hat sie ihren Schwerpunkt in Richtung Nachhaltigkeit verlagert. Im Rahmen des Prosperkollegs entwickelte sie Verstetigungskonzepte, war redaktionell für die Veröffentlichungen des Projekts verantwortlich und übernahm Projektleitungsaufgaben. Ihr besonderes Interesse gilt der Rolle von Verbraucher\*innen in der Circular Economy.

### **Prof. Dr.-Ing. Uwe Handmann**

ist Professor für Neuroinformatik an der Hochschule Ruhr West sowie Gastprofessor an der Babeş-Bolyai-Universität in Cluj-Napoca und erster Vorsitzender des Vereins Prosperkolleg e.V. Sein Lehr- und Forschungsgebiet ist seit über 25 Jahren Digitalisierung und Künstliche Intelligenz (KI). Er hat eine Vielzahl von Forschungsprojekten in diesem Bereich durchgeführt und dabei theoretische Grundlagen in die Praxis überführt. Ein Schwerpunkt seiner Arbeit liegt aktuell im Bereich der digitalen Circular Economy, wo Digitalisierung und KI interdisziplinär in das Themenfeld Circular Economy eingebracht werden.

### **Prof. Dr. Wolfgang Irrek**

ist Professor am Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft der Hochschule Ruhr West in Bottrop. Als gelernter Industriekaufmann und Diplom-Ökonom lehrt und forscht er insbesondere zu den Transformationsprozessen, Marktentwicklungen und politisch-administrativen Rahmenbedingungen in den Bereichen Klimaschutz und Circular Economy. Ein weiterer Schwerpunkt sind aktuelle Fragen der Energiewirtschaft und Energiewende, Energieeffizienz und Energiedienstleistungen. Von 1995 bis 2010 war er für das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie tätig. Wolfgang Irrek ist Gründungsmitglied und zweiter Vorsitzender des Vereins Prosperkolleg e.V., der den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis zum Ziel hat.

## Über die Autorinnen und Autoren

---

### **Nermeen Abou Baker**

promoviert über Transferlernen in der Künstlichen Intelligenz (KI) am Institut für Informatik der Hochschule Ruhr West. Im Circular Digital Economy Lab des Prosperkollegs beschäftigte sie sich mit der Umsetzung der Digitalisierung durch die Entwicklung von Methoden zur KI-basierten Objekterkennung mit verschiedenen Sensoren zur Unterstützung automatisierter Recyclingprozesse.

### **Joachim Beyer**

war bis Februar 2024 Geschäftsführer der WiN Emscher-Lippe GmbH, der regionalen Wirtschaftsförderung der Emscher-Lippe Region. Er war außerdem in viele kommunale Beiräte berufen und nebenberuflich als Geschäftsführer des ChemSite e.V. tätig. Als studierter Sozial- und Erziehungswissenschaftler trug er in den ersten 12 Berufsjahren als Bereichsleiter und GmbH-Geschäftsführer Verantwortung in großen Einrichtungen der beruflichen Bildung in NRW. Nebenberuflich war er 15 Jahre lang Lehrbeauftragter an der Universität Münster. 1997 wechselte er in die Geschäftsleitung der Wirtschaftsförderung Dortmund mit den inhaltlichen Schwerpunkten Lokale Ökonomie, Arbeit und Region und war lange Jahre Mitglied der Fachkommission Wirtschaftsförderung des Deutschen Städtetages.

**Sabine Büttner**

siehe Herausgeber\*innen

**Linda Dierke**

entwickelt bei der Effizienz-Agentur NRW als Leiterin des Geschäftsfeldes „Entwicklung und Kooperationen“ neue Themen und Angebote im Bereich Circular Economy und Ressourceneffizienz für KMU in NRW. Um eine breite Umsetzung dieser Themen zu gewährleisten, stärkt sie Kooperationen zu wichtigen strategischen Partnern. In ihrer täglichen Arbeit und im Prosperkolleg unterstützte sie Unternehmen bei der Entwicklung eigener Circular-Economy-Ansätze.

**Benjamin Drüen**

hat ein Bachelorstudium in der Mechatronik absolviert und ergänzt sein Studium durch ein Masterstudium im technischen Produktionsmanagement. Im Circular Digital Economy Lab des Prosperkollegs entwickelte er Lösungen zur Robotisierung verfahrenstechnischer Prozesse.

**Mike Duddek**

promoviert am Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft zum Thema robotisierte Fraktionierung von Elektrokleingeräten. Im Circular Digital Economy Lab des Prosperkollegs entwickelte er Verfahren zum robotisierten Recycling von Elektroschrotten.

**Prof. Dr.-Ing. Saulo H. Freitas Seabra da Rocha**

ist Professor am Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft der Hochschule Ruhr West in Bottrop mit dem Lehrgebiet Umwelt- und Verfahrenstechnik. Nach Beendigung seines Metallurgiestudiums an der Universität Federal de Minas Gerais promovierte er am Lehr- und Forschungsgebiet für Kokereiwesen der RWTH Aachen zum Thema „Untersuchungen zur Brikettierung von Hüttenreststoffen zum erneuten Einsatz im Hochofen zur Eisen- und Stahlerzeugung“. Er arbeitet und forscht im Bereich alternativer Brennstoffe, Biomasserverarbeitung, Verwertungskonzepte für Reststoffe und robotisierte Verfahrenstechnik. Im Projekt Prosperkolleg konzeptionierte und leitete er das Circular Digital Economy Lab.

**Manuel Grundmann**

war wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Ruhr West und betreute am Institut Informatik Digitalisierungsthemen für mehr Nachhaltigkeit in mittelständischen Unternehmen. Zuvor war er mehrere Jahre als Senior Engineer in industrieller Forschung und Entwicklung tätig.

**Prof. Dr.-Ing. Uwe Handmann**

siehe Herausgeber\*innen

**Carina Hermandi**

ist studierte Wirtschaftspsychologin. Sie arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule Ruhr West. Im Prosperkolleg war sie für die Ansprache von Unternehmen sowie die Evaluation der Maßnahmen in der Unternehmenszusammenarbeit zuständig. Darüber hinaus war sie 10 Jahre in der Wirtschaft u. a. in den Bereichen Change Management, Marketing und Vertrieb sowie Projektmanagement tätig. Ihr wissenschaftliches Interesse gilt dem Thema zirkuläres Konsument\*innenverhalten.

**Prof. Dr. Wolfgang Irrek**

siehe Herausgeber\*innen

**Dr. Florian Klein**

ist Referent im Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. Er befasst sich dort mit Grundsatzfragen der Innovationspolitik sowie der Transformation der Wirtschaft. Vorab war er im Centrum für Angewandte Wirtschaftsforschung der Universität Münster sowie im Vorstandsstab der Bank für Sozialwirtschaft AG tätig. Nebenberuflich vermittelt er an der Fließner Fachhochschule betriebswirtschaftliche Grundlagen.

**Prof. Dr. Stefan Lechtenböhrer**

ist seit September 2023 Professor für Sustainable Technology Design an der Universität Kassel. Zuvor war er seit 1995 am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie tätig, seit 2010 als Leiter der Abteilung Zukünftige Energie- und Industriesysteme. Als Geograf und Volkswirt arbeitet er seit vielen Jahren an Szenario- und Systemanalysen zur Energie- und Industrietransformation. Er war maßgeblich an der Entwicklung der Initiative IN4climate.NRW beteiligt und leitete deren wissenschaftlichen Teil SCI4climate.NRW. International ist er u. a. als Professor an der Universität Lund, als Mitglied der Steuerungsgruppe des G7 Low Carbon Society Research Network und als nationaler Experte für die Klimarahmenkonvention tätig.

**Julian Mast**

promoviert am Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft der Hochschule Ruhr West zum Thema zirkuläre Transformation von Unternehmen. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht untersucht er, welche Schlüsselkompetenzen und -fähigkeiten Unternehmen benötigen, um innovative, zirkuläre Produkte oder Geschäftsmodelle zu entwickeln und erfolgreich auf dem Markt etablieren zu können.

**Fabian Mehl**

hat ein Masterstudium in Kommunikationsmanagement absolviert und beschäftigte sich im Rahmen seiner Masterarbeit mit einem Thema aus dem Kontext der Nachhaltigkeitskommunikation. Im Prosperkolleg war er für Öffentlichkeitsarbeit und Vernetzungsaktivitäten verantwortlich.

**Michel Neuhaus**

hat ein Studium der Wirtschaftsgeografie absolviert und ist in der regionalen Wirtschaftsförderung tätig. Als Projektmitarbeiter bei der WiN Emscher-Lippe GmbH lagen seine Tätigkeitsschwerpunkte im Prosperkolleg in den Bereichen Unternehmensansprache, Öffentlichkeitsarbeit und Veranstaltungsorganisation.

**Stefan Opitz**

ist studierter Logistikingenieur und arbeitet als Ressourceneffizienzberater mit Schwerpunkt Circular Design bei der Effizienz-Agentur NRW. Im Prosperkolleg unterstützte er mit Informations- und Beratungsangeboten die Entwicklung und Umsetzung von Circular-Design-Maßnahmen in produzierenden Betrieben in NRW und koordiniert bei der Effizienz-Agentur NRW u. a. den deutschen CIRCO Hub, eines von elf international vernetzten Circular-Design-Kompetenzzentren.

**Jana Rödiger**

studiert im Master Sustainability Management und ist bei der Effizienz-Agentur NRW im Bereich Circular Economy tätig. In ihrer täglichen Arbeit assistiert sie bei Ressourceneffizienzberatungen sowie Circular-Economy-Projekten. In Workshop-Formaten unterstützt sie Unternehmen bei der Entwicklung konkreter zirkulärer Geschäftsmodell- und Designstrategien.

**Janne Rosenbaum**

ist Studentin der Energie- und Umwelttechnik an der Hochschule Ruhr West. Als studentische Hilfskraft im Prosperkolleg unterstützte sie die Recherchearbeit zur Entwicklung neuer Werkzeuge und Vorgehensmodelle für die betriebliche Umsetzung zirkulärer Ansätze.

**Reinhold Rünker**

ist Ständiger Vertreter der Abteilungsleitung Wirtschaftspolitik im Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie. Bereits 2015 etablierte er ein Verständnis von Circular Economy als industriepolitisches Innovationskonzept. Seitdem konnte er zahlreiche Impulse für die Transformation zu einer zirkulären Wirtschaft setzen. Wichtig ist dem gelernten Bankkaufmann und Wirtschaftshistoriker dabei immer, vom Anfang eines Produktes aus zu denken. Vor seinem Wechsel nach Nordrhein-Westfalen war der gebürtige Münsterländer Leiter des Ministerbüros im Thüringer Wirtschaftsministerium.

**Paul Szabó-Müller**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Informatik der Hochschule Ruhr West. Im Prosperkolleg betreute er den Bereich Qualifizierung und übernahm ab März 2023 Projektleitungsaufgaben. Seine inhaltlichen Schwerpunkte liegen in den Bereichen Digitalisierung, Qualifizierung, Vernetzung und Verstetigung. Als Wirtschaftsgeograf interessiert ihn insbesondere, wie man die regionale Transformation zur Nachhaltigkeit steuern und wie eine „transformative“ Strukturpolitik diesen Prozess befördern kann.

**Friederike von Unruh**

studierte Betriebswirtschaftslehre in Münster, Vilnius, Marburg und Dallas. Als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Hochschule Ruhr West erarbeitete sie im Prosperkolleg zirkuläre Lösungsansätze für kleine und mittelständische Unternehmen, leitete das Forschungsnetzwerk und übernahm zeitweise die Projektleitung.

## **Autorenverzeichnis**

---

**Nermeen Abou Baker** Institut Informatik, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Joachim Beyer** WiN Emscher Lippe GmbH, Herten, Deutschland

**Sabine Büttner** Prosperkolleg e.V., Bottrop, Deutschland

**Linda Dierke** Effizienz-Agentur NRW, Duisburg, Deutschland

**Benjamin Drüen** Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Mike Duddek** Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Prof. Dr.-Ing. Saulo H. Freitas Seabra da Rocha** Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Manuel Grundmann** Deloitte, Duisburg, Deutschland

**Prof. Dr.-Ing. Uwe Handmann** Institut Informatik, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Carina Hermandi** Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Prof. Dr. Wolfgang Irrek** Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Dr. Florian Klein** Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Deutschland

**Prof. Dr. Stefan Lechtenböhrer** Kassel Institute for Sustainability, Universität Kassel, Kassel, Deutschland

**Julian Mast** Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Fabian Mehl** WiN Emscher Lippe GmbH, Herten, Deutschland

**Michel Neuhaus** AGIT mbH, Aachen, Deutschland

**Stefan Opitz** Effizienz-Agentur NRW, Duisburg, Deutschland

**Jana Rödiger** Effizienz-Agentur NRW, Duisburg, Deutschland

**Janne Rosenbaum** Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Reinhold Rünker** Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Deutschland

**Paul Szabó-Müller** Institut Informatik, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland

**Friederike von Unruh** Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft, Hochschule Ruhr West, Bottrop, Deutschland