Marktnachfragestudie zur Umweltwirtschaft für das Projekt *Greentech.Ruhr*

im Auftrag der Wirtschaftsförderung metropoleruhr GmbH (wmr)
und der Greentech.Ruhr Projektpartner

Hannover, den 24. Mai 2017

CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH
Moocksgang 5
30169 Hannover

Projektleitung:

Dr. Arno Brandt
Institutsleiter

Bearbeitung:

Marc Danneberg
Lina Polom
Carla Jung-König

INHALT

Inhalt **2**

1 Einleitung – Greentech in der Metropole Ruhr **3**

2 Megatrends mit Relevanz für die Greentech Branche **6**

3 Entwicklungen in der Greentech Branche und Bedeutung für die Metropole Ruhr **13**

3.1 Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie 16

3.2 Energieeffizienz 22

3.3 Rohstoff- und Materialeffizienz 28

3.4 Nachhaltige Mobilität 33

3.5 Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung 38

3.6 Nachhaltige Wasserwirtschaft 44

4 Veränderungen von Wertschöpfungsketten **51**

5 Ausblick – Vermarktung der Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr **54**

5.1 Strategisches Leitbild „Greentech.Ruhr“ 54

5.2 Strategische Produkte und Dienstleistungen „Greentech.Ruhr“ 55

5.3 Strategische Marktregionen „Greentech.Ruhr“ 57

5.4 Strategische Handlungsfelder „Greentech.Ruhr“ 59

6 Interviews **62**

7 Literaturverzeichnis **63**

8 Anhang **72**

8.1 Greentech-relevante Studiengänge in der Metropole Ruhr 72

8.2 Greentech-Relevante Verbundforschungsprojekte in der Metropole Ruhr 1996 - 2017 81

1 EINLEITUNG – GREENTECH IN DER METROPOLE RUHR

Klima- und Umweltpolitik in Deutschland

Die Umwelt stellt uns Ressourcen zur Verfügung und definiert unsere Lebensbedingungen. Ein nachhaltiger Umgang mit den begrenzt vorhandenen Rohstoffen und empfindlichen Ökosystemen ist mittlerweile fester Bestandteil einer internationalen Umweltpolitik, die vor allem stark durch die Thematik der globalen Erwärmung und des Klimawandels geprägt ist. Deutschland hat sich in den vergangenen Jahren zunehmend die Position eines Vorreiters in der Klimapolitik erarbeitet und setzt maßgeblich politische und rechtliche Beschlüsse (Gesetze, Richtlinien und Förderprogramme) um, die eine umweltfreundlichere Wirtschaftsweise stärken. Exemplarisch seien hier der Ausstieg aus der Atomenergie, die Förderung der Erneuerbaren Energien oder der Umgang mit Wertstoffen zu nennen.

Umwelttechnoliegen als Wachstumsmarkt

Dass ein nachhaltiger Umgang mit Umwelt und Ressourcen nicht zwangsläufig wirtschaftlichen Interessen entgegenstehen muss, zeigt die Entwicklung der Querschnittsbranche Greentech. Der Markt der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz hat sich in den vergangenen Jahren international sehr positiv entwickelt. Dabei setzt die Branche in verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft Impulse, die nachhaltiges Wachstum fördern (vgl. Roland Berger 2014). Staat, Unternehmen und private Haushalte können sowohl in Bezug auf ökonomische als auch auf ökologische Aspekte vom Leistungsportfolio der Greentech-Branche profitieren. Globale Megatrends und Branchentrends befördern die zunehmende Diversifizierung der Produkte und Anwendungsfelder und ermöglichen eine Neuordnung der traditionellen Wertschöpfungsmuster. Neben der Umweltpolitik sind steigende Preise für Energie und Rohstoffe, der technologische Fortschritt sowie ein gesteigertes Konsumentenbewusstsein für *„Grüne Produkte“* als wichtige Wachstumstreiber der Branche zu nennen. Unter den beschriebenen Voraussetzungen ergeben sich zunehmend Wettbewerbsvorteile für Unternehmen, die sich mit nachhaltigen Produktions- und Geschäftsmodellen am Markt platzieren.

Greentech Potenziale in der Metropole Ruhr

Die positiven Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Umwelttechnologien spiegeln sich auch in der Greentech Unternehmenslandschaft der Metropole Ruhr. Es existiert eine Vielzahl an kleinen und mittleren, technologieaffinen Unternehmen sowie internationalen Technologieführern. Die diverse, technologieorientierte Wirtschaftsstruktur wird durch eine starke Wissenschaftslandschaft mit spezifischen Kompetenzen im Bereich der Umwelttechnologien ergänzt. Überregional bedeutsame Universitäten, wie die Technische Universität Dortmund, die Ruhr-Universität Bochum, oder die Universität Duisburg-Essen prägen die Metropole Ruhr neben einer Vielzahl anwendungsorientierter Hochschulen oder international renommierte außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, wie etwa das Fraunhofer UMSICHT oder das Max-Planck-Institut für chemische Energiekonversion.

Reallabor für die Anwendung von Umwelttechnologien

Gleichzeitig eignet sich der Ballungsraum Metropole Ruhr im besonderen Maße als Reallabor für nachhaltiges Wirtschaften und den fortschrittlichen Einsatz von Umwelttechnologien in stark verdichteten Regionen. In Zeiten der globalen Urbanisierung fungiert der europaweit größte Agglomerationsraum mit Projekten wie der InnovationCity Ruhr als Experimentierfeld für innovative Projekte zur zukunftsfähigen Gestaltung von Lebens- und Wirtschaftsräumen. Im Zuge des Strukturwandels von der Montanindustrie hin zu einer divers aufgestellten, technologieorientierten Wirtschaft hat das Ruhrgebiet bereits besondere Erfahrungen im Wandel zu einer nachhaltigen Struktur vorzuweisen. Ausgehend von diesen Potenzialen besteht die Möglichkeit, dass die

Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr im internationalen Wettbewerb eine Vorreiterrolle einnimmt.

Unterstützung und Förderung der regionalen Wirtschaft

Die Voraussetzungen für Unternehmen der Greentech Branche sind sowohl regional als auch international günstig. Die dynamische Entwicklung der Branche, die schnellen Veränderungen der Wachstumsmärkte und der Wettbewerbssituation erfordern jedoch seitens der Unternehmen eine hohe Aufmerksamkeit, Weitblick und Anpassungsfähigkeit. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen stellt diese Marktbeobachtung und Flexibilität eine große Herausforderung dar. Um die regionale Wirtschaft gezielt zu unterstützen und die vorhandenen Potenziale der Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr weiter zu stärken und auszubauen, hat die Wirtschaftsförderung Metropole Ruhr GmbH (wmr) das Projekt Greentech.Ruhr ins Leben gerufen. Die Unternehmen der regionalen Umweltwirtschaft sollen gezielt gefördert und im internationalen Wettbewerb unterstützt werden. Es geht darum Synergien zwischen den Akteuren und den Teilmärkten der Umweltwirtschaft herzustellen und damit das Innovationspotenzial in der Metropole Ruhr zu heben.

Differenzierte Betrachtung der sechs Teilmärkten

Die vorliegende Marktnachfragestudie beleuchtet die internationalen Rahmenbedingungen für die Entwicklung der regionalen Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr. Zu diesem Zweck werden die globalen Entwicklungen der Greentech Branche differenziert für die folgenden sechs Teilmärkte[1] analysiert:

- Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie,
- Energieeffizienz,
- Rohstoff- und Materialeffizienz,
- Nachhaltige Mobilität,
- Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung
- nachhaltige Wasserwirtschaft.

Megatrends & Teilmarkt Kapitel

Im Anschluss an die Einleitung (Kap. 1) werden zunächst die globalen Megatrends, die als wesentliche Treiber der Wachstumsbranche Greentech fungieren, beschrieben (Kap. 2). Im darauf folgenden Kapitel 3 werden differenziert für jeden Teilmärkt die international relevanten, geographischen und branchenspezifischen Absatz- und Wachstumsmärkte identifiziert und ein Überblick über die spezifischen Einflussfaktoren und Marktveränderungen gegeben. Bei der Betrachtung der Teilmärkte werden darüber hinaus die aktuellen Branchentrends des jeweiligen Teilmarktes erläutert und die damit verbundenen Marktentwicklungen aufgezeigt. Auf die Analyse der internationalen Rahmenbedingungen folgen anschließend die Darstellung der bestehenden Potenziale der regionalen Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr und eine Untersuchung der teilmarktspezifischen Wachstumsperspektiven. Unter Berücksichtigung der Vorarbeiten werden zum Abschluss der jeweiligen Teilkapitel die spezifischen Markteintrittschancen und besonderen Nischen für die Greentech Unternehmen aus der Metropole Ruhr zusammenfassend aufgezeigt.

Wertschöpfungsketten

Für die zukünftige Positionierung der Unternehmen aus der Metropole Ruhr ist darüber hinaus entscheidend, inwieweit sich Veränderungen von Wertschöpfungsketten

[1] Die Definition der Teilmärkte orientiert sich an der Greentech-Klassifikation des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) nach Roland Berger, die u.a. im Rahmen der Initiative „GreenTech made in Germany“ verwandt wird. Die detaillierte Abgrenzung der Teilmärkte wird in Kapitel 3 vorangestellt aufgezeigt.

und internationalen Umweltclustern ergeben und welche neuen Marktchancen oder Herausforderungen daraus resultieren. Diese Zusammenhänge werden in Kapitel 4 exemplarisch für einzelne Bereiche der Umweltwirtschaft erläutert.

Ausblick auf eine Vermarktungs-strategie

Im Kapitel 5 werden die Inhalte zentral zusammengeführt und, ausgehend von den folgenden Leitfragen, ein Ausblick auf Vermarktungschancen der Greentech-Branche in der Metropole Ruhr gegeben sowie erste Empfehlungen für eine Vermarktungsstrategie der Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr abgeleitet.

- Welche Stärken und Schwächen weist die Greentech Branche in der Metropole Ruhr auf?
- Welche geographischen und branchenspezifischen Absatz- und Wachstumsmärkte existieren und in welchen Bereichen sind besonders starke Nachfrageentwicklungen zu erwarten?
- Über welche besonderen Potenziale verfügt die Metropole Ruhr und welche Marktnischen ergeben sich daraus?
- Über welche Kommunikationswege und Multiplikatoren kann die Metropole Ruhr ihre Kompetenzen vermarkten?
- Wie können kleine und mittlere Unternehmen im Wettbewerb unterstützt und gezielt an neue Märkte herangeführt werden?
- Wie können der Markteintritt langfristig gesichert und in der Metropole Ruhr gefestigt bzw. gezielt ausgebaut werden?

2 MEGATRENDS MIT RELEVANZ FÜR DIE GREENTECH BRANCHE

Relevanz globaler Megatrends

Als Megatrends werden über einen längeren Zeitraum von mehreren Jahrzehnten ablaufende Veränderungen definiert, die Implikationen auf alle Lebensbereiche mit sich bringen und einen globalen Charakter aufweisen (Naisbitt, 1982). Nachfolgend werden die zentralen Megatrends und Ihre Relevanz für die Greentech-Branche aufgezeigt. Neben dem Klimawandel gehören dazu das globale Bevölkerungswachstum und die Urbanisierung, die fortschreitende Ressourcenverknappung, die Globalisierung, die Digitalisierung und Vernetzung sowie der Werte- und Konsumwandel. Als Megatrends setzen diese Veränderungen neue Rahmenbedingungen, die mit einem Umdenken in Richtung nachhaltigen Wirtschaftens einhergehen. Die Megatrends fungieren somit als Entwicklungstreiber der Querschnittsbranche Greentech, der vor diesem Hintergrund für den Zeitraum 2013-2025 ein jährliches Wachstum von 6,5% prognostiziert wird (Roland Berger, 2014, S. 50).

2.1.1 Klimawandel

Adaption an den Klimawandel

Die Folgen der anthropogen verursachten[2] globalen Erwärmung sind bereits heute weltweit und auch in der Metropole Ruhr[3] spürbar. Extreme Wetterereignisse wie Starkregen, Dürreperioden oder Temperaturspitzen erfordern international eine Adaption an den sich vollziehenden Klimawandel. Innovationen aus dem Bereich der nachhaltigen Wasserwirtschaft, wie beispielsweise der Hochwasserschutz bei Starkregen oder die Trinkwasseraufbereitung in Trockenperioden sind daher schon heute entscheidende Themen in der Umweltwirtschaft.

Prävention und THG-Reduktion

Neben den sich vollziehenden Anpassungsmaßnahmen kommt auch der Prävention eine immer größere Bedeutung zu. Ohne eine signifikante Reduktion der Treibhausgas-(THG)-Emissionen wird der Klimawandel voranschreiten. Der politische Wille diese Aufgabe anzunehmen wurde zuletzt mit dem Pariser Klimaabkommen erkennbar. So haben sich die Mitgliedsstaaten der UN-Klimakonferenz von Paris Ende 2015 dazu verpflichtet, die durch Treibhausgase verursachte Erderwärmung auf deutlich unter zwei Grad im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu begrenzen. Sowohl die europäische Union als auch die Bundesregierung haben erste Schritte eingeleitet, um dieses Ziel zu erreichen. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Reduktion des THG-Ausstoßes, weswegen im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung (Bundesregierung, 2016) eine Reduktion um mindestens 80 Prozent bis ins Jahr 2050 festgeschrieben wurde. In diesem Kontext ist allerdings zu berücksichtigen, dass die internationale Klimapolitik für sich allein stehend weitestgehend wirkungslos. Vielmehr muss sie in konkreten Gesetzgebungen und daraus resultierenden Maßnahmen auf nationaler Ebene umgesetzt werden.

Greentech für globale klimapolitische Ziele

Die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen der Greentech-Branche wird vor diesem Hintergrund von eindeutigen umwelt- und wirtschaftspolitischen Vorgaben beeinflusst, etwa durch die Ausgabe von CO2-Zertifikaten, der Festlegung von Abgasgrenzwerten, Effizienzrichtlinien oder anderen energiepolitischen Vorgaben. Mit dem globalen politischen Bekenntnis zu mehr Klimaschutz entstehen Chancen für Greentech-Unternehmen aller Teilmärkte ihre Produkte und Dienstleistungen sowohl regional als auch international zu platzieren.

---

[2] Siehe Megatrends Bevölkerungswachstum, Urbanisierung und Globalisierung

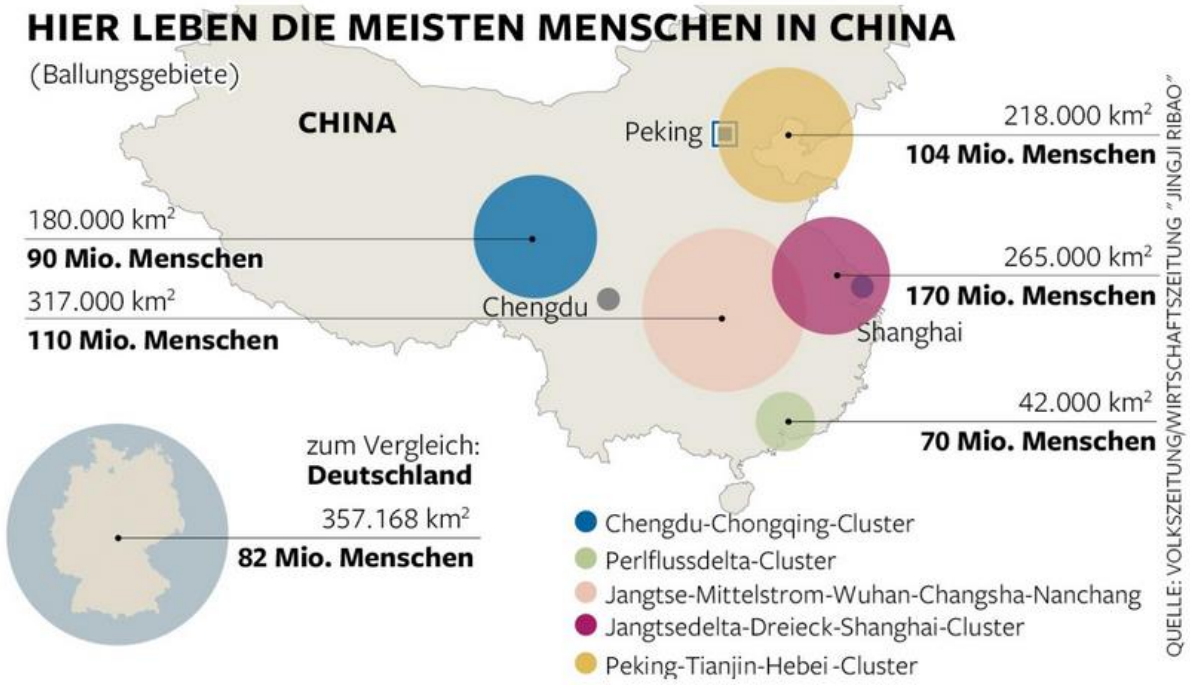
[3] Die Jahresmitteltemperaturen in allen Regionen NRWs sind seit Beginn der Messungen angestiegen und die räumliche und zeitliche Verteilung von Niederschlägen verändert sich (LANUV, 2016)

2.1.2 Bevölkerungswachstum und Urbanisierung

Demographie der Entwicklungsländer

Die Weltbevölkerung wird laut Prognosen bis 2050 auf 9,7 Milliarden Menschen anwachsen (UN, 2015). Diese kontinuierliche Zunahme stellt die Tragfähigkeit des globalen Systems von Produktion und Verbrauch zunehmend in Frage. Gleichzeitig findet dieses Bevölkerungswachstum fast ausschließlich in Entwicklungsländern statt und wird dort durch das Phänomen einer rasanten Urbanisierung begleitet. Im Unterschied zu Extrembeispielen für ungeplantes Wachstum, wie im nigerianischen Großraum Lagos der jährlich um 600 000 Menschen wächst (Fraunhofer IAO, 2016), sind die chinesischen Küstenregionen Vorreiter einer gesteuerten, politisch getriebenen Urbanisierung. Nach Plan der chinesischen Regierung sollen bis zu 40 Prozent des Milliardenvolkes zukünftig in fünf riesigen Städte-Clustern leben (german.china.org.cn, 2014). Hierzu zählen die Region Peking-Tianjin-Hebei, das Jangtsedelta-Dreieck-Shanghai-Cluster, das Chengdu-Chongqing-Städtecluster und das ebenfalls weiter im Landesinneren gelegene Jangtse-Mittelstrom-Changsha-Nanchang-Cluster sowie das Perlflussdelta-Cluster. Als Vorbild für die Stadtregionen fungierte u.a. das deutsche Rhein-Main Gebiet (Erling, 2015).

Abb. 1: Urbanisierung in China



Quelle: Erling 2015, Infografik Die Welt

Nachhaltige Strukturen in Agglomerationen

Die im Zuge der Verstädterungsprozesse schnell wachsenden Agglomerationen benötigen innovative Antworten auf Fragen der Infrastruktur, um der steigenden Zahl an Stadtbewohnern eine gesicherte Ver- und Entsorgung zu gewährleisten. Eine zentrale Herausforderung ist in diesem Zusammenhang die Bereitstellung von Energie sowie die Wasser Ver- und Entsorgung (Energy-Water-Nexus). Darüber hinaus fungieren auch die in Ballungsräumen auftretenden gesundheitlichen und ökologischen Probleme, wie Luft-, Wasser- oder Bodenverschmutzung als Treiber der Umweltwirtschaft. Die erforderlichen Investitionen bergen dabei Potenzial und Risiko zugleich. So warnt der WWF beispielsweise vor Investitionen in nicht-nachhaltige Infrastrukturen *„to avoid the long-term lock-in effects of unsustainable fossil fuel-based technologies.* […] *Evidence*

however increasingly demonstrates how investment in sustainable infrastructure can boost infrastructure productivity and result in accumulated savings over time" (WWF, 2015, S. 4ff). Diese Anforderung stellt insbesondere rasant wachsende Megacities, wie Lagos, Shanghai, Mumbai, Manila oder Jakarta vor Herausforderungen. Hingegen können Infrastrukturen in langsamer wachsenden Regionen, z.B. in Zentral-China nachhaltiger geplant und entwickelt werden sowie im Zuge der Entwicklung mitwachsen.

Greentech für urbane Herausforderungen

Diese Investitionen bedeuten einerseits ein enormes Potenzial für Unternehmen der Teilmärkte Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung, Energieeffizienz, Energieerzeugung und Wasserwirtschaft sowie Mobilität. Sowohl im regionalen als auch nationalen unter internationalen Kontext. Dabei geht es sowohl um Technologien, Analgen als auch um (Beratungs-) Dienstleistungen. Zugleich besteht für die Metropole Ruhr, als bedeutendster Agglomerationsraum im Europa, die Chance Innovationen und Best Practice-Lösungen für die globale Verstädterung aufzuzeigen.

2.1.3 Ressourcenverknappung

Steigende Nachfrage nach Rohstoffen

Das Bevölkerungs-, sowie das damit einhergehende Wirtschaftswachstum und steigender Wohlstand in vielen Regionen der Erde erhöhen die Nachfrage nach Produkten und Rohstoffen. Während die Endlichkeit der Ressourcen unseres Planeten in Politik, Gesellschaft und Wissenschaft vielfach noch kontrovers diskutiert wird, wirkt sich die steigende Nachfrage bereits auf den Preis der Rohstoffe und Güter aus. Aufgrund der zusehends aufwendigeren Gewinnungsverfahren, in größerer Tiefe, auf See oder im Eis, steigen die Kosten für den Abbau fossiler Energieträger wie Kohle, Öl und Gas, aber auch für die Gewinnung von Mineralien oder seltenen Erden und den darin enthalten Metallen und chemischen Elementen. Darüber hinaus können auch nachwachsende Rohstoffe nicht beliebig vermehrt werden. Die Konkurrenz um Flächen zwischen Naturschutz, Nahrungsmittelanbau und Energiepflanzenanbau spitzt sich global zu.

Westliche Konsummuster und Wachstum der Entwicklungsländer

Die Produktions- und Konsummuster der westlichen Industrieländer sind nicht auf die gesamte Weltbevölkerung übertragbar und verursachen schon heute Engpässe in der Versorgung mit knappen Ressourcen. *„In der VR China, wo die Verkopplung von Wirtschaftswachstum und CO2-Emissionen bis vor wenigen Jahren noch in der Nähe von 1:1 lag, würde das bedeuten, dass bei einer Fortsetzung der bisherigen Entwicklung der dortige Treibhausgasausstoß um einen dreistelligen Faktor vervielfacht werden würde – verglichen mit den gegenwärtigen Emissionen".* (Flämig & de Maizière, 2016, S. 7). Im Kontext des Ressourcenabbaus sind außerdem auch Fragen der sozialen und ökologischen Gerechtigkeit und den bestehenden Problemen, wie Kinderarbeit, Umweltverschmutzung, etc. zu benennen. Eng gekoppelt an die geografische Verteilungsgerechtigkeit und die wachsende Rohstoffnachfrage, stellen sich auch konfliktbehaftete Fragen der politischen Abhängigkeit bzw. Vulnerabilität.

Suche nach trag- und zukunftsfähigen Wirtschaftsmodellen

Nachhaltige, ressourceneffiziente Wirtschaftskreisläufe und Produktionsverfahren erhalten vor diesem Hintergrund eine immer größere Relevanz. Sie sind der Schlüssel zu trag- und zukunftsfähigen Wirtschaftsmodellen. Der effiziente Umgang mit Rohstoffen hat einen wichtigen Doppeleffekt: Einerseits wird die Ressourcensicherheit als integraler Bestandteil einer vorsorgenden Rohstoffpolitik gewährleistet, andererseits werden Innovationen befördert, die den Wandel zu einem nachhaltigen Wirtschaften begünstigen (Kristof & Hennicke, 2010, S. 11).

Greentech für effizientere Lösungen

Die Notwendigkeit, das Wirtschaften und damit den Erhalt bzw. Verbesserung der Lebensstandards in unterschiedlichen globalen Regionen vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln, führt dazu, dass die Bedeutung der Greentech-Teilmärkte Ressourceneffi-

zienz, Energieeffizienz und Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung weltweit stark zunimmt. Neben der Ressourceneinsparung sind in diesem Kontext auch die Entwicklungen im Bereich neuer Materialien und Verfahren von entscheidendem Einfluss. Die Materialwissenschaft ist eine Schlüssel- und Querschnittstechnologie, mit deren Hilfe etablierte Wirtschaftsprozesse neu, effizienter und nachhaltiger gestaltet werden können. So gehen über zwei Drittel aller technischen Neuerungen direkt oder indirekt auf neue Materialien zurück (BMBF, 2016). Deutschland zählt in diesem Entwicklungsfeld zu einer der führenden Nationen. Auch Forscher und Unternehmen der Metropole Ruhr sind in diesem Feld aktiv. Das Max-Planck-Institut für Kohlenforschung arbeitet beispielsweise in enger Kooperation mit Fachabteilungen der Ruhr Universität Bochum (RUB) an neuen Methoden zur umweltfreundlichen und ressourcenschonenden Stoff-Umwandlung. An der TU Dortmund wurde ein Verfahren für zur Kompostierung von Kunststoffen entwickelt und das Fraunhofer Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT entwickelt seit 1990 in Oberhausen angewandte Verfahrenstechnik im Umwelt-, Werkstoff-, Prozess- und Energiebereich (Metropole Ruhr, 2016). Die Metropole Ruhr kann mit ihren vorhandenen Potenzialen wichtige Gestaltungsaufgaben auf dem Weg in eine ressourceneffizientere Welt übernehmen.

2.1.4 Globalisierung und Regionalisierung

Weltweite Handelsverflechtungen

Die anhaltende Globalisierung, also die Zunahme der weltweiten Handelsverflechtungen, ist ein einerseits ein Treiber für die Entwicklungen in der Umweltwirtschaft, da sie mit negativen Umweltwirkungen verbunden ist. Die internationale Arbeitsteilung führt dazu, dass Vorleistungen im Ausland erbracht werden und Komponenten oder fertige Waren große Strecken um den Globus zurücklegen. Die Folge ist ein hohes Transportaufkommen, insbesondere im Flugverkehr sowie der damit einhergehende Energieverbrauch und die Freisetzung von THG-Emissionen. Andererseits eröffnet die Internationalisierung Chancen für eine globale Vermarktung und Implementierung nachhaltiger, umwelttechnologischer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen.

Verlagerung und Kosten

Ein wesentlicher Effekt der Globalisierung sind in diesem Kontext die sich vollziehenden Verlagerungsprozesse von Umweltauswirkungen in die Entwicklungsländer. Schwache Regierungen und Kontrollsysteme sowie der Einfluss von Global Playern können dazu führen, dass Umweltstandards, insbesondere mit dem Ziel einer Kostenreduktion unterwandert werden. Parallel führt die Globalisierung dazu, dass sich der Wohlstand in den Industriestaaten weiter hebt. Die Folge sind höherer Konsum und damit auch steigender Energieverbrauch. Beispiele hierfür sind der zunehmende Motorisierungsgrad oder Fleischkonsum. So bedingen diese beiden Bereiche den größten Teil an Treibhausgasausschüttungen der Industrieländer.

Greentech für geringere Umweltauswirkungen

Globales Wirtschaften verursacht jedoch auch globale Probleme, die sich nicht auf Staatsgrenzen beschränken. Die Industrieländer sind zunehmend bestrebt, die Staaten der Dritten Welt bei der Lösung von Umweltproblemen zu unterstützen. Einhergehend mit diesem Trend einer *„globalisierten Verantwortung“* sowie den sich verschärfenden Umweltauswirkungen steigt international die Nachfrage nach grünen Produkten und Dienstleistungen. Sie bieten die Chance für eine globalisierte und gleichzeitig nachhaltige Wirtschaft. Der deutsche Greentech-Sektor kann im Zuge dessen einen Beitrag zur Reduktion der ökonomisch bedingten Umweltauswirkungen leisten. Bereits heute entfallen rund 14 Prozent des Weltmarktes der Umweltwirtschaft auf deutsche Anbieter von „grünen“ Produkten (Roland Berger, 2014, S. 8).

Neben dem Trend der Globalisierung ist an dieser Stelle auch eine aktuell erstarkende Bewegung der Regionalisierung zu erwähnen. Einerseits ist unter diesem Aspekt der Trend zu regionalen Wirtschaftskreisläufen, z.B. Regionale Produkte und einem damit verbundenen Wertewandel zu fassen (vgl. Wertewandel und Konsumverhalten). Andererseits streben vereinzelte Länder aktuell eine Marktabschottung und eine verstärkte Regulierung des internationalen Warenhandels an. Als Beispiele hierfür sind neben dem Austritt Großbritanniens aus der Europäischen Union vor allem die Bestrebungen der neu gewählten US-Regierung unter Donald Trump zu nennen. Derzeit ist unklar, wie sich das globale Wirtschaftssystem unter dem Einfluss dieser Kräfte entwickeln wird. Für die Greentech-Branche wird darüber hinaus entscheidend sein, welche Position und welchen Einfluss die amerikanische Regierung im Feld der internationalen Klimapolitik entwickelt.

Tendenzen der Regionalisierung und Marktabschottung

2.1.5 Digitalisierung und Vernetzung

Digitalisierung und Vernetzung sind, wie die Globalisierung, gleichzeitig als Triebkräfte des global steigenden Ressourcenverbrauchs aber auch als Chance zu dessen Reduktion zu sehen. Die Schlüsseltechnologien der Digitalisierung, wie Computer, Smartphones, Server, etc. erfordern einerseits den Einsatz seltener Metalle und steigern den Energieverbrauch.

Digitalisierung als Triebkraft und Chance

Andererseits lassen sich durch Digitalisierung und Vernetzung, beispielsweise durch die Verarbeitung von Informationen in Echtzeit (Big Data) oder intelligente Produktionsprozesse (Industrie 4.0) Ressourceneinsparpotenziale realisieren. Die teilweise oder vollständige Vernetzung von Waren, Menschen und Maschinen birgt erhebliche Möglichkeiten zur Steigerung der Ressourceneffizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette, von der Planung, über die Produktion, die Auslieferung und Nutzung bis hin zum Recycling eines Produktes. Die Verknüpfung von Sektoren birgt dabei ein hohes Potenzial für cross-sektorale Innovationen. Ziel einer *„Circular Economy“* ist es in diesem Kontext, Verbraucher, Hersteller und Recyclingunternehmen so zu vernetzen, dass bereits im Produktdesign die Wiederverwertung mitgedacht wird und die Lebensdauer von Produkten durch smarte Sensoren, die bereits vor dem Eintritt von Ausfallerscheinungen Reparaturbedarfe anmelden erhöht wird.

Intelligente *„Circular Economy“*

Die Digitalisierung birgt darüber hinaus große Chancen zur Einspeisung Erneuerbarer Energien. Die Vision des Smart Grid, in dem sich dezentrale Energieerzeugung, -speicherung und -nutzung koordinieren lassen, ist nur mit einer umfassenden digitalen Steuerung zu realisieren. In der Metropole Ruhr sind traditionell bedeutsame Akteure der Energiewirtschaft ansässig. Die starke industrie- und energiewirtschaftliche Prägung der Region hat einerseits in der Vergangenheit zu Log-in-Effekten geführt und birgt auch im Zuge der Energiewende große Herausforderungen. Andererseits verfügt die Metropole Ruhr mit diesen starken Kompetenzträgern über spezifische Potenziale für die Gestaltung der eines ökologischeren Lebens- und Wirtschaftsraums. Vor diesem Hintergrund sind insbesondere diese etablierten Unternehmen gefordert im Zuge der Energiewende, neue, nachhaltigere Wege im Bereich der Energieerzeugung und -versorgung zu beschreiten.

der Energiewende in der Metropole Ruhr

Die Digitalisierung und Vernetzung eröffnet hier vielfältige neue Handlungsfelder und Gestaltungsoptionen, u.a. in den Bereichen Energie 4.0, Wasser 4.0 oder auch der viel diskutierten Industrie 4.0. Die Metropole Ruhr verfügt insbesondere an den Standorten Dortmund und Bochum über bedeutsame Akteure der IKT-Branche (vgl. Kap 3.1.2). Unter Einbindung dieser Potenziale kann die Region neue Systemlösungen entwickeln

Digtale Systemlösungen der Greentech-Branche

und Antworten auf drängende Fragestellungen wie das Thema Datenschutz, Big Data oder interoperable Schnittstellen finden.

2.1.6 Wertewandel und Konsumverhalten

Wertewandel als soziale Innovation

Als weiterer Megatrend wird in Anlehnung an die sozial-ökologische Forschung des BMBF der gesellschaftliche Wertewandel als wichtiger Baustein im Umwelt- und Ressourcenschutz betrachtet. Demzufolge sind *„technische Innovationen nicht allein ausreichend, um das Ziel einer ökologisch verträglichen, sozial inklusiven und dabei wettbewerbsfähigen Wirtschaft zu erreichen. Vielmehr müssen auch gesellschaftliche Strukturen auf einen nachhaltigen Entwicklungspfad gelenkt werden*“ (BMBF, 2014, S. 25).

Ökologisches Leitbild Degrowth

Im Gegensatz zu fordistischen und neoliberalen Sichtweisen wird die Natur von immer mehr gesellschaftlichen Gruppierungen nicht länger als eine auszubeutende Ressource gesehen, sondern als *„Kooperationspartner“* (Jürgens, 2015, S. 86ff). Dabei entwickeln sich alternative Leitbilder von Lebensqualität und Konsum parallel mit der In-Wert-Setzung von Ökosystemdienstleistungen und Gedanken zu neuen Formen des Wirtschaftens. Vertreter der Degrowth Bewegung (Konzeptwerk Neue Ökonomie, 2017), wie etwa der Umweltwissenschaftler Giorgos Kallis (Kallis, 2015) oder der Ökonom Niko Paech (Paech, 2015) gehen davon aus, dass sich in einer Postwachstumsgesellschaft auch ein neues Verständnis von Wohlstand und Lebensqualität etabliert und Aspekte, wie soziale Gerechtigkeit, Teilhabe oder stabile soziale Beziehungen an Bedeutung gewinnen.

Ökologisches Leitbild Suffizienz

Die ebenfalls dem Trend Wertewandel und Konsumverhalten zuzuordnende Suffizienz Strategie zielt auf eine (Selbst-) Begrenzung des Ressourcen- und Umweltverbrauchs und der gleichzeitigen Etablierung eines zufriedenstellenden (suffizienten) Lebensstils ab. Suffizienz wird dabei häufig im Dreiklang mit Konsistenz, also dem Einsatz umweltfreundlicher Technologien und Effizienz, d.h. dem geringeren Einsatz von Energie oder Ressourcen genannt (Gröger, 2011). Als maßvoller Umgang mit Ressourcen beschreibt Suffizienz einen Bewusstseinswandel, etwa in den Bereichen Konsumverzicht und Entschleunigung und eine daraus resultierende Veränderung der Lebensführung (Ficher & Grießhammer, 2013).

Grüne Investmentoptionen aus der Metropole Ruhr

Neben individuellen Kaufentscheidungen können diese Entwicklungen auch im erweiterten Kontext gesehen werden. Ein Beispiel ist dabei auch das wachsende Interesse an *„grünen“* Investmentoptionen. Nachhaltigkeitsaspekte werden zunehmend zu wichtigen Entscheidungskriterien bei Geldanlagen von Versicherungen, staatlichen Fonds oder großen Bankhäusern, auch bekannt unter Schlagwörtern wie Divestment oder Portfolio Decarbonization[4]. Die sozial-ökologische GLS Gemeinschaftsbank eG, mit Hauptsitz in Bochum, zählt zu den wichtigen Vertretern dieser alternativen Finanzwirtschaft. Das 1974 gegründete, genossenschaftlich organisierte Geldinstitut investiert gezielt in ökologische und soziale Projekte und gilt als Deutschlands führende Alternativ-Bank (Meinke, 2016).

Megatrends befördern Umwelttechnologien

Die im Zuge der beschriebenen Megatrends erfolgende *„Zuspitzung ökologischer Risiken“* (Roland Berger, 2014) erhöht den Handlungsdruck für Akteure aus Politik, Forschung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft. Jedoch führt dieser Druck auch zu einer wach-

[4] Portfolio decarbonization refers to systematic efforts by investors to align their investment portfolios with the goals of a low-carbon economy. It includes, but is not limited to, efforts to reduce the carbon footprint of investment portfolios, to increase investment in areas such as renewable energy, to withdraw capital from high energy consumption activities and to encourage companies and other entities to reduce their emissions and support the transition to a low-carbon economy (UNEP, 2016, S. 8).

senden Inwertsetzung von Innovationen im Bereich der Umwelttechnologien und steigert somit deren Wirtschaftlichkeit.

3 Entwicklungen in der Greentech Branche und Bedeutung für die Metropole Ruhr

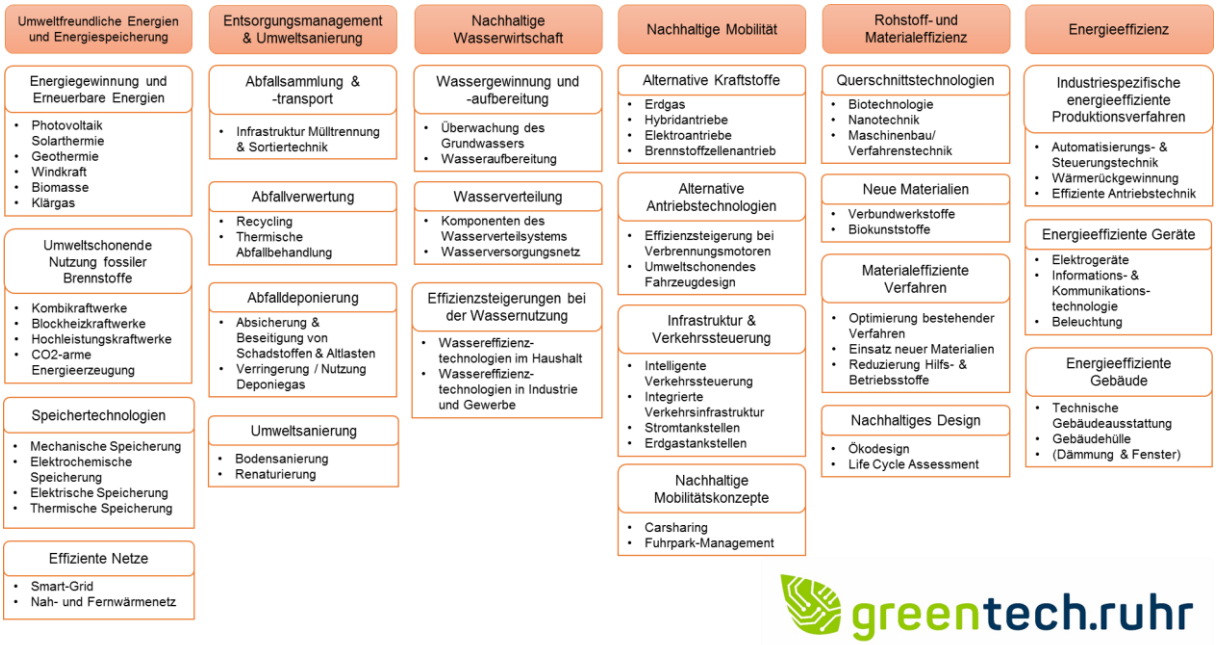
Betrachtung ausgewählter Branchentrends

Aufbauend auf einer Beschreibung der zentralen Megatrends mit Ihren Auswirkungen auf die Umweltwirtschaft (Kap. 2) werden im vorliegenden Kapitel 3 die branchenspezifischen Ausgangslagen sowie die jeweiligen Absatz- und Wachstumsmärkte differenziert für einzelne Teilmärkte betrachtet sowie vertiefend auf die relevanten Branchentrends, wie beispielsweise die Entwicklung neuer Technologien, Verfahren und Produkte und die daraus resultierenden Marktentwicklungen eingegangen. Die Untersuchung erfolgt unter Berücksichtigung der spezifischen Rahmenbedingungen und Folgen für die Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr. Methodisch wird dabei auf das Verfahren der PEST-Analyse (political, economic, social and technological change) zurückgegriffen (Lynch, 2006).

Differenzierte Betrachtung gemäß *„GreenTech made in Germany“*

Eine eindeutige branchenspezifische Abgrenzung von Greentech-Produkten und Dienstleistungen ist aufgrund der vielseitigen Anwendungsfelder und Basistechnologien nicht möglich. Eine Reihe von Studien nehmen stattdessen eine Untergliederung der Greentech-Aktivitäten in verschiedene Teilmärkte und untergeordnete Marktsegmente vor. Für die differenzierte Betrachtung der geographischen sowie branchenspezifischen Absatz- und Wachstumsmärkte wird nachfolgend eine angepasste Definition der für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) entwickelte Greentech-Klassifikation von Roland Berger herangezogen, die u.a. im Rahmen der Initiative *„GreenTech made in Germany“* verwandt wird (vgl. Abb. 2).

Abb. 2: Abgrenzung der Teilmärkte „Greentech.Ruhr“



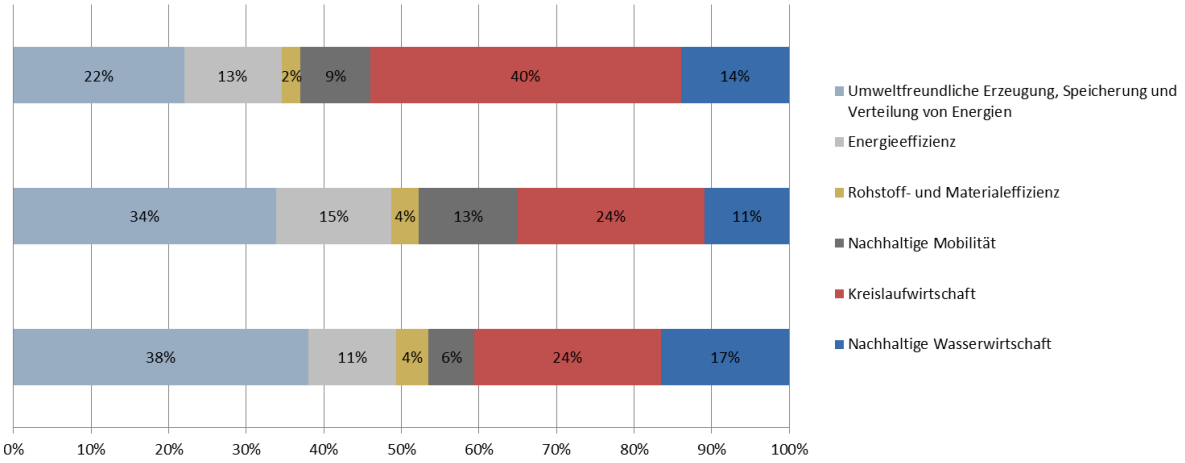
Um die Entwicklungen in den Teilmärkten darzustellen, wird jedem Teilmarkt eine tabellarische Übersicht über die globalen Entwicklungen vorangestellt. Im weiteren Verlauf werden dann ausgewählte Branchentrends und damit verbundene Marktpotenziale den Potenzialen in der Metropole Ruhr gegenübergestellt. Die besonderen Charakteristika der Umwelttechnologiebranche im Ruhrgebiet wurden für die jeweiligen Teilmärkte auf Basis der Greentech Datenbank sowie regional fokussierter Publikationen herausgearbeitet. Ergänzend dazu werden anhand von Forschungsschwerpunkten technologische Entwicklungslinien und Innovationspfade aufgezeigt. Darauf aufbauend können dann schließlich Markteintrittschancen und Nischen für Unternehmen aus der Metropole Ruhr im jeweiligen Teilmarkt identifiziert und beschrieben werden.

Identifikation von Markteintrittschancen und Nischen

Aufgrund der besonderen Bedeutung des Teilmarktes Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie sowie des Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung in der Metropole Ruhr werden hier besondere Schwerpunkte gesetzt (vgl. Abb. 3).

Charakteristika und technologische Entwicklungslinien

Abb. 3: Die Greentech Teilmärkte in der Metropole Ruhr



Eigene Darstellung, CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH
Quelle: Greentech-Datenbank Metropole Ruhr

Für die Betrachtung der wissenschaftlichen Potenziale wurde im Kontext der nachfolgenden Teilkapitel neben Literaturrecherchen auf zwei zentrale Quellen zurückgegriffen. Zum einen wurde auf Basis des zentralen Hochschulkompass (Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung NRW, 2017) eine Aufstellung aller Greentech-relevanten Studiengänge in der Metropole Ruhr[5] erstellt. Besondere Schwerpunkte bestehen in Bochum und Dortmund (vgl. Abb. 4). Darüber hinaus wurde eine Auswertung von Verbundforschungsprojekten vorgenommen. Grundlage hierfür war die Datenbank des Förderkatalogs des Bundes. Sie umfasst mehr als 110.000 abgeschlossene und laufende Vorhaben der Projektförderung[6]. Es wurden Verbundforschungsprojekte von Greentech-Unternehmen[7] identifiziert und die einzelnen Forschungsschwerpunkte je Teilmarkt analysiert[8].

Wissenschaftliche Potenziale in der Metropole Ruhr

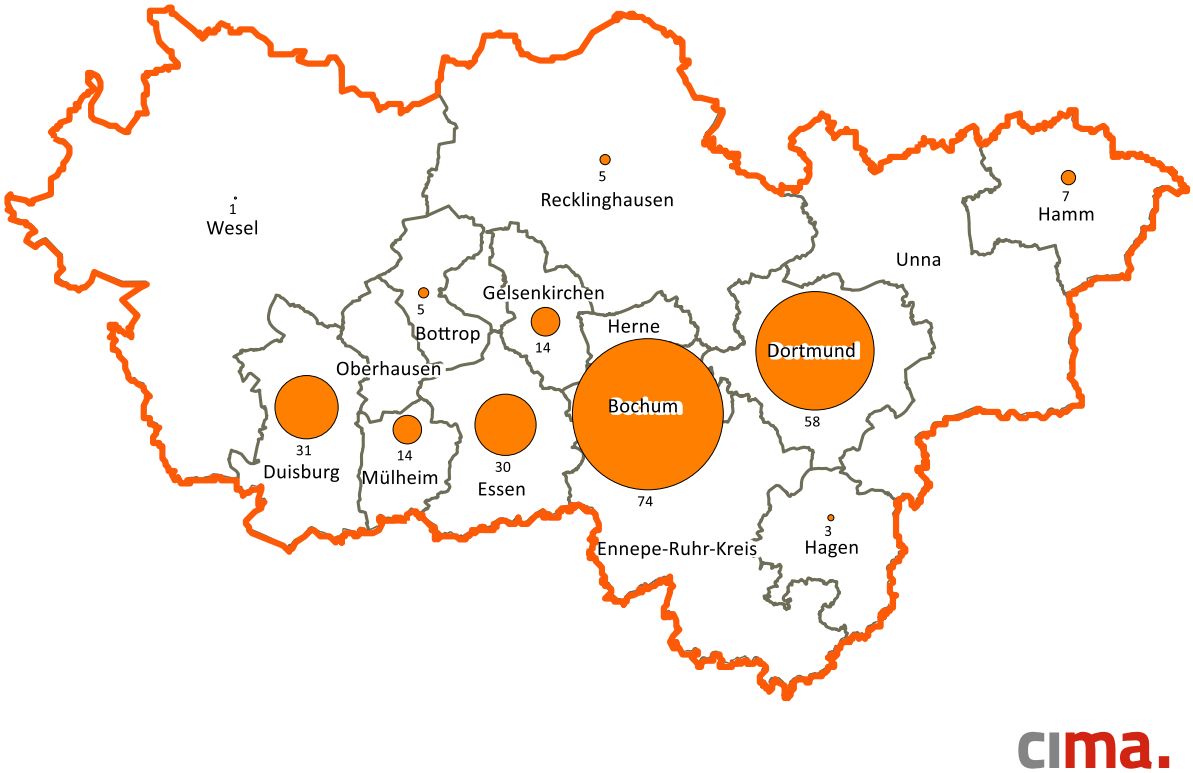
5 Eine Übersicht der relevanten Studiengänge findet sich im Anhang.

6 Darunter Fördermaßnahmen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, des Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).

7 Unternehmen die in der Greentech-Unternehmensdatenbank der Wirtschaftsförderung metropoleruhr GmbH erfasst sind.

8 Eine Übersicht der relevanten Unternehmen und Projekte findet sich im Anhang.

Abb. 4: Regionale Schwerpunkte der Greentech-Studiengänge in der Metropole Ruhr



Eigene Darstellung, CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH
Quelle: Hochschulkompass des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung NRW, 2017

Synthese der Trends, Marktentwicklungen und regionalen Potenziale

Neben den bereits genannten Literaturquellen werden im vorliegenden Kapitel 3 die Ergebnisse der Experteninterviews zentral zusammengeführt (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017). Die spezifischen Markteintrittsnischen sowie international erfolgreich anzubringende Produkte und Dienstleistungen der Greentech-Unternehmen aus der Metropole Ruhr werden vor dem Hintergrund der Expertenmeinungen bewertet und dargestellt. Darüber hinaus werden die Chancen für eine erfolgreiche Positionierung auf den Wachstumsmärkten aufgezeigt. Ein besonderer Fokus gilt dabei auch den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) aus der Metropole Ruhr.

3.1 Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie

3.1.1 Überblick globale Absatz- und Wachstumsmärkte

Greentech Aufgabe Energiewende

Bei der Senkung von CO2-Emissionen spielt der Energiesektor eine bedeutende Rolle. Der Einsatz Erneuerbarer Energien zur Befriedigung des weltweit wachsenden Energiebedarfes ist aus klimapolitischer Sicht unumgänglich. Mittelfristig gilt es, die Effizienz bei der Nutzung fossiler Energieträger zu erhöhen und gleichzeitig deren Treibhausgasausstoß zu minimieren. Langfristig muss die Nutzung regenerativ erzeugter Energie in den Vordergrund treten. Dafür sind nicht nur Anlagen zur Produktion des Stroms entscheidend, sondern auch der Aus- und Umbau der Stromnetze und Speicherkapazitäten. Die Greentech-Branche steht dabei vor der Herausforderung, die schwankende Einspeisung von Energie aus regenerativen Quellen, wie Wind- oder Solarkraftwerken, abzufedern, den zunehmend dezentralen Produktionsstrukturen gerecht zu werden und die Netzstabilität aufrecht zu erhalten.

	Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie
	Wachstum nach Roland Berger (GreenTech made in Germany) 2013-2025 um jährlich 6,9 % in D[9] 288 Unternehmen in der Metropole Ruhr/ knapp 43.000 Beschäftigte
Generelle Branchentrends	➢ Weltmarktvolumen im Jahr 2013: 422 Milliarden Euro (Jährliche Wachstumsrate von 7,4%: 2025 bei 990 Milliarden) ➢ Dezentralisierung und damit einhergehend teilweise private Erzeugung von Energie ➢ Entwicklung und Anwendung neuer Speichertechnologien (Power-to-gas, Wärmespeicher, u.a.) ➢ Virtuelle Kraftwerke zur Koordination dezentraler Energiequellen ➢ Vernetzung von Nachfrage und Erzeugung und damit einhergehender Netzausbau ➢ Erneuerbare Kraftstoffe im Verkehrssektor ➢ Digitale Steuerung des Energienetzes (Smart Grid, Smart Meter und Smart Home) ➢ Das weitere Absinken der Investitionskosten bei der Errichtung von EE-Anlagen fördert deren Wirtschaftlichkeit
Kunden/ Nachfragebranchen	▪ Die Nachfrage nach Energie zieht sich durch alle Wirtschaftsbereiche sowie öffentliche und private Haushalte. ▪ Zu den energieintensiven Branchen zählen v.a. Baustoffe, Chemie, Glas, Nichteisen-Metalle, Papier und Stahl. ▪ Zunehmend werden Konsumenten zum Produzenten von Energie, womit sich auch neue Geschäftsfelder für Energiedienstleister eröffnen.
Geografische Marktregionen	▪ Es sind lokale Marktpotenziale in Deutschland und der Metropole Ruhr vorhanden (u.a. der Einbau dezentrale Anlagen zur Stromerzeugung, Verteilung und Speicherung). ▪ International steigt die Nachfrage nach EE-Technologien aufgrund steigender Wirtschaftsaktivitäten, einem zunehmendem Umweltbewusstsein und der Verknappung von Energieressourcen. ▪ Besondere Wachstumsmärkte liegen in Asien, u.a. Indien und China; in den USA[10] (z.B. Minnesota & Georgia) und Kanada, in Lateinamerika, z.B. der Dominikanische Republik, Mexico oder Chile; dem Nahen Osten, u.a. mit Saudi Arabien, dem Iran den vereinigten Arabischen Emiraten, Jordanien oder Kuweit, in Afrika sowie in europäischen Ländern, die hinter ihren Ausbauzielen zurückliegen (u. a. GB, NL, F) oder den Ausbau erst beginnen (Osteuropa).
Wettbewerber	▪ Klassische Stadtwerke und Stromanbieter erhalten Konkurrenz von Anbietern integrierter Gesamtkonzepte (Bauunternehmen, Start-ups) bis hin zu Energieautarkie-Lösungen für Unternehmen und Privatpersonen. ▪ International sind vor allem die USA und technologisch fortschrittliche Länder wie Korea auf dem Markt aktiv. ▪ Gerade bei der Herstellung von Photovoltaik Anlagen wächst die Konkurrenz durch günstige Komponenten- und Anlagenbauer aus dem asiatischen Raum. ▪ Im Fall der chinesischen Wettbewerber, die auf die Adaption europäischer Technologien und verstärkt auch

[9] vgl. (greentech-made-in-germany.de, 2014)

[10] Studien gehen davon aus, dass sich der Anteil der EE in den USA bis 2040 verdreifacht (Bloomberg, 2016)

	auf eigene Anwendungen setzen, zeichnet sich bereits ein Überholen der deutschen Marktfortschritte ab (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017).
Marktrelevante Einflussfaktoren	▪ Internationale, europäische und nationale Klimaschutzziele ▪ Pariser Abkommen ▪ Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Erneuerbaren Energien ▪ EEG der Bundesregierung ▪ Reglementierung von Schadstoffausstößen ▪ Preissteigerung fossiler Energieträger ▪ Energiewende (Klimaschutz und Unabhängigkeit von Energieimporten) ▪ Preissenkung bei EE-Anlagen durch verbesserte Technologien und Skaleneffekte bei Stromerzeugung und -speicherung ▪ Fortschreitende Digitalisierung ermöglicht das *„Smart Grid“* ▪ Gesteigerte Aufmerksamkeit in der Gesellschaft, Anpassung von Unternehmen im Rahmen von CSR-Strategien ▪ Politische Instabilitäten bezüglich Förderung von EE und dem notwendigen Ausbau von Netzen und Speichertechnologien ▪
Marktpotenziale	▪ Globaler Ausbau der staatlichen Förderung von EE-Anlagen und Speichertechnologien ▪ Fortschreitende Entwicklung von Speichertechnologien ▪ Vernetzung mit nachhaltiger Mobilität ▪ Digitalisierung von Netzen, Neue Abrechnungs- und Geschäftsmodelle ▪ Dem Ausbau der EE-Anlagen folgen technologiebedingt Investitionen in Netze und Speichertechnologien sowie intelligente Regelungstechnik
Chancen/ Risiken	Chancen: ▪ Potenziale bestehen bei der Herstellung von Komponenten für die Erzeugung von EE. Risiken: ▪ Sicherung der Netzstabilität bei schwankender Stromerzeugung ▪ Flächenverfügbarkeit für EE-Erzeugung und Speicherung ▪ Alternativen im Fracking und kurzfristig niedrige Preisen für fossile Energieträger

Quelle: Eigene Abbildung nach (AEE, 2016) (BMWI/Mittelstand Global, 2016) (European Environment Agency, 2015) (Flämig & de Maizière, 2016) (Roland Berger, 2014) (Mobarek, 2016) (Bloomberg, 2016)

3.1.2 Ausgewählte Branchentrends und damit verbundene Marktentwicklungen

Politisch	Ökonomisch	Sozial	Technologisch
▪ Das Pariser Klimaschutzabkommen sowie nationale Klimaziele fungieren als wichtiger Treiber für den Ausbau der Erneuerbaren Energien. ▪ Die neue US-Regierung unter Donald Trump könnte einen Dämpfer für die Energiewende bedeuten, sofern diese das Klimaabkommen aufkündigt. ▪ In Deutschland gelten die EE mittlerweile als wettbewerbsfähig. Mit der Nouvellierung des EEG wird 2017 das Ausschreibungsmodell eingeführt. Den Zuschlag erhält der Anbieter mit dem geringsten Subventionsbedarf. Vor allem kleine, lokale Energieerzeuger, z.B. Bürgerenergiegenossenschaften können hier häufig nicht mehr konkurrieren. Die Förderkonditionen für PV-Anlagen wurden verbessert.	▪ Die Erneuerbaren Energien sind ein stark wachsender Markt. Neben dem Ausbau von Solarenergie verzeichet vor allem die Offshore Windenergie eine Zunahme (Bloomberg, 2017). ▪ Insbesondere in Ländern wie China oder Indien erfolgt der Zubau der EE nach wie vor auf einem sehr hohen Niveau. ▪ Im Bereich der Materialien und Technologien aus dem Sektor der EE werden anhaltende Preisrückgänge, v.a. für Photovoltaik verzeichnet.	▪ Der Ausbau der Erneuerbaren Energien führt zu Flächenkonkurrenzen mit anderen Nutzern. ▪ Die Energieverbräuche pro Kopf steigen weltweit. ▪ Der Energiewende wird eine zunehmende gesellschaftliche Aufmerksamkeit zuteil. ▪ Die Sektorenkopplung erfordert ein Umdenken zu einem integrierten Energiesystem.	▪ Der Ausbau der Erneuerbaren Energien geht mit einer Dezentralisierung der Stromerzeugung einher. ▪ Mit den fluktuierenden Energien erfahren Netzstabilität und Netzausbau eine zunehmende Relevanz. ▪ Die Vernetzung von Stromerzeugung und -verbrauch erfordert Speichertechnologien und intelligente Netze (Smart Grid). ▪ Speichertechnologien bieten umfangreiche Entwicklungspotenziale – Power to Gas – Pumpspeicher – Batterietechnik

▪ Das deutsche Modell großer Erneuerbarer Energieanlagen (Windparks, PV-Felder) steht der Entwicklung innovativer dezentraler Konzepte entgegen.			

Klimapolitik und Energiewende als Treiber

Die politisch forcierte Energiewende ist der maßgebliche Treiber des Teilmarktes Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie. Mit dem Inkrafttreten des Pariser Klimaschutzabkommens Ende 2016 bekannten sich 195 Länder erstmals zu einem globalen Aktionsplan, der eine Begrenzung der Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C vorsieht. Deutschland hat als Vorreiter in der Energiewende bereits im Jahr 2010 beschlossen die Treibhausgasemissionen bis 2050 im Vergleich zu 1990 um 80 bis 95 Prozent zu verringern (BMUB, 2016). Bereits bis 2025 sollen 40 bis 45 Prozent der Energie aus regenerativen Quellen erzeugt werden.

Verstärkter Ausbau Erneuerbarer Energien

Vor diesem klimapolitischen Hintergrund ist ein hohes Investitionsaufkommen in den Ausbau Erneuerbarer Energien zu erwarten. Der Ausbau wird dabei durch fallende Preise im Bereich der erneuerbaren Stromerzeugung, insbesondere bei den Photovoltaikanlagen zusätzlich befördert. In vielen Ländern der Erde werden Wind- und Solarenergie perspektivisch zu den preiswertesten Stromerzeugern (Bloomberg, 2016).

Netzausbau, Stromverteilung und Lastenausgleich

Mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien erhöhen sich gleichzeitig die Anforderungen an die Energiesysteme. Neben der Stromverteilung und dem Netzausbau gewinnt der Lastenausgleich der fluktuierenden Energien, wie Sonne und Wind eine zunehmende Bedeutung. Hier werden mittlefristig die planbar einsetzbaren fossilen Stromerzeuger einen wichtigen Stellenwert beibehalten. Zur Deckung des enormen Energiebedarfs wird vor allem in asiatischen Schwellenländern weiterhin in die konventionellen Energieerzeuger, wie Kohle- und Gaskraftwerke, aber auch Atomstrom investiert.

Besondere Bedeutung der Speicher-technologie

Speichertechnologien sind für die Umstellung auf Erneuerbare Energieträger in einem komplexen Energiesystem unabdingbar (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2016). Die Energieerzeuger interagieren im Zuge der Digitalisierung und Vernetzung in einem intelligenten Netz (Smart Grid) verstärkt mit den Verbrauchertechnologien, wie beispielsweise intelligenten Gebäuden (Smart Home), Städten (Smart City), der Industrie und Produktion (Smart Factory) oder der Elektromobilität. Dabei sind die Anforderungen an die Speicher je nach Einsatzbereich und Bedarf sehr variabel. In den unterschiedlichen Technologien, u.a. der elektrischen Speicherung, der mechanischen Speicherung (z.B. Pumpspeicherkraftwerke), der elektrochemischen Speicherung (z.B. Lithium-Ionen-Akkumulator, Redox-Flow Batterie), der chemischen Speicherung (Elektrolyse, Power-to-Gas) oder der thermischen Speicherung liegen große Entwicklungspotenziale. Für eine erfolgreiche, systemische Energiewende müssen Speichertechnologien weiterentwickelt und für die breite Anwendung vorbereitet werden.

3.1.3 Greentech Potenziale in der Metropole Ruhr

Die Energieregion Metropole Ruhr

Die Metropole Ruhr ist eine der bedeutendsten europäischen Energieregionen. Das Ruhrgebiet ist infolge der industriellen Tradition auch heute noch durch eine große Zahl energieintensiven Gewerbes sowie eine gleichzeitig hohe Verbraucherdichte und eine hohe Erzeugungskapazität, insbesondere im Bereich der konventionellen Kraftwerke charakterisiert (Lühr, et al., 2015). So entfällt rund ein Drittel der deutschen Energieproduktion auf Nordrhein-Westfalen (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,

Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2015). Von den vorherrschenden konventionellen Energieträgern befinden sich vor allem viele Steinkohle- und Gaskraftwerke im Ruhrgebiet (IWR, 2016). Dieser energieindustrielle Besatz ist insbesondere dann eine besondere Chance für die Metropole Ruhr, wenn es gelingt die konventionelle Energiewirtschaft als starke Akteure in die Energiewende einzubinden und damit potenziellen Log-in-Effekten vorzubeugen.

Große Konzerne und vielfältiger Mittelstand

Mit dem auf engsten Raum ansässigen Unternehmen der Energie- und Stahlbranche, sowie dem Maschinenbau ist in der Metropole Ruhr ein erhebliches Know-How und damit Entwicklungspotential vorhanden. Die ansässigen Unternehmen der Energiewirtschaft bilden die gesamte Wertschöpfungskette von Erzeugung über den Transport und Handel bis zum Vertrieb und Verbrauch ab. Hierzu zählen die traditionellen Konzerne, wie etwa die drei DAX-Unternehmen thyssenKrupp (Essen), E.ON (Essen)[11] und RWE sowie weitere große Akteure, beispielsweise Steag (Essen), Trianel (Hamm) oder Amprion (Dortmund). Darüber hinaus werden die energiewirtschaftlichen Kompetenzen der Metropole Ruhr, insbesondere im Bereich der Erneuerbaren Energien, durch eine Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) ergänzt (wmr Greentech-Datenbank, 2017). Die bereits getätigten Investitionen in konventionelle Kraftwerke sowie das vorhandene Wissen in diesem Bereich machen das Ruhrgebiet aber auch anfällig für den sog. Lock-in-Effekt im Bereich der Energiewirtschaft. Hier gilt es langfristig gegenzusteuern und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern stückweise zu reduzieren und die vorhandenen Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien auszubauen.

Unternehmerische Potenziale im Marktsegment Erneuerbare Energien

Der Teilmarkt der Umweltfreundlichen Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie ist in der Metropole Ruhr stark durch das Marktsegment der Erneuerbaren Energien geprägt (wmr Greentech-Datenbank, 2017). Das bereits im Jahr 2011 erlassene Klimaschutzgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen kommt den Unternehmen dieses Segments entgegen. Es zielt darauf ab, die Erneuerbaren Energien in NRW stark auszubauen (Landesregierung Nordrhein-Westfalen, 2013). Klimapolitisch getrieben liegen die Schwerpunkte des Segments vor allem in der Solar- und der Windenergie (Lühr, et al., 2015). Zwar ist kein großer Windanlagenhersteller in der Region ansässig, doch die großen und mittleren industriellen Betriebe im Ruhrgebiet zählen mit Produkten, wie Getriebe, Generatoren, Bremsen, Lager- und Gusskomponenten zu den zentralen Zulieferern der Windanlagenhersteller (EnergieAgentur.NRW GmbH, 2016). Unternehmen, wie die ZETCON Ingenieure GmbH aus Bochum entwickeln darüber hinaus bautechnische Lösungen für Windkraftanlagen (ZETCON Ingenieure, 2017). Bei der Solaranergie liegen besondere Potenziale vor allem im Bereich der Anlageninstallation. Die Branche ist dabei vorwiegend durch einen regionalen bzw. inländisch orientierten Absatzmarkt geprägt (LANUV, 2013). Neben den weit verbreiteten Erneuerbaren Energien Wind und Sonne nimmt die Metropole Ruhr mit rund 230 Unternehmen in der Geothermie-Branche und der geologischen Expertise im Bereich der Wissenschaft eine Schlüsselposition in diesem Bereich ein (Revier Manager, 2010).

Angewandte Forschung im Marktsegment Speichertechnologien

Neben den Erneuerbaren Energien liegen besondere Kompetenzen der Metropole Ruhr vor allem auch in der Erforschung und Entwicklung von Speichertechnologien. Die Industrie betreibt in Kooperation mit den landesweiten und regionalen wissenschaftlichen Einrichtungen umfangreich anwendungsorientierte Forschung u.a. zu Lithium-Ionen-Speichern, Pump- oder Wärmespeichern sowie zu Power-to-Gas Technologien.

[11] Der Umzug von Düsseldorf nach Essen erfolgte im Jahr 2016 im Zuge der Aufspaltung der Konzerns auf die zwei Firmen E.ON in Essen und Uniper in Düsseldorf. Während die Firma Firma Uniper künftig die konventionellen E.on-Kraftwerke führt, konzentriert sich E.ON k ab sofort auf Erneuerbare Energien, Energienetze und Kundenlösungen (E-ON 2016).

Der Aluminium-Produzent Trimet SE aus Essen forscht unternehmensintern zur virtuellen Batterie durch Aluminiumelektrolyse (Köpke, 2013). Eine überregional bedeutsame Forschungseinrichtung ist das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT. Am Standort in Oberhausen werden Energieanlagen, Energiesysteme und entsprechende Versorgungssysteme optimiert und entwickelt (Fraunhofer-UMSICHT, 2017). Hier ist beispielsweise das Projekt »VanRedFlow« herauszustellen, in dem das Fraunhofer UMSICHT in Kooperation mit dem Fertigungs- und Schweißfachbetrieb Technoboxx GmbH & Co. KG und der InnovationCity Ruhr/Modellstadt Bottrop die Kopplung von Redox-Flow-Batterien und einem regenerativen Energiesystem testet (Windkraft-Journal, 2016). Weitere Akteure sind das Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. (GWI), das zu Biogas, Synthetic Natural Gas (SNG), Wasserstoff und Liquefied Natural Gas forscht (LNG) (GWI, 2017) oder das 2013 gegründete Max-Planck-Institut für chemische Energiekonversion (MPI CEC), das Methoden der chemischen Energiespeicherung weiterentwickelt (MPI für Chemische Energiekonversion, 2017). Das Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) in Duisburg bearbeitet gemeinsam mit Industriepartnern, u.a. das Themenfeld wasserstoffbasierter Energiesysteme (Institut für Energie- und Umwelttechnik, 2017). Am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (MPI KOFO) in Mülheim an der Ruhr wird Grundlagenforschung im Feld der Katalyse betrieben (Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, 2017). Der Lehrstuhl für Energiesysteme und -wirtschaft (LEE) an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) arbeitet umfassend an energietechnischen und energiewirtschaftlichen Themen, wie der Nutzung von Anlagen des Steinkohlebergbaus als unterirdische Pumpspeicherkraftwerke (Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft, 2017). Daneben beschäftigt sich das Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT u.a. mit Infrastruktureinrichtungen zur Wasserstoffverteilung (Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH, 2017).

Virtuelle Kraftwerke im Marktsegment effiziente Netze

Mit der komplexen Konstellation von Strom- und Wärmelieferanten sowie gut ausgebauten Netzen ist die Metropole Ruhr ein bedeutsamer Forschungs- und Entwicklungsstandort für das Thema virtuelle Netze. Diese verbinden Erzeuger, Verbraucher und Energiespeicher. Rund 25 Prozent aller deutschen Pilotprojekte in dem Bereich sind heute in NRW bzw. der Metropole Ruhr angesiedelt. Neben den fossilen Kraftwerken existieren an vielen Orten bereits Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, Fernwärmenetze, Windenergie- und Solaranlagen sowie Biomasse-Blockheizkraftwerke (EnergieAgentur.NRW, 2016). Mit den gegebenen privaten und gewerblichen Verbraucherstrukturen fungiert die Metropole Ruhr als Reallabor zur Erprobung von innovativen Speichertechnologien und Lastenmanagement in einem intelligenten Energienetz (Smart Grid). Um den Umbau von Städten als Energiespeicher in Form eines Smart Grid voranzutreiben, hat die Landesregierung von Nordrhein-Westfalen im Herbst 2015 den Klimaschutzwettbewerb VirtuelleKraftwerke.NRW gestartet (NRW.BANK, 2016). Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund zählen innovative Netztechnologien zu den weltweit nachgefragten Produkten aus der Ruhr Region (EnergieAgentur.NRW, 2016).

Cluster und Netzwerke der Energiewirtschaft

Die wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Kompetenzen werden in einer Reihe von Clustern und Netzwerken gebündelt und gefördert. Hierzu zählen beispielsweise die acht[12] in der "*EnergieRegion.NRW*" zusammengefassten Netzwerke des Clusters Energiewirtschaft (EnergieAgentur.NRW GmbH, 2010) oder der Cluster EnergieForschung.NRW, der das komplexe Energieversorgungssystem in den Fokus seiner inter- und transdisziplinären Aktivitäten rückt (CEF.NRW, 2017). Das h2-netzwerk-ruhr will die Kompetenzen des Chemiestandorts Ruhr mit den neuen Techniken der regenerativen Energiegewinnung verbinden (h2-netzwerk-ruhr, 2017). Wie vielfältig die Aktivitä-

[12] Kraftwerkstechnik, Netze und Speicher, Brennstoffzelle und Wasserstoff, Biomasse, Kraftstoffe und Antriebe, Energieeffizientes und solares Bauen, Photovoltaik, Geothermie, Windenergie

ten im Bereich der Energiewende sind, zeigt auch die *„Energiewende Landkarte Ruhr"*, die Strategien, Projekte und Netzwerke zum Thema Energiewende visualisiert (TU Dortmund F. S., 2017).

3.1.4 Markteintrittschancen und Nischen für Unternehmen aus der Metropole Ruhr

Lösungen an der Schnittstelle von Erzeugung und Verbrauch

Die Herausforderung bei der Gestaltung eines umweltfreundlichen Energiesystems ist die dezentrale Einbindung der Erneuerbaren Energiequellen in das Stromnetz. Zusätzlich zum Ausbau der regenerativen Energien ist daher eine intelligente lokale bzw. regionale Kopplung von Stromerzeugung und -verbrauch und damit einhergehend ein verstärkter Einsatz von Energiespeichern erforderlich, um das Stromnetz an die Fluktuationen der Erneuerbaren Energien anzupassen. Mit ihrer vorhandenen Expertise im Energiebereich und dem Alleinstellungsmerkmal als größtes europäisches Ballungsgebiet ist die Metropole Ruhr als ein Innovationslabor für die intelligente Kopplung von Erzeugung und Verbrauch in einem Energiesystem der Zukunft prädestiniert (Energie-Agentur.NRW, 2016).

Beratung und Anlageninstallation für Erneuerbare Energien

Die Umstellung auf Erneuerbare Energien schreitet politisch getrieben weltweit voran. Die Schwerpunkte der Metropole Ruhr im Bereich der Wind- und Solarbranche können hier zielführend ausgebaut und vertieft werden. Der Fokus sollte in diesem Feld weniger auf Produkten, sondern vielmehr auf ingenieurnahen Beratungsdienstleistungen, wie z.B. der Projektierung, Planung und Umsetzung von EE-Anlagen gesetzt werden. Chancen liegen einerseits im Bereich großer Anlagenparks. Diese werden aktuell vor allem in aufstrebenden Ländern mit einem hohen Anteil fossiler Energieerzeugung bzw. großen emissionsbedingten Umweltproblemen errichtet. Andererseits können mit den dezentral einsetzbaren Energiesystemen auch alternative Marktpotenziale in Entwicklungs- und Schwellenländern, erschlossen werden, die durch eine hohen Sonneneinstrahlung und marode Netzen charakterisiert sind. Dort können PV-Anlagen mit Batteriespeichern zum Einsatz kommen. An dieser Stelle sind insbesondere afrikanische Länder, Südostasien sowie Zentral- und Südamerika zu nennen. In diesem Fall ist jedoch zu berücksichtigen, dass das Marktvolumen insgesamt deutlich kleiner ist, als das der großen Wind- oder PV-Parks.

Spezialisten für intelligente Netze und Speicher

Die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen des Systemumbaus folgt dem Ausbau der fluktuierenden Energien und wird vor allem auf Märkten mit einem wesentlichen Anteil regenerativer Energien an der Energiebereitstellung zunehmen (Lühr, et al., 2015). Besondere Chancen liegen hier im Einsatz moderner Speichertechnologien und der Entwicklung intelligenter Netztechnologien. Auf dem Weg zum Smart Grid sollten die in der Metropole Ruhr vorhandenen Potenziale, wie Redox-Flow-Batterien, Brennstoffzellen bzw. Power-To-Gas, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder Smart Homes vollständig ausgeschöpft werden. Insbesondere im Bereich der Wasserstoff Technologien verfügt das Ruhrgebiet mit seinen Industriebetrieben über gute Entwicklungsperspektiven. Für den Mittelstand liegen in diesem Feld besondere Chancen für die Bereitstellung von Mess- und Steuertechnik, Soft- und Hardware sowie im Bereich der Sicherheitsarchitektur. Mit den im Ruhrgebiet sehr gut ausgebauten Netzen können auf diesem Gebiet weitere Entwicklungsvorsprünge realisiert werden.

3.2 Energieeffizienz

3.2.1 Überblick globale Absatz- und Wachstumsmärkte

Greentech Aufgabe Energieverbrauch senken

Die Energieeffizienz ist der zweite wichtige Baustein um den CO2-Ausstoß zu minimieren und die Abhängigkeit von Energieimporten zu verringern. Der Leitmarkt lässt sich dabei nach Roland Berger anhand der größten Verbrauchergruppen von Energie einteilen. Diese bestehen aus Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen sowie dem Immobiliensektor[13]. Mit 825 Milliarden Euro Weltmarktvolumen war der Leitmarkt 2013 der mit Abstand größte Leitmarkt der Querschnittsbranche Greentech (Roland Berger, 2014). Darin drückt sich einerseits die zunehmende wirtschaftliche Rentabilität von Energieeffizienzmaßnahmen aus, andererseits aber auch der politische Wille den Energieverbrauch zu senken. Beispielhaft kann hier die Förderung von Gebäudesanierungen genannt werden.

	Energieeffizienz
	Wachstum nach Roland Berger (GreenTech made in Germany) 2013-2025 um jährlich 4,9 % in D 164 Unternehmen in der Metropole Ruhr/ knapp 18.800 Beschäftigte
Generelle Branchentrends	➢ Weltmarktvolumen im Jahr 2013: 825 Milliarden Euro (Jährliche Wachstumsrate von 4,4%: 2025 bei 1.365 Milliarden) ➢ Zunehmende Bedeutung von Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung ➢ Verlagerung von nachgelagerten Maßnahmen zu Maßnahmen im Prozess (integrierter Umweltschutz) ➢ Energie-Contracting ➢ Wandel vom Energieversorger zum *„Energiedienstleister“*
Kunden/ Nachfragebranchen	Bestehende: ▪ Industrieunternehmen (Energieeffizienz in der Produktion und Optimierung der Gebäudehülle) ▪ Energieeffizienz im Transportwesen (vgl. nachhaltige Mobilität) ▪ Energieeffizienz von Gebäuden Potentielle: ▪ Verstärkte Sanierungsmaßnahmen durch Privatpersonen im Gebäudebereich ▪ durch langfristig steigende Energiepreise gewinnt die Energieeffizienz in allen Branchen zunehmend an Bedeutung
Geografische Marktregionen	▪ Vorwiegend werden Produkte und Dienstleistungen am deutschen Markt erbracht ▪ Das Ruhrgebiet mit Industrieunternehmen ist potenziell ein großer Abnehmermarkt für Dienstleistungen und Technologien ▪ Ausfuhr von Baustoffen (Dämmmaterialien, isolierte Verglasungen, etc.) nach Italien, USA und China – gesamt NRW hat hier allerdings eine negative Handelsbilanz. ▪ Im Bereich der Gebäudetechnik sowie bei Ingenieurs- und Architekturleistungen liegen v.a. in Schwellenländern noch große Potenziale.
Wettbewerber	▪ Rund ein Drittel der Anbieter sind Neueintritte in den Markt ▪ Konkurrenz durch importierte Baustoffe/Komponenten der intelligenten Gebäudetechnik
Marktrelevante Einflussfaktoren	▪ Digitalisierung ▪ Geänderte Kundenanforderungen ▪ Energiepreisentwicklung ▪ Nachhaltigkeitsgedanke (Wirtschaft und Privatleute) ▪ Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) ▪ Im Inland sowie EU-Ausland treibt die EU-Effizienzrichtlinie den Markt ▪ NRW Energieeffizienzcheck für Gebäude
Marktpotenziale	▪ Energetische Sanierung von Gebäuden (v.a. Chance für Handwerksbetriebe) ▪ Förderung von Energieeffizienz in Gebäuden ▪ Dienstleistung zu Beratung, Planung und dem Implementieren von Energieeffizienzmaßnahmen ▪ Neue Geschäftsmodelle im Bereich Service und Finanzierung

[13] Die Thematik des Energieverbrauchs in der Mobilitätswirtschaft wird unter dem Leitmarkt Umweltfreundliche Mobilität betrachtet.

	▪ Nähe zu IKT durch Modelle der intelligenten Gebäudekomponenten ▪ Steigende Wahrnehmung im industriellen Bereich für Einsparpotenziale
Chancen/ Risiken	Chancen: ▪ Einheitliche Gebäudestandards ▪ Verschärfung der gesetzlichen Vorgaben (auch im Ausland) ▪ Gesteigerte Förderung von Effizienzmaßnahmen Risiken: ▪ Fehlende Informationen zu Einsparpotenzialen ▪ Technische Schranken bei der Dämmung von Gebäuden, Wirkungsgraden ▪ Sicherung von Qualitätsstandards (Bau- und Sanierung/Beratungsangebote) ▪ Qualifizierung von Beratern und Handwerkern, Fachkräften ▪ Trotz steigender (oder vorhandener) Wirtschaftlichkeit sind politische Vorgaben und Förderungen weiterhin wichtige Markttreiber ▪ Schwankende Energiepreise verunsichern hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit

Quelle: Eigene Abbildung nach (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2014) (DENEFF, 2016) (EU, 2015) (Roland Berger, 2014)

3.2.2 Ausgewählte Branchentrends und damit verbundene Marktentwicklungen

Politisch	Ökonomisch	Sozial	Technologisch
▪ Verschärfte umweltpolitische Rahmenbedingungen, z.B. in Deutschland Polen oder China, sind der wichtigste Treiber für den Teilmarkt Energieeffizienz. ▪ Unternehmen, die nicht dem EU-KMU Standard entsprechen mussten seit Ende 2015 erstmalig ein Energieaudit gemäß der Norm DIN EN 16247-1 ablegen. ▪ Weitere Stellschrauben waren die EU-Richtlinie über die Gesamteffizienz von Gebäuden (EPBD), die EU-Energieeffizienzrichtlinie (EED), die Ökodesign-Richtlinie (ErP) und die EU-Rahmenrichtlinie zur Energieverbrauchskennzeichnung von Produkten (ELD) ▪ Die Novellierung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes zielt darauf ab, Anreize für neue emissionsärmere Kraftwerke zu schaffen. Kritiker befürchten, dass die Förderung großer Kraftwerke zu Ungunsten einer dezentralen KWK-Versorgung von Gebäuden, Wohnanlagen oder Quartieren führt. ▪ Die Digitalisierung bedarf klarer rechtlicher Rahmenbedingungen für die breit angelegte Einführung intelligenter Messsysteme (Smart Meter).	▪ Energie- und Kosteneffizienz stehen in einem engen Zusammenhang. Aufgrund niedriger Energiepreise werden Investitionen in Energieeffizienz aktuell allerdings nicht konsequent umgesetzt. ▪ Energieeffizienz betrifft alle Bereiche des Lebens und Wirtschaftens. Aktuell haben der industrielle Sektor und der Verkehr den höchsten Anteil am Energieverbrauch, gefolgt von den Haushalten.	▪ Die Energieverbräuche pro Kopf steigen weltweit. ▪ Der Energiewende wird eine zunehmende gesellschaftliche Aufmerksamkeit zuteil. ▪ Die Sektorenkopplung erfordert ein Umdenken und Umhandeln hin zu einem integrierten Energiesystem. ▪ Verbesserte Planung und nachhaltigere, suffiziente Lebensmodelle können zu höherer Energieeffizienz beitragen. ▪ Veränderungen zu Steigerung der Energieeffizienz erfolgen vor allem aufgrund politischer Regulationen oder infolge akuter (lokaler) Umweltprobleme.	▪ Höhere Wirkungsgrade sowie die steigende Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und Erneuerbarer Energien führen zu einer höherer Energieeffizienz. ▪ Die lastabhängige und bedarfsgerechte Steuerung von Produktionsanlagen wird zunehmend optimiert. ▪ Die Digitalisierung, insbesondere IKT- und Software-Innovationen erschließen neue Potenziale. ▪ Smart Services werden die Energiewirtschaft nachhaltig verändern. ▪ Neue Materialien sind derzeit noch von geringer Bedeutung zur Steigerung der Energieeffizienz. ▪ Der ab 2017 erfolgende, etappenweise der Einbau digitaler Stromzähler ermöglicht höhere Energieeinsparungen im Gebäudesektor.

Parallel zu dem Ausbau der Erneuerbaren Energien ist die Steigerung der Energieeffizienz für die Erreichung der Klimaziele unumgänglich. Vor dem Hintergrund global zunehmender Energiebedarfe erfährt das Querschnittsthema in den relevanten Sektoren Industrie, Verkehr, Gebäude und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen entsprechende Aufmerksamkeit.

Energieeffizienz als Querschnittsthema

Konkrete Erfolge zur Steigerung der Energieeffizienz konnten in den vergangenen Jahren vor allem auf Grundlage verschärfter rechtlicher Rahmenbedingungen, insbesondere für große Unternehmen erzielt werden (DEEFF, Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz, 2016). In den Sektoren Verkehr und Haushalte liegen große Potenziale, die allerdings aufgrund zu geringer Wirtschaftlichkeit von Investitionen, z.B. in durch Erneuerbare Energien angetriebene Elektrofahrzeuge oder die Kosten für eine energetische Gebäudesanierung, bislang nicht gehoben werden konnten.

Spürbare Verschärfung des regulativen Rahmens

Eine Energieeffizienzsteigerung kann einerseits durch singuläre, beispielsweise digitale, Prozessoptimierungen und andererseits durch eine systemische Energienutzung erzielt werden. Im Zuge der Digitalisierung und Vernetzung wird die Kopplung des Energiesektors mit anderen Sektoren, wie z.B. Mobilität und Gebäude (Smart Meter) oder Industrie möglich. Die Energiewirtschaft wird damit noch stärker zur zentralen Einflussgröße des Wirtschaftens und kann dazu beitragen effiziente Stoffkreisläufe zu gestalten.

Effizienzsteigerung durch intelligente Sektorenkopplung

Im Bereich der Energieerzeugung durch konventionelle Energien lassen sich durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) deutlich höhere Wirkungsgrade erzielen. KWK-Technologie reichen von Mikro-KWK über dezentrale Blockheizkraftwerke bis hin zu Nah- und Fernwärme. Auch Erneuerbare Energien, wie Biomasse, Geothermie oder solare Energie können in KWK-Anlagen integriert werden. Bei den steigenden Energiebedarfen der Schwellen- und Entwicklungstechnik kommt energieeffizienter Kraftwerkstechnik eine besonders große Relevanz zu. In Deutschland werden mit der Novellierung des deutschen Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes Anreize für den Ausbau bzw. die Verbesserung von emissionsärmeren KWK-Anlagen geschaffen.

KWK als energieeffiziente Kraftwerkstechnik

Neben technologischen Aspekten können nachhaltigere, suffiziente Lebens- und Wirtschaftsmodelle zu einer Steigerung der Energieeffizienz beitragen. Regionale Wertschöpfungskreisläufe oder eine nachhaltige verkehrsvermeidende Stadt- und Quartiersplanung mit hohen energetischen Gebäudestandards werden in diesem Kontext verstärkt diskutiert. In bestehenden Siedlungs- und Wirtschaftsstrukturen verlaufen die Veränderungen hin zu einem integrierten lokalen oder regionalen Energiesystem jedoch allerdings nur langsam und punktuell. In neu gebauten Quartieren und Städten können hingegen bereits schnell große Erfolge erzielt werden.

Nachhaltige, energieeffiziente Stadt- und Quartiersplanung

3.2.3 Greentech Potenziale in der Metropole Ruhr

In der stark verdichteten Metropole Ruhr, ergeben sich insbesondere aufgrund der räumlichen Nähe von Erzeugern und Verbrauchern besonders große Potenziale für die Entwicklung von Energieeffizienzlösungen. Vor dem Hintergrund der hohen Industrie- und Bevölkerungsdichte besteht einerseits eine Reihe von Anknüpfungspunkten für punktuelle Energieeffizienzsteigerungen im Betrieb oder im Haushalt. Auf der anderen Seite wird der Branchentrend der sektorenübergreifenden Energienutzung bereits heute in der Metropole Ruhr realisiert und Projekte zur systemübergreifenden Energieeffizienzsteigerungen neu gedacht.

Hohe Energieeinsparpotenziale in der Metropole Ruhr

Schwerpunkt in der Energieeffizienz von Gebäuden

Der Teilmarkt Energieeffizienz ist in der Metropole Ruhr maßgeblich durch Aktivitäten im Bereich der Energieeffizienz von Gebäuden geprägt (wmr Greentech-Datenbank, 2017). Allerdings ist der Teilmarkt in NRW im Bundesvergleich unterdurchschnittlich spezialisiert und bleibt im Wachstum zurück (Lühr, et al., 2015). Daneben stellen die beiden Marktsegmente branchenübergreifende Komponenten und Energieeffiziente Produktion wichtige Säulen des Teilmarkts dar. Dem Marktsegment Energieeffizienz von Geräten kommt eine vergleichsweise geringe Bedeutung zu. Regionale Schwerpunkte lassen sich im Kreis Recklinghausen, im Kreis Wesel, in Essen, Duisburg und Hamm identifizieren (wmr Greentech-Datenbank, 2017).

Vorreiter für Energieeffizienz im Quartier

Die Energieeffizienzsteigerung auf lokaler Ebene, d.h. Quartieren oder Gewerbegebieten ist eines der Leitthemen in der Metropole Ruhr. Stellvertretend hierfür steht allen voran das Projekt *„InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop“* und das 2016 gestartete *„InnovationCity roll out“*. Ziel des nunmehr von der Modellstadt Bottrop auf 20 ausgewählte Quartiere ausgedehnten Vorhabens ist die Steigerung der Energieeffizienz durch die energetische Modernisierung von Gebäuden und eine ganzheitliche Quartiersentwicklung. Die regionalen Akteure konnten hier bereits umfangreiche Erfahrungen sammeln. In der Modellstatt Bottrop erfolgt die energetische Sanierung drei Mal schneller als im Rest der Republik (Stadt Bottrop, 2016). Parallel dazu werden alternative Energiekonzepte umgesetzt. Beispielweise wurde unter Federführung des Gas- und Wärme-Institutes der Einbau und Betrieb von 100 Mikro-KWK-Anlagen in Bottroper Haushalten vorangetrieben (Regionalverband Ruhr, 2017). Weitere Beispiele für dieses Kompetenzfeld sind Projekte, wie die *„Gartenstadt der Zukunft“* oder *„Energetische Quartierstypen“*, die im Zuge des Rahmenprogramms *„Energiewende Ruhr“*, einer gemeinsamen Initiative der Stiftung Mercator, des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie und des Kulturwissenschaftlichen Instituts Essen, gefördert werden (Stiftung Mercator, 2014).

Energieeffizienz in Gewerbegebieten und der Industrie

Durch eine systemische Wirtschafts- und Energiebetrachtung können insbesondere auch in den Bereichen Wohnen und Gewerbe beachtliche Energieeffizienzsteigerungen erzielt werden. Moderne, digital gestützte Konzepte berücksichtigen u.a. Aspekte, wie die Smart Factory, Industrie 4.0, Photovoltaik, Abwärme, Flottensharing oder Elektromobilität. In der Stadt Dortmund entstand unter diesen Vorzeichen vor kurzem ein neues *„Kompetenzzentrum für Smart Home & Smart Living, Smart Cities, Smart Building und das Internet of Things"* (Dortmund, 2016). Große Energieeinsparpotenziale ergeben sich darüber hinaus vor allem durch eine Sektorenkopplung im industriellen Sektor, etwa an der Schnittstelle zwischen Energie- und Stahlerzeugung sowie den Chemieunternehmen der Region. Mit den in der Region beheimateten Akteuren der Stahl- oder der hochgradig energieintensiven Chemieindustrie verfügt die Metropole Ruhr in diesem Feld über spezifische Kompetenzen. Der Verbundstandort Chemiepark Marl ist mit rund 13 nationalen und internationalen Unternehmen einer der größten Chemieparks in Europa. An solchen Modellstandorten werden bereits heute Verfahren zur signifikanten Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz eingesetzt und weiter erprobt. In diesem Kontext kann die Region außerdem mit ihrem sehr dichten Fernwärme-Netz besondere Potenziale in der Kraft-Wärme-Kopplung vorweisen. Mit der RWE-Anlage in Niederaußem oder der Uni Duisburg-Essen-Anlage im STEAG-Kraftwerk gilt das Ruhrgebiet als Modellregion für KWK in Europa (Görner, 2015). Aktuell wird durch das Unternehmen Uniper das neue Steinkohlekraftwerk Datteln 4 mit einem Nettowirkungsgrad von über 45 Prozent gebaut. Es gilt als eines der modernsten Steinkohlekraftwerke der Welt. Im Zuge der gleichzeitigen Stilllegung anderer Kraftwerke wird nach Plänen des Anlagenbetreibers Energie und CO_2 eingespart (Uniper SE, 2017) (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017).

Kompetenz im Bereich der ökologischen Transformation

Ausgehend von der monostrukturierten Kohle- und Stahlregion und den damit verbundenen Lock-In-Effekten, hat sich die Metropole Ruhr im Zuge des Strukturwandels zunehmend eine ganzheitlich, systemische Perspektive angeeignet. Bei dem erklärten Ziel einer diversifizierten Wirtschaftsstruktur kommt möglichen Synergieeffekten ein hoher Stellenwert zu. Daneben wird auch das Zusammenwirken der unterschiedlichen Lebensbereiche, wie Arbeit, Wohnen oder Mobilität bedacht. Die Kompetenzen im Bereich einer ganzheitlichen ökologischen Transformation wurden u.a. mit der internationalen Bauausstellung *„IBA Emscherpark“*, dem Emscher Landschaftspark oder dem Umbau des Emschersystems ausgebaut und zeigen sich ganz aktuell in der Auszeichnung Essens als *„Grüne Hauptstadt Europas 2017“* (Stadt Essen, 2016). Mit Projekten, wie dem neuen Radschnellweg Ruhr (RS1) oder der Neuaufstellung des Regionalplans, mit einer dauerhaften Integration von klimarelevanten Aspekten in Planungsprozesse (difu, 2015), wird eine nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung forciert. Als übergreifendes Projekt ist in diesem Kontext auch die *„klimametropole RUHR 2022“* mit den Themenfeldern Energie, Mobilität, Wirtschaft, Stadt, Landschaft, Wasser, Wissen und Kultur zu nennen, die ein gesamtgesellschaftliches Bewusstsein für Klimaschutz, Energieeffizienz und Erneuerbare Energien als wichtige Wirtschaftsfaktoren adressiert (Regionalverband Ruhr, 2017).

Wissenschaftliche Potenziale

Die Metropole Ruhr verfügt im Feld der Energieeffizienz über eine Vielzahl wissenschaftlicher Akteure, die den Wandel zu einer nachhaltigeren Gesellschaft und Wirtschaft begleiten und vorantreiben. Neben einer Reihe technologisch orientierter Forschungseinrichtungen, wie dem Institut für Energiesysteme, Energieeffizienz und Energiewirtschaft der TU Dortmund oder dem Lehrstuhl für Energietechnik an der Universität Duisburg-Essen, spielen hier auch die planerischen Institute, beispielsweise die der Fakultät für Raumplanung der TU Dortmund oder das Institut für Stadt- und Regionalentwicklung GmbH (InWIS), eine wichtige Rolle. Einige für den Teilmarkt relevante wissenschaftliche Akteure sind in der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft[14] vereint. Die Institute erforschen den Wandel von der Industrie- zur Wissensgesellschaft. Darüber hinaus sind weitere Einrichtungen, wie die in Essen ansässige private, unabhängige Mercator Stiftung mit dem Themenschwerpunkt Klimawandel für den Teilmarkt bedeutsam.

Spezifische IT-Kompetenzen der Metropole Ruhr

Im Zuge der verstärkten Bedeutung der Digitalisierung sind vor allem die wissenschaftlichen IKT-Kompetenzen der Metropole Ruhr, u.a. an den Standorten Dortmund und Bochum als besonderes Potenzial zu benennen. Hierzu zählen im wissenschaftlichen Feld zum Beispiel das Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit (RUB Bochum), die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dortmund. Darüber hinaus existieren in der Metropole Ruhr eine Reihe unternehmerischer IT-Kompetenzträger, u.a. im Bereich der Softwareentwicklung. Hier wären beispielsweise die adesso AG und die tegos GmbH aus Dortmund, die Celano GmbH aus Bottrop zu nennen. Unternehmen wie QASS aus Wetter an der Ruhr verschmelzen IT Kompetenzen mit Verfahrens- und Messtechnik ((Brandt et. al, 2016).

Energieeffizienz Netzwerke

Die Aktivitäten im Bereich der Energieeffizienz werden strategisch in Netzwerken und Clustern gebündelt. Hierzu zählen etwa das interdisziplinäre Netzwerk *„Energieeffizienz Ruhr“*, angesiedelt am Institut für Energiesysteme, Energieeffizienz und Energie-

[14] DST — Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme, IKT — Institut für Unterirdische Infrastruktur, ILS — Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung, IUTA — Institut für Energie- und Umwelttechnik, IWW — Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung, RIF — Institut für Forschung und Transfer, STI — Salomon Ludwig Steinheim-Institut für deutsch-jüdische Geschichte, ZBT — Zentrum für BrennstoffzellenTechnik, ZfTI — Stiftung Zentrum für Türkeistudien und Integrationsforschung (Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft, 2016).

wirtschaft der TU Dortmund und eines von insgesamt sechs regionalen Innovationsnetzwerken (RIN) in Nordrhein-Westfalen (TU Dortmund I. f., 2017). Das von der IHK Mittleres Ruhrgebiet betreute Netzwerk *"Pro Energieeffizienz Mittleres Ruhrgebiet"* unterstützt mit dem Lehrstuhl für Energiesysteme und Energiewirtschaft der Ruhr-Universität Bochum (RUB) und der Energieagentur NRW die regionalen Unternehmen beim Einstieg in das Themenfeld Energiemanagement und Effizienzsteigerung (IHK Mittleres Ruhrgebiet, 2016). Darüber hinaus bestehen weitere Aktivitäten, wie das Energieeffizienz-Netzwerk *„gr-EEN Westfalen-Ruhr"* oder das am Chemiestandort in Oberhausen gegründete Energieeffizienz-Netzwerk *„ChePap Rhein-Ruhr"*. Die Netzwerkpartner sind elf energieintensive Produzenten der Chemie- und Papierindustrie in der Region Rhein-Ruhr[15]. Die Akteure zielen auf Effizienzsteigerungen in industriellen Prozessen und die damit verbundene Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Produktion ab.

3.2.4 Markteintrittschancen und Nischen für Unternehmen aus der Metropole Ruhr

Systemlösungskompetenz im Energiemanagement

Für eine konsequente Verringerung des CO2-Austoßes ist neben dem Ausbau der Erneuerbaren Energien vor allem die Steigerung der Energieeffizienz unabdingbar. Die Metropole Ruhr verfügt im Handlungsfeld der Energieeffizienz aufgrund der räumlichen Nähe von Erzeugern und (energieintensiven) Verbrauchern über sehr gute Chancen. Energie ist der universelle Faktor in allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen. In den Fokus sollte daher die Entwicklung einer ganzheitlichen, umwelttechnologischen Systemlösungskompetenz gerückt werden. Vor dem Hintergrund der siedlungs- und wirtschaftsstrukturellen Voraussetzungen ergeben sich besondere Möglichkeiten in den Bereichen energieeffiziente Quartiersentwicklung und in der Industrie. Das Handlungsfeld ist mit den Chancen im Bereich intelligenter Netze und Speichertechnologien verknüpft.

Technologien und Planungskompetenz für die Smart City

Im Kontext der Smart City ergeben sich besondere Marktnischen beispielsweise für Unternehmen im Bereich der energieeffizienten Gebäude. Neben den traditionellen Segmenten der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik ist vor allem mit einer starken Entwicklung im Bereich der Gebäudeautomatisierung (Smart Meter) zu rechnen. Als besonders dynamischer Markt ist hier China zu nennen, wo ein umfassender Stadt- und Siedlungsneubau erfolgt. Neben dem Bereich Gebäudetechnik und -komponenten ergibt sich im Zuge energieeffizienter Quartiersentwicklung auch eine Nachfrage nach planerischen Dienstleistungen, die Lösungen für eine räumliche Reorganisation und die Gestaltung von Wohnen, Arbeiten, Bildung, Kultur und Freizeit bieten. Weitere Marktchancen liegen im Feld neuer, effizienzfördernder Geschäftsmodelle, beispielsweise bei der Transformation von Energieversorgern zu Energiedienstleistern oder der Einbindung dezentraler Akteure.

Anbieter für die energieeffiziente, gekoppelte Produktion

In der industriellen Produktion können höhere Wirkungsgrade durch eine Verzahnung der Sektoren und effizienten Nutzung der Stoffströme erzielt werden. Neben den vorhandenen Chancen zur Ausweitung der Kraft-Wärme-Kopplung ergeben sich für die Metropole Ruhr hier besondere Entwicklungsmöglichkeiten durch die große Bedeutung der chemischen Industrie. Die in diesem Feld erprobten bzw. in Entwicklung befindlichen Lösungen, z.B. aus der Mess- und Regeltechnik und dem Anlagenbau, können die Unternehmen aus der Metropole Ruhr weltweit bei der Errichtung moderner Industrieanlagen zum Einsatz bringen.

---

[15] OXEA GmbH (Oberhausen), Topas Advanced Polymers GmbH (Oberhausen), Arsol Aromatics GmbH & Co.KG (Gelsenkirchen), Dralon GmbH (Lingen), SABIC Polyolefine GmbH (Gelsenkirchen), Versalis Deutschland (Eschborn), Martinswerk (Bergheim)

Die Steigerung der Energieeffizienz wird darüber hinaus international auch in klassisch etablierten Anwendungsfeldern vorangetrieben. Für die Akteure aus der Metropole Ruhr, die über eine hohe Kompetenz im Bereich des industriellen Anlagenbaus und -optimierung verfügen, eröffnen sich damit ebenfalls weitere Marktpotenziale. Hierzu zählt einerseits die IT-gestützte Prozessoptimierung bestehender Industrieanlagen, wie Kraftwerke oder Stahlhütten. Andererseits wird in Ländern, wie Polen, der Türkei, der Ukraine oder der Balkanregion noch auf klassische, fossile Kraftwerkstechnologien gesetzt. Die Unternehmen aus dem Ruhrgebiet verfügen in diesem Feld, mit hochentwickelten und qualitativ fortschrittlichen Technologien und Anlagen, weiterhin über Wettbewerbsvorteile.

Ausnutzung des technologischen Vorsprungs in klassischen Bereichen

3.3 Rohstoff- und Materialeffizienz

3.3.1 Überblick globale Absatz- und Wachstumsmärkte

Greentech Aufgabe Sinkender Rohstoffverbrauch

Der Verbrauch von Ressourcen pro Kopf übersteigt die verfügbare Biokapazität in einigen Ländern der Erde um das Sechsfache (WWF, 2016, S. 26). Deutschland zählt dabei als dicht besiedeltes Industrieland zu den Ländern mit einem besonders großen ökologischen Fußabdruck. Die Reduktion des Rohstoffverbrauches und der effiziente Einsatz von Materialien ist somit einer der Schlüsselfaktoren auf dem Weg in eine nachhaltige Wirtschafts- und Lebensweise in Deutschland. Dabei geht es nicht nur um eine Entkopplung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum, sondern um die absolute Senkung der eingesetzten Ressourcen, beziehungsweise deren Substitution durch nachwachsende Rohstoffe. Gleichzeitig bieten sich für Unternehmen Chancen ihre Kosten zu senken und unabhängiger von schwankenden Rohstoffpreisen agieren zu können.

	Rohstoff- und Materialeffizienz
	Wachstum nach Roland Berger (GreenTech made in Germany) 2013-2025 um jährlich 7,8 % in D 119 Unternehmen in der Metropole Ruhr/ knapp 6.800 Beschäftigte
Generelle Branchentrends	➢ Weltmarktvolumen im Jahr 2013: 367 Milliarden Euro (Jährliche Wachstumsrate von 8,1 %: 2025 bei 934 Milliarden) ➢ Steigender Pro-Kopf-Verbrauch von Rohstoffen bei wachsender Weltbevölkerung ➢ Große Importabhängigkeit für bestimmte Rohstoffe ➢ Politisches Ziel der Entkopplung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum ➢ Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Bioökonomie und Verbundwerkstoffe) ➢ Zunehmende Bedeutung der Nanotechnologie ➢ Steigende Unsicherheiten im internationalen Rohstoffmarkt- Unabhängigkeit von globalen Preisschwankungen/-entwicklungen durch Effizienz ➢ Die Wertschöpfung findest entlang eines stofflichen Kreislaufes statt – Die Vernetzung aller Akteure gewinnt an Bedeutung bei der Frage nach Ressourceneffizienz ➢ Steigende Notwendigkeit der Prävention vor Naturkatastrophen
Kunden/ Nachfragebranchen	Bestehende: ▪ Sowohl in der Industrie als auch Dienstleistung ist Ressourceneffizienz zunehmend von Bedeutung ▪ Internationaler Vertrieb von Beratungsleistungen und/oder hocheffizienten Anlagen Potentielle: ▪ zunehmende Nachfrage nach Verfahren, Organisationsformen und Technologien zur Effizienzsteigerung in nahezu allen Branchen ▪ Die öffentliche Hand erhöht vielerorts Ihre Ausgaben in klimaangepasste Infrastrukturen
Geografische Marktregionen	▪ Unterstützung von Entwicklungsländern bei der Ökologisierung der Fördertätigkeiten in Bergwerken ▪ Auswirkungen des Klimawandels sind in vielen Regionen deutlich zu spüren; v.a. in Schwellenländern können deutsche Unternehmen mit Planungs- und Beratungsleistungen im Bereich Naturschutz und Landschaftspfle-

	ge aktiv werden. ▪ Starker Export von Anlagentechnik für die Abfallwirtschaft aus NRW nach China ▪ Hinsichtlich einer effizienten Produktion verändert sich China derzeit nur schwerfällig. Zwar werden Versuche unternommen effizienter zu produzieren, jedoch sind die staatlichen Anreizsysteme auf eine Überschussproduktion ausgelegt. Zum Beispiel wird in der Stahlindustrie viel „auf Halde“ produziert. Energie- und Materialeffizienz bringen den Betreibern der Stahlwerke keinen finanziellen Mehrwert (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017).
Wettbewerber	▪ Im Bereich der Material- und Ressourceneffizienz sind deutsche Unternehmen häufig Vorreiter, schützen aber Informationen über identifizierte Einsparpotenziale vor Wettbewerbern.
Marktrelevante Einflussfaktoren	▪ Politische Unsicherheiten in Ländern der Rohstoffförderung sowie hohe Konzentration der Weltrohstoffproduktion auf wenige und z. T. instabile Länder (z.B. Nigeria und Irak) ▪ Effizienzstrategie der Bundesregierung (Rohstoffsicherheit ist für die deutsche Wirtschaft existenziell – hohe Bedeutung von Effizienzmaßnahmen auch politisch anerkannt) ▪ Förderung von FuE im Bereich Rohstoffeffizienz/Bioökonomie ▪ Digitalisierung – sowohl Treiber des Rohstoffverbrauches als auch Enabler zur Effizienzsteigerung ▪ langfristig steigende Rohstoffpreise ▪ steigendes Bewusstsein für die Notwendigkeit zu präventiven Maßnahmen im Bereich Naturkatastrophen
Marktpotenziale	▪ Global zunehmende Bedeutung ▪ In D geschätzt durchschnittlich 20% Einsparpotenzial bei den Materialkosten in der Produktion ▪ Mehr Potenziale im verarbeitenden Gewerbe als bei Dienstleistungen ▪ Beratungsangebote zum Aufzeigen von Potenzialen sind nachgefragt ▪ IT-Dienstleistungen zur intelligenten Steuerung werden vermehrt nachgefragt
Chancen/ Risiken	Chancen: ▪ Das Potenzial für effiziente Fertigungsanlagen und deren Betrieb und Verkauf wird sich voraussichtlich positiv entwickeln Risiken: ▪ Der Anbau nachwachsender Rohstoffe steht in Konkurrenz zu Nahrungsmittel und Naturschutz ▪ Verwertung von komplexen Verbundmaterialien kann schwierig werden

Quelle: Eigene Abbildung nach (BMUB, 2015) (Deutscher Bundestag, 2016) (Dr. Jahns, 2016) (EU, 2015) (Roland Berger, 2014) (Jacob, Werland, & Münch, 2013) (Wilts H. , 2016)

3.3.2 Ausgewählte Branchentrends und damit verbundene Marktentwicklungen

Politisch	Ökonomisch	Sozial	Technologisch
▪ Regulierungen aus dem Umwelt- und Naturschutz bedingen eine zunehmende Rohstoff- und Materialeffizienz. ▪ Rohstofflagerstätten konzentrieren sich vor allem in politisch instabilen Ländern. ▪ Es besteht eine „interessengeleitete Rohstoffpolitik“ einzelner Lieferländer.	▪ Die mittlerweile anerkannte Endlichkeit der Ressourcen befördert ökonomisches Denken. ▪ Starke Preisschwankungen erschweren die Kalkulation wenn große Mengen Rohstoffe benötigt werden. ▪ Investitionen in eine höhere Materialeffizienz zahlen sich häufig kurzfristig aus. ▪ Effizienztechnologien ermöglichen Kosteneinsparungen und verbessern daher die Marktchancen.	▪ Die Gewinnung von Primärrohstoffen ist mit einer Zerstörung von Ökosystemen und dem Verlust der Ökosystemdienstleistung verbunden. ▪ Die Arbeitsbedingungen bei der Gewinnung von Primärrohstoffen sind häufig durch prekäre Beschäftigungsverhältnisse charakterisiert.	▪ Forschung zu Erneuerbaren Materialien zur Substitution von herkömmlichen Rohstoffen, u.a. recycelbare Materialien (z.B. CFK), Hybridwerkstoffe, Naturbasierte Materialien (Holzfaser u. äh.). ▪ Forschung zu Prozess-, Verfahrens- und Produktinnovationen, u.a. 3D-Druck und Bionik. ▪ Forschung zur Verlängerung der Produktlebensdauer.

Ökonomischer Faktor als Treiber

Der effiziente Einsatz von Rohstoffen sowie die Substitution begrenzt verfügbarer und dadurch teurer Materialien, gewinnt von den in Kapitel 2 skizzierten Hintergründen zunehmend an Bedeutung. Dabei wirken vor allem schwankende, und auf lange Sicht steigende Rohstoffpreise (vgl. Abb. 5) sowie die Sicherstellung der Versorgungssicherheit als Innovationstreiber. Laut Eurobarometer 2015 gaben 65 Prozent der befragten KMUs an, dass Kostensenkung der Hauptmotivator für Maßnahmen im Hinblick auf eine gesteigerte Ressourceneffizienz war (EU, 2015, S. 5). Dabei geht es sowohl um die stetige Verbesserung von betrieblichen Abläufen, Prozessen und Verfahren, als auch um den Einsatz neuer Werkstoffe.

Ökologischer Faktor als Treiber

Gleichzeitig kann, unter bestimmten Voraussetzungen, eine gesteigerte Rohstoff- und Materialeffizienz die Entkopplung von Ressourceneinsatz und Wirtschaftswachstum ermöglichen und die zum Teil gravierenden Umweltbelastungen bei der Gewinnung von Rohstoffen minimieren. Dieser Aspekt ist im Hinblick auf gesteigerte wirtschaftliche Aktivitäten in Entwicklungs- und Schwellenländern von zentraler Bedeutung (Jacob, Werland, & Münch, 2013, S. 6). Für Deutschland stellt die Bundesregierung fest, dass Innovationen im Bereich der Effizienz nachhaltig Beschäftigung sichern (Deutscher Bundestag, 2016, S. 4). In Deutschland zählt daher die Förderung der Materialforschung für eine nachhaltigen Entwicklung und Wirtschaft zu den wesentlichen Säulen der Innovationsförderung im Rahmen der neuen Hightech-Strategie (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2015). Darüber hinaus wirken Vorgaben der europäischen Union sowie deren Einfluss auf die nationale Gesetzgebung als weitere Triebkraft für die Entwicklung und Implementierung von Effizienztechnologien[16].

Maßnahmen der Materialeffizienz

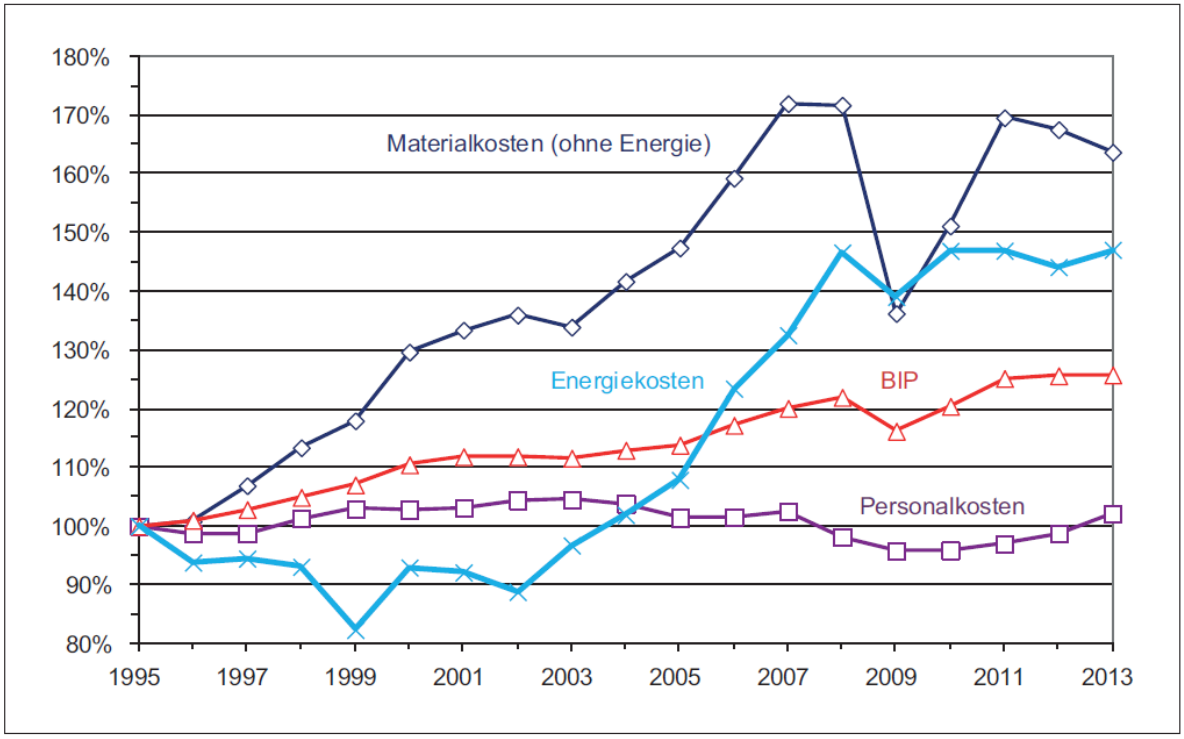
Maßnahmen zur Erhöhung der Materialeffizienz können in sieben Kategorien unterteilt werden (Techert, 2012, S. 4):

- Minderung des Materialverbrauchs
- Substitution von Materialien
- Erhöhung der Ausbeute/Verringerung des Ausschusses
- Optimierungen im Produktionsprozess
- Verringerung des Energieverbrauches (vgl. Teilmarkt Energieeffizienz)
- Nutzungsorientierte Optimierung (s.u. ÖkoDesign)
- Neue Produktfunktionen

Die Umsetzung von Maßnahmen im Bereich der Effizienz bedarf einer genauen Abwägung der (monetären) Einsparpotenziale und der mit einem Material oder veränderten Prozess verbundenen Risiken. Eine Steigerung der Materialeffizienz oder die Substitution eines Materials kann Beschaffungsrisiken mindern. Demgegenüber stehen jedoch die Risiken, die durch erhöhte Aufwendungen im FuE Bereich und in der Testphase neuer Produkte und Prozesse entstehen.

16 Die 2008 neugefasste Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG sieht die Abfallvermeidungsprogramme vor, in denen Vermeidungsziele und Maßnahmen zur Umsetzung angegeben werden sollen. Die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG integriert bereits ressourcenschutzbezogene Anforderungen, sollte aber in-soweit noch ausgeweitet werden. Nach Art. 3 Abs. 1 i. V. m. Anhang I der 2011 erlassenen EU-Bauprodukte-VO 305/2011 ist die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen eine der Grundanforderungen an Bauwerke (Jacob K. e., 2015, S. 12).

Abb. 5: Preisbereinigte Kostenentwicklung im Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands



Quelle: (Fraunhofer ISI, 2016, S. 5)

Trend des Öko-Design

Das Produktdesign, als Vorstufe zur Produktion eines Produktes, gewinnt zunehmend an Bedeutung. Grundvoraussetzung hierfür ist die in den Fokus gerückte Betrachtung des gesamten Produktlebenszyklus. Ziel eines nachhaltigen Produktdesigns ist es, den *„ökologischen Rucksack“* eines Produktes zu erleichtern. Dies kann beispielsweise durch den Einsatz Erneuerbarer Rohstoffe, eine hohe Haltbarkeit, Reparatur- und Recyclingfähigkeit oder die Senkung des Energieeinsatzes in der Produktion und unter Nutzung bedeuten (UBA, 2017). Deutlich werden solche Effizienzgewinne für den Endkunden beispielsweise durch die Energieeffizienzkennzeichnung an elektrischen Geräten und können so direkt zum Verkaufsargument werden (UBA, 2013).

3.3.3 Greentech Potenziale in der Metropole Ruhr

Vergleichsweise kleiner Teilmarkt

Die Rohstoff- und Materialeffizienz ist gemessen an der Zahl der identifizierten Greentech-Unternehmen ein vergleichsweise kleiner Teilmarkt im Bereich der Umweltwirtschaft im Ruhrgebiet (wmr Greentech-Datenbank, 2017). Allerdings darf hier nicht vergessen werden, dass viele Unternehmen eventuell nicht explizit auf die grüne Komponente der Ressourceneinsparung hinweisen, ihre Produktionsprozesse aber aus wirtschaftlichen Notwendigkeiten heraus möglichst ressourceneffizient gestalten. Daraus ergeben sich Innovationen im Prozess oder bei Produkten, die die Effizienz der Prozesse steigern ohne im Teilmarkt Rohstoff- und Materialeffizienz benannt zu werden.

Aktivitäten hinsichtlich ressourceneffizienter Produktionsverfahren

Verschiedene Akteure in der Metropole Ruhr beschäftigen sich mit der Förderung und Erprobung von ressourceneffizienten Produktionsverfahren. Dazu zählen u.a. Leistungen und Maßnahmen zur Identifikation und Realisation von Einsparpotenzialen in produzierenden Unternehmen, wie beispielsweise „ÖKOPROFIT“. Beratungsleistungen wie sie die efa+ (Effizienzagentur NRW) oder die Technologieberatungsstelle des DGB in

NRW (TSB) anbieten, sind ein weiterer wichtiger Baustein bei der Reduktion des Ressourceneinsatzes in den Betrieben. Relativ kostengünstige Effizienzchecks wie der geförderte PIUS-Check mit Kosten unter 10.000 Euro können dabei häufig einen Anstoß im Unternehmen bewirken, der dann weitere Effizienzprüfungen und -maßnahmen zur Folge hat (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017).

Potenziale in der Materialforschung

Für die Metropole Ruhr lassen sich darüber hinaus im Bereich der Wissenschaft spezifische Kompetenzen der Materialforschung und -entwicklung identifizieren. Bei der Entwicklung ressourcenschonender Produkte, gemäß dem Trend des Öko-Design sind vertiefende Kenntnisse über die spezifischen Eigenschaften der eingesetzten Materialen von zentraler Bedeutung. Dies betrifft z.B. die elektrischen und magnetischen Besonderheiten, den Widerstand gegen mechanische Beanspruchung und das Formgedächtnis, das chemische Verhalten oder die Oberflächenbeschaffenheit. So finden z.B. Metalle mit Erinnerungsvermögen Anwendung in der Raumfahrt, der Medizintechnik und dem Automobilbau und maßgeschneiderte Oberflächen verbessern die katalytischen Eigenschaften von Materialien oder ihre Bioverträglichkeit. Bereits 1997 haben sich Ingenieure und Naturwissenschaftler der Ruhr-Universität Bochum zu einem interdisziplinären Materialforum zusammengeschlossen, um Synergien bei der Erforschung verschiedener Werkstoffe und deren spezifischer Eigenschaften zu erzielen. Seit 2009 bildet das Materials Research Department (MRD, ehemals "Integrity of Small-Scale Systems IS³/High-Temperature Materials HTM") die Plattform für die interdisziplinäre Materialforschung an der RUB. Aus diesen interdisziplinären Forschungsaktivitäten haben sich u.a. die internationale Max Planck Research School for Surface and Interface Engineering in Advanced Materials (IMPRS SurMat) sowie das Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS) entwickelt. Auch der Deutsche Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. (DVM) arbeitet eng mit Partnerinstitutionen aus dem Ruhrgebiet zusammen. Zu diesen zählen neben dem Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen mit Sitz in Dortmund auch die Brunel Car Synergies GmbH (Bochum) und die Siemens AG Power Generation (Mülheim an der Ruhr). Der unternehmerische Besatz ist in diesem strategisch wichtigen Handlungsfeld allerdings unterdurchschnittlich repräsentiert.

3.3.4 Markteintrittschancen und Nischen für Unternehmen aus der Metropole Ruhr

Rohstoff- und Materialeffizienz durch Industrie 4.0

Die Metropole Ruhr kann insbesondere in ihrem industriellen Kompetenzfeld das Marktsegment der materialeffizienten Produktionsverfahren weiter ausbauen. Ein Schlüsseltrend ist in diesem Kontext die Industrie 4.0. Durch die IT-gestützte Optimierung von Produktionsverfahren im Zuge der Digitalisierung und Vernetzung von Anlagen bzw. Wertschöpfungsstufen, lassen sich enorme Energie- und auch Rohstoff- und Materialeinsparpotenziale generieren. Gemeinsam mit den Unternehmen des produzierenden und der regionalen IT-Branche können Lösungen für eine nachhaltigere, ressourcenschonende Produktion zur Produktreife gebracht und international vermarktet werden.

produktorientierte FuE-Projekte für ressourceneffiziente Materialien

Darüber hinaus können die regionalen Kompetenzen im Bereich der Materialforschung zielführend zur Entwicklung rohstoff- und materialeffizienter Produkte genutzt werden. In diesem Kontext gilt es Unternehmen aus den Marktsegmenten der Materialeffizienten Produktionsverfahren sowie dem Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe mit den technologisch hoch entwickelten Forschungseinrichtungen im Kontext produktorientierter Entwicklungsprojekte zu vernetzen.

3.4 Nachhaltige Mobilität

3.4.1 Überblick globale Absatz- und Wachstumsmärkte

Greentech Aufgabe Mobilitätswende gestalten

Im Transport Outlook der OECD wird bis 2050 ein Wachstum des Personenverkehrs zwischen 120 und 230 %[17] prognostiziert, parallel dazu steigt das Frachtaufkommen im Güterverkehr zwischen 230 und 420 % (OECD, 2015). Gleichzeitig kommt dem Verkehrssektor eine entscheidende Rolle bei der Ökologisierung der Wirtschaft zu, da auf Ihn etwa ein Fünftel der globalen CO2-Emissionen entfällt. Gleichzeitig ist Mobilität aber ein zentrales Bedürfnis der Menschen und die globale Arbeitsteilung moderner Volkswirtschaften ist ohne funktionierenden Warenverkehr nicht vorzustellen. Ziel der Aktivitäten des Leitmarktes Nachhaltige Mobilität ist daher die Reduktion des CO2 Ausstoßes und des Energieverbrauches sowie die Entkopplung der Mobilität von fossilen Energieträgern.

Nachhaltige Mobilität	
	Wachstum nach Roland Berger (GreenTech made in Germany) 2013-2025 um jährlich 8,7 % in D 288 Unternehmen in der Metropole Ruhr/ knapp 43.000 Beschäftigte
Generelle Branchentrends	➢ Weltmarktvolumen im Jahr 2013: 315 Milliarden Euro (Jährliche Wachstumsrate von 9,6 %: 2025 bei 944 Milliarden) ➢ Gleichbleibend hohe Bedeutung von Schienenfahrzeugen und –infrastruktur im Bereich der nachhaltigen Mobilität ➢ Steigende Bedeutung alternativer Antriebstechnologien (*„klassische“* Elektromobilität, Brennstoffzelle, Hybrid), die in den nächsten Jahren verstärkt in die Massenproduktion gehen werden. ➢ Zunahme von Mobilitätsdienstleistungen ➢ Erleichterung von Multimodalen Wegeketten durch smart Mobility ➢ Betriebliches Mobilitätsmanagement ➢ Car-/Bikesharing Konzepte ➢ Verstärker Einsatz Erneuerbarer Kraftstoffe (Bioethanol, Biokerosin) ➢ Technologien zur Effizienzsteigerung (Leichtbau, Effizienzsteigerung von Verbrennungsmotoren) ➢ Anpassung von Verkehrsinfrastruktur und Verkehrssteuerung (ÖPNV Bevorrechtigung, Fahrradwege, Ladestationen etc.)
Kunden/ Nachfragebranchen	<u>Bestehende:</u> ▪ Kommunale und privatwirtschaftliche Verkehrsbetriebe ▪ Privatpersonen ▪ Unternehmen ▪ Güterverkehr <u>Potentielle:</u> ▪ Verstärkt nachhaltige Mobilität im Handel ▪ Energiewirtschaft ▪ Bereitstellung von CO2 neutraler Energie für die Mobilität ▪ Fahrzeuge als Volatilitätsspeicher
Geografische Marktregionen	▪ Insgesamt hohe Exportorientierung ▪ Dienstleistungen im ÖPNV von Natur aus regional ausgerichtet, Export von Fahrzeugen nur im beschränkten Maße (die teuren Produkte entsprechen nur bedingt den Möglichkeiten in Entwicklungs- und Schwellenländern) ▪ Insbesondere der chinesische Markt ist Wachstumsmarkt für alternative Antriebstechnologien
Wettbewerber	▪ Leichtbau: China, Südostasien; Elektroantriebe: Japan, USA; Hybridantriebe: Japan; Biokraftstoffe: USA, Brasilien ▪ Zunehmendes Interesse von großen IKT-Unternehmen an Mobilitätsthemen
Marktrelevante Einflussfaktoren	▪ Internationale, nationale sowie regionale Regulierungsvorschriften zur CO2- und Schadstoffreduzierung und zum Klimaschutz (Umweltzonen, Durchfahrverbote, City-Maut, beschränkter Autobesitz etc.)

[17] Je nach den künftigen Treibstoffpreisen und der städtischen Verkehrspolitik. Für dieses Wachstum sind Nicht-OECD-Länder verantwortlich, in denen das Passagieraufkommen voraussichtlich zwischen 240 und 450 % steigen wird (ebd.)

	▪ Die Einführung neuer Technologien wird in einigen Staaten gefördert, etwa durch Kaufprämien, Steuervergünstigungen oder andere rechtliche Privilegien. ▪ In Deutschland ist Elektromobilität Teil der Hightech-Strategie sowie gesonderter Programme, wodurch Fördermittel für FuE Aktivitäten bereitstehen ▪ Marktliberalisierung im Personen- und Güterverkehr innerhalb der EU ▪ Kostenentwicklung von alternativen Antrieben insbes. Verglichen mit den Kosten fossiler Antriebsstoffe (Ölpreis) ▪ Ressourcenknappheit (bspw. bei der Herstellung von Batteriespeichern) ▪ Unklar, welche Antriebssysteme sich langfristig durchsetzen werden ▪ Bestehende Schwierigkeiten bei Speichertechnologien und Ladeinfrastrukturen
Marktpotenziale	▪ Neue Marktpotenziale ergeben sich insbesondere durch sektorenübergreifende Innovationen, wodurch die Branchengrenzen ggf. aufgehoben werden
Chancen/ Risiken	<u>Chancen:</u> ▪ Große Dynamik sowohl für nationalen als auch für internationalen Markt erwartet (Erneuerungsbedarf und Ausbau) ▪ Starke Expansion des weltweiten Verkehrssektors erwartet durch Bevölkerungswachstum, Wirtschaftswachstum und Globalisierung (bspw. abnehmende Fertigungstiefe der Unternehmen) ▪ Trend zur Urbanisierung und zunehmende Sensibilisierung für Umweltbelastungen / steigendes Gesundheitsbewusstsein erfordern leistungsfähige und schadstoffarme Mobilitätsangebote ▪ Trend zur nachhaltigen Stadt- und Raumentwicklung erfordert zuverlässige und schnelle Angebote außerhalb des MIV ▪ Zunahme des Online-Handels aber auch der urbanen Produktion erfordern insbesondere Lösungen für innerstädtischen Warenverkehr ▪ Möglichkeiten Normen und Standards für globale Infrastrukturen zu entwickeln <u>Risiken:</u> ▪ Konsequenzen für Fahrzeugbauer und Zulieferer, da alternative Antriebe weniger/andere Teile benötigen ▪ Der Verkehrssektor ist in hohem Maße von staatlichen Investitionen abhängig, insbesondere bei der Bereitstellung Infrastruktur. Im Betrieb kommen sowohl öffentliche, private als auch PPP-Modelle vor. ▪ Bedeutungsverlust von Nachhaltigkeitskriterien durch steigenden Einfluss von Klimawandelskeptikern ▪ Zunahme des Protektionismus könnte zu höherer Fertigungstiefe der Unternehmen und damit zu geringerem Güterverkehrsaufkommen führen ▪ 3D-Druck reduziert möglicherweise das Güterverkehrsaufkommen ▪ *„Henne-Ei-Problem“* bei neuen Antriebstechnologien – fehlende Infrastrukturen bremsen die Entwicklungen

Quelle: Eigene Abbildung nach (Spiegel, 2017) (Erling, 2015) (OECD, 2015) (Roland Berger, 2014)

3.4.2 Ausgewählte Branchentrends und damit verbundene Marktentwicklungen

Politisch	Ökonomisch	Sozial	Technologisch
▪ Politischer Konsens über das Erfordernis der Decarbonisierung des Verkehrssektors (Pariser Klimakonferenz, Klimaschutzplan 2050, 5 Jahresplan China,…). ▪ Politische Zielsetzung *„Verkehrsvermeidung, -verlagerung & -verbesserung“* ▪ Zunehmende Regulation des Verkehrssektors, insbesondere in urbanen Räumen (Stuttgart, London, Amsterdam sowie insbesondere die chinesische Ballungsräume z.B. Peking oder Shanghai). ▪ EU-Vorgabe zur Begrenzung der CO2-Emission für Fahrzeugflotten. ▪ Debatte über eine stärkere Internalisierung der Verkehrskosten, inkl. Einpreisung der Umweltkosten v.a. im Flugverkehr und im Wirtschaftsverkehr (Kompensation).	▪ Globalisierung und Spezialisierung sowie zunehmender Wachstum und Wohlstand bedingen eine drastische Zunahme des Wirtschaftsverkehrs. ▪ Wachsende regionale und globale Arbeitsteilung führt zu steigender (Pendler) Mobilität (MIV, Flugverkehr) ▪ Zunehmende Bedeutung des Online-Handels (KEP-Dienste) geht mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen in der Logistik einher Digitalisierung befördert neue Geschäftsmodelle im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen (z.B. UBER) ▪ Peak Oil erfordert Abkehr von konventionellen Antriebsformen (Erdöl- und Erdgas) ▪ Herstellung von Biokraftstoffen steht in Konkurrenz zu anderen Wirt-	▪ Individualisierung und differenzierte Lebensstilformen bedingen zunehmende Mobilität der Gesellschaft ▪ Global weiterhin zunehmende individuelle Motorisierung ▪ Steigendes Bewusstsein für Gesundheit und Ökologie vor allem bei junger Stadtbevölkerung und eine damit verbundene Veränderung des Mobilitätsverhaltens ▪ Zunehmende Popularität neuer Mobilitätsmodelle, wie Carsharing oder Mitfahrgelegenheiten (flinc) ▪ Große Fahrzeuge (SUV) als Statussymbol	▪ Verstärkte Forschung und Entwicklung im Bereich batterieelektrischer Antreibe ▪ Elektromobiler MIV (Privat-PKW und gewerbliche Flotten) im Übergang von der Pionier- in die Markthochlaufphase ▪ Zunehmend technologische Entwicklungen im Bereich der City-Logistik (Dronen, Elektromobilität, Lastenfahrräder) ▪ Alternative Fahrzeugtypen im ÖPNV (Hybridbusse, vollelektrische Busse) ▪ Verstärkte Forschung und Entwicklung im Bereich der Wasserstoffantriebe ▪ Autonomes Fahren ▪ Smarte Vernetzung umweltfreundlicher Verkehrsträger (Intermodalität) ▪ Datenbasierte Verkehrsoptimierung und -steuerung ▪ Sektorenübergreifende Vernetzung von Mobilität und Energie (Smart Grid),

▪ Politische Förderung alternativer Mobilitätsformen, insbesondere Elektromobilität und ÖPNV (z.B. Förderprogramm Elektromobilität des BMVI)	schaftszweigen (Nahrungsmittelproduktion) .		das Fahrzeug als Speicher ▪ Digitalisierung flexibilisiert Mobilität und ermöglicht neue Geschäftsmodelle (Mobilitäts- Apps & Dienstleistungen)

Umfassende Mobilitätswende

Der Mobilitätssektor befindet sich in einem umgreifenden Wandel. Die Abkehr von der fossilen Mobilität erfährt aufgrund der vereinbarten Klimaziele, aber auch infolge zunehmender Umwelt- und Gesundheitsprobleme in urbanen Räumen eine verstärkte Dynamik. Die Digitalisierung des Verkehrssektors sowie die Einführung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien beschleunigen diesen Wandel zusätzlich. Flexiblere Lebenswelten und ein sich damit veränderndes Verkehrsverhalten gehen mit der verstärkten Nutzung digitaler Technologien, wie Smartphones oder Apps einher und befördern neue Mobilitätkonzepte und Geschäftsmodelle.

Alternative Antriebe auf dem Vormarsch

Die Entwicklung und Markteinführung alternativer Antriebe ist einer der wesentlichen Mobilitätstrends. Die Elektromobilität geht von der Pionier- in die Markthochlaufphase über. Während die Fahrzeugmodelle und die erforderliche Ladeinfrastruktur in der Vergangenheit noch große Defizite aufwiesen, konnten in den vergangenen Jahren entscheidende technologische und regulative Fortschritte und Innovationen, wie beispielsweise das induktive Laden oder einheitliche Technologie-Standards erzielt werden. Insbesondere in China wird der Elektromobilität eine hohe Bedeutung beigemessen und die Entwicklung massiv politisch befördert, z.B. durch Fahrverbote für Verbrennungsfahrzeuge. In Deutschland wird weiter das Ziel von einer Millionen Elektrofahrzeuge inkl. teilelektrischer Hybride bis 2020 angestrebt. Hierfür wurde seitens des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) ein umfassendes Förderprogramm für Elektromobilität aufgelegt (BMVI, 2017). Neben dem motorisierten Individualverkehr wird zunehmend auch die elektrifizierte City-Logistik in den Fokus gerückt. Neben den klassischen PKW und Nutzfahrzeugen erfahren im Rahmen der Elektrifizierung auch andere Fahrzeugtypen, wie Pedelecs, Lastenfahrräder oder kleine Fahrzeuge eine verstärkte Aufmerksamkeit. In allen Bereichen wird das Thema Elektromobilität auch im Kontext von Energiespeicherung und intelligenten Netzen (Smart Grids) angegangen.

Autonomes Fahren

Autonom fahrende Fahrzeuge sind technisch bereits entwickelt und als begrenztes Angebot auf dem Markt verfügbar. Die Realisierung eines fahrerlosen Individualverkehrs ist allerdings noch mit großen sozialen, rechtlichen und zum Teil auch technologischen Hürden verbunden. Im öffentlichen Personennahverkehr und insbesondere auf liniengebundenen Strecken, kommen autonome Fahrzeuge jedoch verstärkt zum Einsatz. Bei einer Ausweitung des Einsatzes selbstfahrender Fahrzeuge, z.B. auf in den Mobilverbund integrierte Carsharing-Systeme, würden sich die heutigen Nutzungsmuster, Besitz- und Geschäftsmodelle grundlegend verändern (acatech 2015; Gründel 2016).

Intermodale Mobilität und Verkehrsdienstleistungen

Neben den Fahrzeugen verändern sich im Zuge der Digitalisierung und Vernetzung auch die Verkehrsdienstleistungen. Intermodale Mobilitätskonzepte gehen mit einer Abkehr von einzelnen Produkten hin zu Mobilitätslösungen einher. Der traditionelle MIV, mit durchschnittlichen Fahrzeugbesetzungsgraden von zwei Personen und überwiegenden, ungenutzten Standzeiten ist hochgradig ineffizient und ressourcenintensiv. Neue Mobilitätsmodelle, wie Carsharing und Mitfahrgelegenheiten sind unter Zuhilfenahme digitaler Technologien, wie Buchungsplattformen oder Apps flexibler und gleichzeitig effizienter. Trotz der verfügbaren technologischen Basis sind entsprechend

disruptive Geschäftsmodelle allerdings aufgrund nationaler Gesetzgebung bislang nur begrenzt umsetzbar (Canzler & Knie, 2016).

Intelligent vernetzte Verkehrssysteme

Ein weiteres Handlungsfeld des nachhaltigen, effizienten Verkehrs ist die intelligente Verkehrssteuerung auf Basis von Fahrzeugvernetzung und Echtzeitauswertung von Verkehrsdaten. Gerade in urbanen Räumen und in der Logistik ist die Verkehrsflussoptimierung von großer Relevanz. Dabei steht die drahtlose Fahrzeugkommunikation aktuell noch am Anfang ihrer Möglichkeiten. Im Zuge einer zunehmenden Interoperabilität bei der Vehicle-to-Vehicle- sowie Vehicle-to-Infrastructure-Kommunikation sowie dem Einsatz (teil)autonomer Fahrzeuge wird die Implementierung innovativer intelligenter Transportsysteme möglich. Eine konsequent vernetzte Verkehrsinfrastruktur trägt dazu bei, die Leistungsfähigkeit des Verkehrs im Sinne einer Dekarbonisierung zu erhöhen.

3.4.3 Greentech Potenziale in der Metropole Ruhr

Schwerpunkt Verkehrsinfrastruktur und -steuerung

Der Teilmarkt nachhaltige Mobilität wird in der Metropole Ruhr sehr stark durch das klassische Marktsegment Verkehrsinfrastruktur und Verkehrssteuerung geprägt. Regionale Schwerpunkte liegen im Kreis Recklinghausen, im Kreis Unna sowie in den Städten Bochum, Duisburg und Essen. Vor dem Hintergrund der ausgeprägten öffentlichen Nahverkehrsstrukturen bestehen regionale Kompetenzen im Bereich der Verkehrsunternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs. Darüber hinaus ist die regionale Mobilitätswirtschaft sehr erfolgreich im Schienenfahrzeugbau und der Herstellung und Installation von Schieneninfrastruktur (wmr Greentech-Datenbank, 2017). Schienenfahrzeuge sind das erfolgreichste Exportprodukt der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens (Lühr, et al., 2015).

ÖPNV als Basis eines intermodalen Mobilitätssystems

Die polyzentrische und urbane Metropole Ruhr ist durch eine hochgradige intraregionale Verflechtung und eine ausgeprägte Pendlermobilität charakterisiert (IT.NRW, 2017). Vor diesem Hintergrund kommt dem öffentlichen Personennahverkehr eine besondere Bedeutung zu. Die interoperable und intermodale Kopplung verschiedener Verkehrsdienstleister und Verkehrsträger ist heutzutage eine wesentliche Voraussetzung für ein umweltfreundliches Mobilitätssystem. Der Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR) bündelt schon heute rund 40 Verkehrsunternehmen aus sechszehn Städten und sieben Kreisen (Verkehrsverbund Rhein Ruhr, 2017). Der Verbund fungiert damit als Basis für ein integriertes Tarifsystem und zentrale Informationen über die verfügbaren Verkehrsmittel aus einer Hand.

Etablierung neuer Mobilitätsangebote

Neben dem öffentlichen Personennahverkehr erfahren im Zuge postfossiler inter- und multimodaler Verkehrsstrukturen der Radverkehr und das Carsharing, als alternative Verkehrsangebote, einen Bedeutungszuwachs. Mit dem Radschnellweg (RS1) setzt die Metropole Ruhr aktuell bundesweit Maßstäbe für eine Stärkung des Radverkehrs (Reidl, 2016). Mit dem von nextbike betriebenen metropolradruhr verfügt die Region bereits seit dem Jahr 2010 über ein regionsweites Fahrradverleihsystem (Bracher, 2015). Im Bereich des Carsharing verfügt die Region mit den 45 Elektrofahrzeugen des Ruhrauto-e[18] aktuell über ein rein elektrisches Angebot mit mehr als 27 Standorten (Drive-CarSharing GmbH, 2017). Darüber hinaus gibt es eine Reihe weiterer Carsharing-Anbieter, wie etwa stadtmobil Rhein-Ruhr (Bundesverband Carsharing, 2017). Im Städteranking des Carsharing Verbands haben die Ruhrgebietsstädte allerdings noch einen erheblichen Aufholbedarf z.B. gegenüber Städten, wie Stuttgart oder Frankfurt

[18] Projektpartner sind u.a. die Universität Duisburg-Essen, die VivaWest Wohnen GmbH, der Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR), die EVAG, die Drive CarSharing GmbH, die Adam Opel AG, die Stadt Essen, die Stadt Bochum und die BOGESTRA.

(Bundesverband Carsharing, 2017). Vor dem Hintergrund der spezifischen Raumstruktur werden insbesondere auch Projekte im Bereich des klimafreundlichen Wirtschaftsverkehrs angegangen. Ein Beispiel ist die Stadt Herne, in der gemeinsam mit dem Paketdienst UPS der Einsatz von Elektrofahrrädern im Wirtschaftsverkehr erprobt und konventionelle Transporter auf der *„letzten Meile“* durch Lastenräder ersetzt werden (ADFC, 2016).

Elektromobilität in der Metropole Ruhr

Im Kompetenzfeld Elektromobilität kann die Region vor allem auf wissenschaftliche Potenziale im Bereich der Fahrzeugantriebe, Batterien und Brennstoffzellentechnologien sowie der intelligenten Fahrzeugelektronik zugreifen. Expertise besteht z.B. an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Ruhr Universität Bochum (RUB), am Kompetenzzentrum Elektromobilität an der TU Dortmund oder an der Hochschule Ruhr West mit dem Studiengang Fahrzeugelektronik und Elektromobilität. Seit 2009 fördern das BMVI und die Landesregierung Nordrhein-Westfalen im Rahmen der Modellregion Rhein-Ruhr auch im Ruhrgebiet die Elektromobilität. Im Jahr 2014 wurde der Masterplan *"Elektromobilität in NRW"* erstellt. Der Fokus gilt dem Individualverkehr (PKW-Flotten) und dem Nutzfahrzeugbereich, wie Bussen und der City-Logistik. Zudem sollen auch Carsharing-Modelle und neue Mobilitätskonzepte entwickelt und erprobt werden (ETN, 2017).

Innovative Netzwerke

Aufbauend auf den spezifischen Potenzialen der Region werden in der Metropole Ruhr neue Lösungen für die Mobilität der Zukunft gesucht. Beispielsweise forscht ein Konsortium der drei Hochschulen Bochum, Dortmund und der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen im Rahmen des Projektes *"RuhrValley - Mobility and Energy for Metropolitan Change"* zu transdisziplinären Lösungen für die Automobilzulieferindustrie, den Energieanlagenbau und die mittelständische IT-Branche. In einem Netzwerk mit Start-up-Firmen aus der gesamten Region soll der Transfer von Forschung in die Umsetzung gelingen (Rüsberg, 2017).

3.4.4 Markteintrittschancen und Nischen für Unternehmen aus der Metropole Ruhr

Innovative Mobilitätslösungen für den urbanen Raum

Die zunehmende verkehrsbedingte Luftverschmutzung und damit verbundene Gesundheitsrisiken in urbanen Räumen treiben die Nachfrage nach postfossilen Mobilitätslösungen voran. Umweltfreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien sind dabei vielfältig und reichen vom öffentlichen Personennahverkehr über Elektrofahrzeuge, bis hin zum Radverkehr, Sharing-Systemen, Mobilitätsplattformen oder Systemlösungen. Die Metropole Ruhr kann als polyzentrisches Ballungsgebiet anwendungsorientiert innovative Mobilitätsprodukte und Dienstleistungen entwickeln. Die mittlerweile angelaufene Förderung eröffnet den regionalen Akteuren im Teilmarkt nachhaltige Mobilität besondere Chancen.

Schienenverkehr und intermodale Mobilitätssysteme

Aufgrund der besonderen Stellung des Schienenfahrzeugbaus und des ÖPNV sollte die Metropole Ruhr aufbauend auf diesen klassischen Mobilitätsprodukten weitere Märkte erschließen. Insbesondere in wachsenden Metropolen, etwa in indischen oder chinesischen Städten, erfährt der schienengebundene Verkehr eine immer größere Bedeutung. Dabei werden vor allem die hohe Qualität der Produkte und Beratungsleistungen der deutschen Anbieter nachgefragt. Die Mobilitätslösungen des ÖPNV sollten vor dem Hintergrund der vorhandenen Forschungslandschaft und geeigneten Siedlungsstruktur sukzessive durch neue Systemlösungen des Mobilitätsverbunds, wie Car- oder Bike-Sharing erweitert werden. Neben innovativer Technik und Softwareprodukten ergeben sich für die Unternehmen der Metropole Ruhr Möglichkeiten für die Ver-

marktung neuer Geschäfts- und Abrechnungsmodelle für intermodale Mobilitätssysteme.

Qualitativ hochwertige Komponenten und Dienstleistungen für Elektromobilität

Im Feld der Elektromobilität ist bzw. wird China voraussichtlich zum Vorreiter und betreibt hier bewusst Leap Frogging. Die deutsche Automobilbranche weist vor allem im Bereich der Batterietechnik von Lithium-Ionen-Akkus große Defizite gegenüber z.B. Japan, China oder Südkorea auf. Gleichwohl ergeben sich für die deutschen Mobilitätsakteure durch die Wende zur Elektromobilität besondere Chancen. Ein entscheidender Wettbewerbsvorteil sind in diesem Zusammenhang die hohen Qualitätsstandards. Zwar verfügt die Metropole Ruhr nur über geringe Potenziale im Fahrzeugbau; sie kann aber zum Beispiel im Feld von Mess- und Steuerungstechnik für Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur oder beispielsweise bei der Zertifizierung und Sicherheitsüberprüfung von Akkus Marktlücken erschließen. Um perspektivisch wieder auf dem Gebiet der Batteriespeichertechnologien wettbewerbsfähig zu werden, könnte sich am Standort Ruhr eine verstärkte Grundlagenforschung zu neuen Batteriespeichertechnologien jenseits der Lithiumtechnologien auszahlen.

Wasserstoff Technologien als besondere Chance

Daneben verfügt die Metropole Ruhr mit der vorhandenen industriellen Infrastruktur über besondere Chancen zur Erprobung und Anwendung von Wasserstoff-Technologien im Mobilitätssektor. Sowohl Elektromobilität als auch Wasserstoff eröffnen im Kontext der Mobilität neue Potenziale zur Sektorenkopplung.

3.5 Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung

3.5.1 Überblick globale Absatz- und Wachstumsmärkte

Greentech Aufgabe Stoffkreisläufe schließen

Die Deponierung von Müll stellt eine enorme ökologische Herausforderung dar. Gleichzeitig gehen Rohstoffe aus dem Wertstoffkreislauf verloren. Vor allem in vielen Schwellen- und Entwicklungsländern erfolgt die Entsorgung zudem nicht fachgerecht und belastet die Ökosysteme und trägt durch Deponiegase und Müllverbrennung zur globalen Erwärmung bei. Aktivitäten im Bereich des Entsorgungsmanagements und der Umweltsanierung haben zum Ziel die Stoffkreisläufe zu schließen und die Entstehung von Müll zu vermeiden sowie negative Umweltauswirkungen zu reduzieren und entstandene Schäden an Ökosystemen zu sanieren. Dabei umfassen die Aktivitäten des Leitmarktes alle Bereiche der Wertschöpfung, beginnend bei intelligentem Produkt- und Verpackungsdesign, über die getrennte Sammlung von Müll und Wertstoffen bis hin zur stofflichen oder thermischen Verwertung der Abfälle. Mit der umweltgerechten Beseitigung nicht recyclingfähiger Abfälle befasst sich das Marktsegment der Abfalldeponierung.

	Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung
	Wachstum nach Roland Berger (GreenTech made in Germany) 2013-2025 um jährlich 5,2 % in D 437 Unternehmen in der Metropole Ruhr/ knapp 24.000 Beschäftigte
Generelle Branchentrends	➢ Marktvolumen der Kreislaufwirtschaft im Jahr 2013: 102 Milliarden Euro (Jährliche Wachstumsrate von 4,4%: 2025 bei 170 Milliarden) ➢ Deutsches Marktvolumen im Bereich Kreislaufwirtschaft 17 Milliarden Euro (Weltmarktanteil von 17%) ➢ Steigende Bedeutung sowohl in Industrie- als auch in Schwellenländern ➢ Zunehmende Bedeutung des Produktdesigns hinsichtlich des möglichst vollständigen Recyclings ➢ Digitalisierung von Wertschöpfungsketten als Chance die Stoffkreisläufe zu schließen und die stoffliche Verwertung zu steigern

	➢ Automatisierte Mülltrennungs- und Recyclinganlagen ersetzen zunehmend die manuelle Abfalltrennung
Kunden/ Nachfragebranchen	Bestehende: ▪ Abfallsammlung- und Transport ist das dominierende Marktsegment im Ruhrgebiet ▪ In Deutschland relative Marktsättigung Potenzielle: ▪ Engere Zusammenarbeit mit dem Bereich des Produktdesigns und den produzierenden Unternehmen
Geografische Marktregionen	▪ weltweite Nachfrage v.a. im Bereich der technischen Anlagen zur Abfalltrennung, -aufbereitung und -verwertung; Hauptzielländer China, Frankreich, USA, Russland, Polen, Niederlande ▪ 62% der Exporte gehen in die EU-28 Mitgliedsländer ▪ Zögerliche Inlandsnachfrage ▪ Schwellen- und Entwicklungsländer mit starkem Bevölkerungswachstum
Wettbewerber	▪ Deutsche Hersteller haben durch die frühe Etablierung der Abfalltrennung in Deutschland einen temporären Vorteil wenn es um Technologien und Anlagen zur Abfalltrennung und Verwertung geht.
Marktrelevante Einflussfaktoren	▪ Politisch angestrebte Reduktion von Umweltbelastungen ▪ Ressourcenknappheit und Ressourcenschutz ▪ Klimaschutz ▪ Gesundheitsschutz ▪ Urbanisierung ▪ Die Entwicklung der Kreislaufwirtschaft ist immer eng an die gesamtwirtschaftliche Entwicklung gekoppelt ▪ EU-Abfallrahmenrichtlinie ▪ Förderprogramme des Bundes und der EU ▪ Gesetzliche Verpflichtungen zum Trennen und Recyceln von Abfällen und Minimierung der Deponierung nehmen weltweit zu ▪ *„Exportinitiative Recycling – und Effizienztechnik“* des BMU ▪ German RETech Partnership ▪ Fünfjahresplan der chinesischen Wirtschaft
Marktpotenziale	▪ In den meisten Schwellen- und Entwicklungsländern ist die Infrastruktur zur Abfallentsorgung unzureichend, gleichzeitig wächst das Abfallaufkommen dort rasant an ▪ Steigende gesetzliche Anforderungen (Bspw. Indien, China) zur Verwertung von Abfällen
Chancen/ Risiken	Chancen: ▪ Nähe zu Industrie und Produktionstechnik sowie die bestehende Infrastruktur im Ruhrgebiet ▪ Chancen im Bereich der Digitalisierung durch durchgehende Informationen über Inhaltsstoffe ▪ Sekundär-Rohstoffe gewinnen weltweit an Bedeutung und machen Recycling wirtschaftlich attraktiv ▪ Nachhaltige Abfallwirtschaft leistet nicht nur einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz, sondern schafft auch Arbeitsplätze Risiken: ▪ Herausforderung ist eine langfristige Finanzierung der Infrastrukturen sowie die Absicherung von Krediten im Ausland (Auftraggeber häufig öffentliche Kommunen) ▪ Starke Abhängigkeit von öffentlichen Haushalten ▪ Qualitätssicherung bei Sekundärrohstoffen ▪ Durch hohe Investitionen in Anlagen und lokal abgegrenzte Märkte das Risiko der Monopolisierung ▪ kurzfristig fallende Preise bei Sekundär-Rohstoffen -> Zurückhaltung in neue Maschinen und Anlagen der Abfallwirtschaft zu investieren

Quelle: Eigene Abbildung nach (BDE/ITAD/VDMA, 2016) (BMUB.de, 2016) (Bundesregierung, 2017) (Cucchiella, D'Adamo, Koh, & Rosa, 2015) (EU, 2015) (Ellen MacArthur Foundation, 2016) (Murray, Skene, & Heynes, 2015) (VDMA, 2016) (recyclingmagazin.de, 2016) (Wilts H. , 2014) (Thieme, 2016) (Roland Berger, 2014)

3.5.2 Ausgewählte Branchentrends und damit verbundene Marktentwicklungen

Politisch	Ökonomisch	Sozial	Technologisch
▪ Das Rohstoffimportland Deutschland kann durch Recycling und Stoffkreisläufe unabhängiger von globalen Rohstoffströmen werden. ▪ Die EU hat seit den 1990er Jahren mehrere Abfallmaßnahmen und -ziele eingeführt, die durch die Produktgesetzgebung, wie die Richtlinie für umwelt-	▪ Steigende Rohstoffpreise bzw. Umweltkosten aufgrund nicht in Stoffkreisläufen gehaltener Ressourcen (z.B. Plastik im Ozean) führen zu einer steigenden Relevanz der Kreislaufwirtschaft. ▪ Der Verkauf der Sekundärrohstoffe ins Ausland bedeutet den Verlust von Ressourcen der deutschen	▪ Das Management der Entsorgung von Abfall und Nebenprodukten wird zunehmend im Kontext der Entkopplung von Ressourcenverbrauch und Wirtschaftsaktivitäten thematisiert. ▪ Die Reduktion von Abfällen bedeutet primär auch deren Vermeidung und setzt Verhaltensänderun-	▪ Durch verbesserte Maschinen (Sensorik, Greiftechniken usw.), die angestrebte Vernetzung von Gegenständen sowie vorliegende Informationen über die Zusammensetzung und Gehalt an Rohstoffen in Datenbanken könnten die Art und Weise des Recyclings grundlegend verändern.

gerechte Gestaltung oder die EU-Umweltzeichen-Verordnung ergänzt werden. ▪ Die deutsche Novelle des Abfallwirtschaftsgesetzes betont die Wichtigkeit der Kreislaufwirtschaft. ▪ Nach wie vor erfolgt ein „linearer Abfluss“ von recyclingfähigem Material aus Deutschland und der EU v.a. in Entwicklungsländer. ▪ Eine mittel- bis langfristige Entkopplung des Ressourcenbedarfs von der wirtschaftlichen Entwicklung sowie eine Senkung des absoluten Ressourcenbedarfes wird auf vielen politischen Ebenen gefordert. ▪ Übergreifende bzw. einheitliche Produktstandards (z.B. Ladegeräte) tragen zur langfristigen Nutzbarkeit von Produkten bei.	Kreislaufwirtschaft. ▪ Die Stoffliche und Energetische Verwertung steigert die Wirtschaftlichkeit eines Produktes. ▪ Der Verpackungsumfang ist in den vergangenen Jahren zunehmend gestiegen.	gen beim Konsumenten voraus. ▪ In Deutschland gibt es eine hohe Akzeptanz für Recycling, z.B. die Mülltrennung im Haushalt. ▪ Eine Reihe von Initiativen setzen sich für ein Reduktion bzw. den Verzicht von Verpackungen ein. ▪ In ärmeren Regionen ist das Sammeln und Sortieren von Abfällen eine wichtige Einkommensquelle. ▪ steigende Bedeutung von Klimaanpassungsmaßnahmen vor allem in Regionen in Äquatornähe sowie in Regionen mit hoher Urbanisierungsrate	▪ Forschung zu veränderten Designanforderungen und neue Formen der Produktgestaltung. ▪ Es erfolgt eine stetige Weiterentwicklung von Ingenieursleistungen im Bereich der Umweltsanierung.

Ökologische Ausrichtung als Wettbewerbsvorteil

Tätigkeiten und Infrastrukturen, rund um Sammlung, Transport und Sortierung von Abfällen, deren Aufbereitung zu Sekundärrohstoffen, deren Zuführung zu einer energetischen Verwertung oder der fachgerechten Deponierung sind in Deutschland bereits weitestgehend etabliert. Der Umgang mit recycelbaren Reststoffen ist Voraussetzung zum Erhalt der Ökosysteme und gleichzeitig ein wichtiger Baustein, um den Input von Primärrohstoffen in die Wertschöpfungskette zu reduzieren. Im Zusammenhang mit diesen Aktivitäten stehen auch die Sanierung von denaturierten Ökosystemen sowie der Schutz von Naturräumen, Siedlungen und Infrastrukturen vor Auswirkungen des Klimawandels. Die frühe Industrialisierung in Deutschland und die (spätere) ökologische Ausrichtung der Gesetzgebung, primär zum Erhalt der Lebensqualität in dicht besiedelten Räumen, bedeuten heute einen Wettbewerbsvorteil im Bereich des Entsorgungsmanagements und der Umweltsanierung (BMUB.de, 2016).

Auf dem Weg zur Cirular Economy

Die in Deutschland etablierten Entsorgungsinfrastrukturen sind sowohl Chance als auch Hemmnis. Einerseits kann Deutschland als Best-Practice angeführt werden. Die Wiederverwertungsrate für Siedlungsabfälle lag im Jahr 2012 bei rund 60 Prozent (Europäische Umweltagentur, 2015) und damit über der von der EU vorgegebenen Recyclingquote von 50 Prozent bis 2020[19]. Auch andere Länder, wie Großbritannien konnten ihre Recyclingquote stark steigern, während insbesondere in Osteuropäischen Ländern, wie Bulgarien und Rumänien ein hoher Nachholbedarf besteht (Wilmroth, 2013). In Deutschland führen jedoch die hohen Investitionskosten in die Anlagentechnik zum Teil dazu, dass Neuinvestitionen, z.B. auf den Gebieten des Re-Manufacturing und der „Circular Economy“ erst nach einer langfristigen Amortisierung der Anlagen getätigt werden (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017).

[19] Grundlage für das Abfallrecht in Deutschland ist das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), das am 1. Juni 2012 in Kraft trat und die Vorgaben des europäischen Abfallrechts umsetzt. Ein zentraler Grundsatz des Gesetzes ist die fünfstufige Abfallhierarchie: 1. Vermeidung von Abfällen 2. Vorbereitung zur Wiederverwendung von Abfällen 3. Recycling von Abfällen 4. Sonstige Verwertung von Abfällen (energetische Verwertung, Verfüllung von Abgrabungs- oder Abbaustätten, etc.) 5. Beseitigung von Abfällen (Umweltbundesamt, 2017).

Internationaler Bedarf für Deponierung - Verwertung - Recycling

Trotz der technologischen Marktführerschaft und der, im Vergleich, strengen gesetzlichen Vorschriften, gelangen weiterhin große Teile der deutschen Abfälle ins Ausland. Global gesehen ist steht das Abfallmanagements noch am Anfang eines Wandels von der Abfalldeponierung über die energetische Verwertung hin zum Recycling (Wilts H. , 2016). Allen voran in den Afrikanischen Ländern werden europäische Abfälle zumeist ökologisch ungünstig, d.h. ohne Einsatz von moderner Deponietechnik oder ein Bestreben der Wiederverwertung auf Halden gesammelt (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017). Hier besteht ein großer Bedarf für die in Deutschland etablierten Technologien, Systeme und Strategien des 2.3.5 Entsorgungsmanagement und der Umweltsanierung. Aber auch in etablierten Industrienationen wie den USA werden Engpässe bei der Bereitstellung von Deponieraum immer häufiger thematisiert. Die kommunalen Entsorgern sehen sich mit Fragestellungen rund um die Mülltrennung konfrontiert und müssen zunehmend Konzepte der stofflichen und energetischen Verwertung etablieren um die Deponien zu entlasten und langfristig die Mülldeponierung zu stoppen (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017).

Vernetzung der Unternehmen

Die Implementierung von unternehmensübergreifendem Stoffstrommanagement ist ein wichtiger Schritt hin zu einer *„vernetzten“* Kreislaufwirtschaft. Bei dieser Form des Wirtschaftens geht es einerseits darum, in Produktionsprozessen anfallende Nebenprodukte in anderen Unternehmen einer Verwertung zuzuführen. Andererseits wird durch die Kooperation mit Dienstleistern, die Reparaturen und Instandhaltung durchführen, die Produktlebensdauer verlängert (Murray, Skene, & Heynes, 2015, S. 371).

Erstarken des weltweiten Recyclings

Der Druck in den urbanen Regionen der Welt ein geregeltes Abfallmanagement einzuführen nimmt zu. Die negativen Auswirkungen von unzureichenden Entsorgungsinfrastrukturen bei steigender Bevölkerungszahl beeinträchtigen zunehmendem die Lebensqualität der Menschen in den betroffenen Gebieten. Dazu gehören sowohl der Verlust von Ökosystemdienstleistungen und damit verbundene gesundheitliche Beeinträchtigungen als auch ein wachsende Probleme bei der Bereitstellung von nicht kontaminierten Ressourcen (Wasser, Boden, Luft).

Kaufkraft der öffentlichen Hand

Den staatlichen Aufgabenträgern kommt hierbei eine gesteigerte Verantwortung zu, so gilt etwa für den europäischen Raum, dass die Kaufkraft der öffentlichen Auftragsvergabe durchschnittlich bei etwa 14 % des BIP liegt. *„Green Public Procurement“* (GPP) kann vor allem in Bereichen mit großen Umweltauswirkungen innovative, nachhaltige Geschäftstätigkeiten Fördern (Bauwesen, Transport, Wasserwirtschaft, Entsorgung) (EU Kommission, 2017, S. 22).

Digitalisierung und Industrie 4.0

Die Digitalisierung als Megatrend in Industrie und Gesellschaft ist im Bereich des Abfall- und Stoffstrommanagements von großer Bedeutung (Ellen MacArthur Foundation, 2016). Einerseits werden durch die Produktion der zur Digitalisierung benötigten Komponenten Rohstoffe verbraucht, die nur begrenzt zur Verfügung stehen. Der Rückführung dieser Rohstoffe durch das Recycling der Komponenten kommt daher eine hohe Bedeutung zu (Cucchiella, D'Adamo, Koh, & Rosa, 2015). Zum anderen bedeutet die durchgehende Dokumentation aller Bearbeitungs- und Nutzungsschritte über den Lebenszyklus eines Produktes sowie deren Vernetzung, dass die Informationen über die enthaltenen Rohstoffe über Unternehmensgrenzen hinweg kommuniziert werden können. Vor dem Hintergrund, dass zurzeit fehlende Informationen über die Inhaltsstoffe zu unsicheren Qualitäten bei Sekundärrohstoffen und somit zu Vermarktungsschwierigkeiten führen(OECD 2005, S. 19ff), ist dies eine wichtige Komponente um Stoffkreisläufe nachhaltig zu schließen.

3.5.3 Greentech Potenziale in der Metropole Ruhr

Marktsegment Abfallsammlung, -transport und -trennung

Das Entsorgungsmanagement und die ökologische Sanierung von Boden, Wasser und Luft sind Kernkompetenzen der Metropole Ruhr. Mit rund einem Drittel an allen identifizierten Greentech-Unternehmen ist dieser Teilmarkt besonders bedeutsam. Stark vertreten, sowohl im Hinblick auf die Anzahl der Unternehmen als auch der Beschäftigten, ist das Marktsegment ‚Abfallsammlung, -transport und -trennung'. Beschäftigungsstarke Unternehmen sind beispielsweise die Entsorgungsbetriebe Essen GmbH, die TSR Recycling GmbH & Co. KG[20], die Gelsendienste, die ThyssenKrupp Millservices & Systems GmbH oder die Remondis Industrie Service GmbH sowie ReFood im Kreis Unna. Ein weiteres Beispiel ist die zum Regionalverband Ruhr (RVR) gehörige AGR Abfallentsorgungs-Gesellschaft Ruhrgebiet mbH.

Regionale Verankerung des Teilmarktes

Der Teilmarkt Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung ist eng in der regionalen Wirtschaft verankert. Die Infrastruktur der Unternehmen ist eine wesentliche Grundlage für funktionierende Recyclingstoffströme und die Wiedergewinnung von Wertstoffen. Die meisten Betriebe agieren dabei geografisch nah am Kunden und sichern mit Ihren Leistungen rund um Sammlung, Transport und Sortierung der kommunalen und industriellen Abfälle die Grundlage für deren energetische und stoffliche Verwertung oder sachgerechte Deponierung. Nur wenige Unternehmen (mit Ausnahme von Großkonzernen wie Remondis, SPIE oder ThyssenKrupp Millservices & Systems GmbH) weisen eine internationale Orientierung auf.

Hochspezialisierter Technologien und Dienstleistungen der Entsorgung und Deponierung

Neben den klassischen Entsorgungsunternehmen, verfügt die Metropole Ruhr auch über eine Reihe hochspezialisierter bzw. innovativer Technologie und Dienstleistungsunternehmen aus den Bereichen Entsorgung, Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung. Dazu zählen Unternehmen zur Beseitigung von Gefahrgütern, wie radioaktiven Abfälle, z.B. die ISOTOPEN Umweltdienste GmbH oder die GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH oder Unternehmen, wie INASHCO im Kreis Wesel, die sich mit Spezialthemen wie etwa der Rückgewinnung von Wertstoffen aus der Asche von Müllverbrennungsanlagen beschäftigen. Die Sims Recycling Solutions aus Bergkamen bietet die umweltgerechte Separation und Verwertung von Elektroaltgeräten und Mischmetallen an, während das Portfolio der Lohner Kunststoffrecycling GmbH komplette Aufbereitungskonzepte einschließlich der Logistik und Konfektionierung beinhaltet. Die Kunden sind sowohl regional, als auch bundesweit und international verortet.

Best-Practice Beispiel Umweltsanierung

Internationale Strahlkraft im Bereich der Umweltsanierung hat zudem die erfolgreiche Renaturierung des Flusssystems in der Region. Das Zusammenwirken von Maßnahmen zur Steigerung der Wasserqualität, mit Maßnahmen zur Aufwertung der ökologischen Strukturen und Biodiversität zum Erreichen eines guten ökologischen Zustandes der Gewässer wird als Best-Practice-Beispiel bei der ökologischen Neuausrichtung von dicht besiedelten Industrieregionen gesehen (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017). Dieser Entwicklungspfad begann bereits Anfang der 60er Jahre („*Der Himmel über dem Ruhrgebiet muss wieder Blau werden*", Willy Brandt), bestimmte die internationale Bauaustellung „*IBA Emscherpark"* in den 90er Jahren und drückt sich heute in der Auszeichnung als „*European Green Capital 2017*" aus.

Stoffliche Verwertung in der Industrie

Ein fortschreitender Paradigmenwechsel im Umgang mit Neben-, Rest- und Abfallstoffen zeichnet sich in der Metropole Ruhr in verschiedenen Initiativen und Projekten ab. Im Fokus steht dabei die Nach- oder Mitnutzung des „Nebenproduktes" bzw. der Rohstoffquelle. Ein Beispiel ist die Verzahnung der Chemie- und Stahlindustrie im BMBF

[20] TSR Recycling ist ein Kompetenzträger im Bereich Metallrecycling. www.tsr.eu

geförderten Projekt *„Carbon2Chem“*, bei dem Hüttengase aus der Stahlproduktion, mit Bestandteilen wie Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, als Ausgangsstoff für chemische Produkte genutzt werden (thyssenkrupp, 2016). Insbesondere im industriellen Sektor verfügt die Region über spezifische Kompetenzen in den Feldern Entsorgung, Um- oder Nachnutzung und Sanierung. Eine Reihe von Unternehmen beschäftigt sich mit der stofflichen Verwertung von Industrieabfällen, darunter zum Beispiel die Possehl Kehrmann GmbH aus Duisburg oder das Metallwerk Dinslaken GmbH & Co. KG./ im Kreis Wesel.

Regionale Forschung und Entwicklung

Die Forschungslandschaft der Metropole Ruhr verfügt über eine Reihe von Einrichtungen, die sich mit Themen rund um Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung befassen. Zu diesen gehören unter anderem das bereits in Kapitel 2.3.1 dargestellte Fraunhofer UMSICHT und die Fraunhofer Projektgruppe IWKS, das SGS INSTITUT FRESENIUS, die TU Dortmund, vor allem mit den Fakultäten für Maschinenbau, Bio- und Chemieingenieurwesen sowie Elektrotechnik und Informationstechnik. Der Wissenstransfer wird dadurch unter anderem durch Praxissemester und Abschlussarbeiten gefördert.

Regionale Initiativen

Eine erfolgreiche Reorganisation der etablierten Prozesse bedarf einer zunehmenden Kooperation zwischen den einzelnen Stationen des Produktlebenszyklus bzw. entlang der Materialkette. Diese Anforderung wird ergänzend zu anwendungsorientierten Projekten, auch im Rahmen von Netzwerktätigkeiten der Abfallunternehmen in der Metropole Ruhr angegangen. An dieser Stelle ist u.a. das *„WFZruhr“*, eine freiwillige Initiative von öffentlichen und privaten Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen und NGOs rund um die Kreislaufwirtschaft zu nennen (WFZruhr.de, 2017). Mitglieder der Initiative sind u.a. das Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML), die Fraunhofer Projektgruppe für Werkstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie, kommunale Ver- und Entsorger sowie der Urban Mining e.V.. Die Städte Duisburg und Essen sind Teil der „Modellregion für eine innovative und nachhaltige Stoffstromnutzung“ (RIN Stoffströme). Ziel des regionalen Innovationsnetzwerkes ist es Restströme einer stofflichen Verwertung zuzuführen (e.V., Cluster industrielle Biotechnologie 2021, 2017).

3.5.4 Markteintrittschancen und Nischen für Unternehmen aus der Metropole Ruhr

Spezialisten für industrielle Stoffkreisläufe

Infolge der zunehmenden Rohstoffknappheit, aber auch aufgrund zunehmender Umweltprobleme im Zuge des fortschreitenden Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums ergibt sich insbesondere in urbanen Räumen eine steigende Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen des Teilmarktes Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung. Vor allem in den industriell aufstrebenden Entwicklungs- und Schwellenländern eröffnen sich für die hochspezialisierten Technologie und Dienstleistungsunternehmen aus den Bereichen (industrieller) Entsorgung, Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung zukünftig Marktchancen.

Innovative Produkte und Verfahren für Recyclinganlagen sowie Beratung

An dieser Stelle sind zwei Unternehmensgruppen aus der Metropole Ruhr zu unterscheiden: Zum einen die Akteure des Marktsegments Abfallsammlung, -transport und -trennung, die auf den regionalen bzw. nationalen Markt ausgerichtet und ihre Wettbewerbsfähigkeit vor allem durch Verfahrens- und Prozessoptimierungen und eine Ausweitung des regionalen Kundenstamms generieren. Und zum anderen die Anbieter technologischer Produkte bzw. Komponenten für Recycling- und Entsorgungsanlagen sowie deren Steuerung. Diese Akteure können mit qualitativ hohen Standards am internationalen Markt wettbewerbsfähig konkurrieren. Darüber hinaus können auch Beratungsleistungen und Tätigkeiten rund um die Planung und den Betrieb von Anla-

gen zur energetischen und stofflichen Verwertung erfolgreich international vermarktet werden.

Experten für Schadstoffe und Umweltsanierung

Darüber hinaus können die Akteure aus der Metropole Ruhr die bestehenden Kompetenzen aus dem Bereich der Umweltsanierung international einbringen. Neben der Deponietechnik ist hier auch das Know-how im Kontext der Renaturierung von Industriebrachen sowie der Entsorgung und Aufbereitung industrieller Nebenprodukte und Schadstoffe zu nennen. Die Handlungsfelder umfassen dabei u.a. auch die Wiederaufbereitung und den Schutz von Wasser, Luft, Boden sowie die Filtration von Schadstoffen. Hier gilt es insbesondere die vorhandenen Kräfte der sehr kleinen bzw. auch mittleren Unternehmen gezielt zu bündeln.

Metropole Ruhr als Modellraum der *„Circular Economy“*

Die dichte Siedlungs- und Unternehmenslandschaft des Ruhrgebiets ist in besondere Weise für die Entwicklung nachhaltiger Stoffkreisläufe im Sinne einer „Circular Economy“ geeignet. Die bestehenden Aktivtäten zur stofflichen Verwertung von Neben- oder Reststoffen in ganzheitlichen Kreisläufen sollten ausgebaut und vertieft werden. In diesem Kontext ist eine verstärkte Vernetzung und Interaktion zwischen den regionalen Akteuren aus der Metropole Ruhr, insbesondere der beiden Teilmärkte Rohstoff- und Materialeffizienz und Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung erforderlich. Eine besondere Rolle bei der Gestaltung nachhaltiger Stoffkreisläufe kommt dabei den Marktsegmenten Stoffliche Verwertung, Nachwachsende Rohstoffe und Querschnittstechnologien zu. In diesen Feldern können die Kompetenzen der Metropole Ruhr durch Forschungskooperationen und die Förderung von Start-ups gezielt ausgebaut werden.

3.6 Nachhaltige Wasserwirtschaft

3.6.1 Überblick globale Absatz- und Wachstumsmärkte

Greentech Aufgabe Wasserversorgung sichern

Die Verfügbarkeit der Ressource Wasser in guter Qualität ist essentiell für die Menschheit. Ernährung, Gesundheit, Artenvielfalt, Energieerzeugung und wirtschaftliche Entwicklung sind nur einige Themen, für die eine sowohl quantitativ als auch qualitativ ausreichende Wasserversorgung von zentraler Bedeutung ist. Gleichzeitig sind die globalen Trinkwasserreserven so bedroht wie nie zuvor. Übermäßiger Verbrauch von Trinkwasser, Belastungen des Grund- und Oberflächenwassers durch (land-)wirtschaftliche Aktivitäten sowie zunehmende Extremwetterlagen mit Starkregen oder Dürreperioden sind nur einige der Herausforderungen mit denen sich die Wasserwirtschaft konfrontiert sieht. Eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen die sowohl die heutigen Bedürfnisse nach Wasser befriedigt als auch vorsorgend für künftige Generationen agiert ist von zentraler Bedeutung um bestehende Wasserkrisen zu entschärfen und einer globalen Krise vorzubeugen. Der Einsatz leistungsfähiger Umwelttechnik an allen Stationen des Wasserkreislaufes ist hierfür unerlässlich.

Nachhaltige Wasserwirtschaft

Wachstum nach Roland Berger (GreenTech made in Germany) 2013-2025 um jährlich 5,9 % in D
182 Unternehmen in der Metropole Ruhr und ca. 13.800 Beschäftigte

Generelle Branchentrends	➢ Weltmarktvolumen im Jahr 2013: 505 Milliarden Euro (Jährliche Wachstumsrate von 5,7 %: 2025 bei 982 Milliarden) ➢ Marktvolumen deutscher Umwelttechniken im Bereich Nachhaltige Wasserwirtschaft liegt bei 53 Milliarden Euro (Weltmarktanteil von 11%) ➢ Integriertes Wasserressourcenmanagement (IWRM) ➢ Technologien zur Wasseraufbereitung ➢ Abwasser- und Klärschlammbehandlung, Klärtechnik sowie Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abwässern und Energierückgewinnung ➢ Digitalisierung und Automatisierung *„Wasser 4.0"*
Kunden/ Nachfragebranchen	<u>Bestehende</u> ▪ Landwirtschaft (ca. 70 % der globalen Wassernutzung) ▪ Gewerbe und Industrie, Elektrizitätswirtschaft, Bergbau ▪ Kommunale bzw. private Wasserver- und –entsorger <u>Potenzielle:</u> ▪ Steigende Bedeutung der Elektrizitätswirtschaft (Energieerzeugung und –speicherung) ▪ Steigender Bedarf in der Landwirtschaft: Der Nahrungsmittelbedarf wird aufgrund des Bevölkerungswachstum weltweit bis zum Jahr 2050 um 70 % zunehmen, gleichzeitig nehmen Dürreperioden infolge des Klimawandels zu. ▪ Wasseraufbereitung: Belastung des Grundwassers durch Schadstoffeintrag und Düngemittel
Geografische Marktregionen	▪ EU, Asien, USA ▪ verstärkt Entwicklungs- und Schwellenländer als Zielregionen; German Water Partnership nennt folgende Fokusländer und -regionen: Afrika, Ägypten/Jordanien, Brasilien, China, Golfstaaten, Indien, Iran, Lateinamerika, Maghreb, Südostasien, Türkei, Ukraine, Zentralasien ▪ Die Nachfrage nach und Bedeutung von Wasseraufbereitungsanlagen steigt weltweit an. ▪ Insbesondere in Ländern mit ariden klimatischen Verhältnissen (Naher Osten, Nordafrika etc.) kommt der Wasserversorgung auch eine geostrategische Bedeutung zu (Meerwasserentsalzung) ▪ Bei den EU-Staaten gibt es insbesondere dort Potenziale, wo die verwendeten Technologien noch nicht den europäischen Richtlinien entsprechen. Dies ist häufig in Osteuropa der Fall. ▪ In Deutschland stagniert die Nachfrage auf hohem Niveau. ▪ Amerika ist ein umkämpfter Absatzmarkt, verfügt aber über keine eigenen Hersteller im Bereich Filtermembranen. Zudem sind die dortigen Wasserinfrasturkturen häufig veraltet und müssen dringend saniert werden.
Wettbewerber	▪ Konkurrenz aus Schwellenländern mit günstigeren aber weniger hochentwickelten Lösungen ▪ Hauptkonkurrenten anhand von Welthandelsanteilen sind China, USA, Japan und Italien. ▪ Die Ver- und Entsorgungsunternehmen der deutschen Wasserwirtschaft sind insgesamt weitgehend auf den Binnenmarkt konzentriert21. ▪ Konkurrenz aus den Niederlanden in den Bereichen Wasserwirtschaft/ Küstenschutz und Salinität ▪ Frankreich als Wettbewerber im Bereich Trinkwasser und dessen Aufbereitung
Marktrelevante Einflussfaktoren	▪ Digitalisierung der Wasserwirtschaft ▪ Weltweites Bevölkerungswachstum ▪ Klimawandel mit Dürreperioden/Starkregenereignissen ▪ Europäischer Aktionsplan für Umwelttechnologien ▪ BMUB-Exportinitiative Umwelttechnologien
Marktpotenziale	▪ Der deutsche Markt ist nahezu gesättigt (Re-Investitionsbedarf in den alten Bundesländern: die jährlichen Investitionen belaufen sich in Deutschland auf rund 8 Mrd. €.) ▪ Weltweit wachsender Bedarf ▪ Potenziale bei der Entwicklung und Installation von geschlossenen Kreisläufen, Wärmerückgewinnung, Regenwassernutzung, etc. ▪ Vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern steigt die Nachfrage nach technologischem Know-how und qualifiziertem Wassermanagement sowie der Renaturierung von Gewässern ▪ Die hohe Qualität sowohl der Wasserversorgung als auch der Abwasserentsorgung in Deutschland wird als Beleg für die hohe Leistungsfähigkeit der deutschen Wasserwirtschaft gesehen. Deutsche Hersteller von wasserwirtschaftlich relevanten Technologiegütern verfügen über den weltweit größten Außenhandelsanteil und eine hochsignifikante Spezialisierung in allen Technikbereichen.

[21] Aufgrund der überwiegend kommunalen Organisationsstruktur gibt es in Deutschland im Gegensatz etwa zu britischen oder französischen Firmen nur wenige Versorgungsunternehmen, die groß genug sind, um auf Auslandsmärkten agieren zu können und zu wollen.

Chancen/ Risiken	Chancen: ▪ Weltweites Bevölkerungswachstum und damit steigende Nachfrage nach sauberem Wasser; die meisten Staaten räumen der Wasserversorgung eine hohe Priorität ein ▪ Demographischer Wandel in den Industriestaaten erfordert Anpassung der Wasserinfrastruktur ▪ Steigendes Bewusstsein für Klimaschutz und Klimafolgenanpassung eröffnen Chancen für Wassermanagement ▪ Die Knappheit der Ressource Wasser führt zu Nachfrage nach effizienten Wasserinfrastrukturen ▪ Die durch die zunehmende Urbanisierung entstehenden Agglomerationen und Megacities benötigen Lösungen für die Wasserversorgung. Hier können insbesondere dezentrale und semizentrale Konzepte eine Lösung sein ▪ Die fortschreitende industrielle Entwicklung erfordert Lösungen für die Behandlung von industriellem Prozesswasser Risiken: ▪ Hochentwickelte Wasserinfrastrukturen erfordern hoch qualifiziertes Personal, Beispielsweise im Bereich der Wasserbau-Ingenieure, aber auch für Wartung und Betrieb der Ver- und Entsorgungsanlagen. In vielen Schwellen- und Entwicklungsländern fehlt es aber am entsprechenden Capacity Development ▪ Fehlen von handlungsfähige Institutionen und kommunalen Strukturen in potenziellen Zielregionen ▪ Starke Abhängigkeit von öffentlichen Haushalten ▪ Gefahren, die sich unter anderem aus der zunehmenden Digitalisierung der Wasserversorgung ergeben. Es wurden bereits Anlagen der Wasserversorgung attackiert.

Quelle: eigene Abbildung nach (GWP, 2017) (European Environment Agency, 2015) (Müller-Czygan, 2016) (Roland Berger, 2014) (Ruhrverband, 2016) (UNESCO, 2016) (UNESCO-Kommission, 2014) (WWAP, 2015) (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017)

3.6.2 Ausgewählte Branchentrends und damit verbundene Marktentwicklungen

Politisch	Ökonomisch	Sozial	Technologisch
▪ Das Modell der PublicPrivatePartnerships (PPP) setzt sich verstärkt im Bereich der Wasser Ver- und Entsorgung durch. ▪ Die Wasserversorgung ist in Deutschland als Teil der Daseinsvorsorge zu gewährleisten. ▪ Es wurden weltweit verschärfte Umweltschutzauflagen (Grenzwerte, Entnahmegrenzen, Renaturierung etc.) eingeführt. ▪ Die Wasserwirtschaft ist Teil der Innovationsförderung (bspw. EIP Water der EU). ▪ Geplante Einführung der EU Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und Erreichung des *„guten ökologischen Zustandes“* aller Gewässer in Europa bis 2027. ▪ Zunehmende Verunreinigung der Ozeane als ein übergeordnetes Thema der Wasserwirtschaft. ▪ Konflikte um Wasser sind Teil der politischen Agenda	▪ Die Verfügbarkeit von Wasser als Ressource für Leben und Wirtschaften fungiert als zentrale Einflussgröße der Entwicklung von Ländern und Regionen. ▪ Infolge des Klimawandels ist regional differenziert eine zunehmende Wasserknappheit bei steigenden Bevölkerungszahlen zu verzeichnen. ▪ Klimabedinge Starkregenereignisse und Überschwemmungen erfordern ein Wassermanagement. ▪ Zunehmende Verunreinigung von Wasser (Dekontaminierung, Salinität, Versauerung), u.a. infolge ökonomischer Aktivitäten ▪ Steigende Bedeutung von Wasserver- und –entsorgung sowie Abwasserbehandlung infolge der Urbanisierung führt global zu einer steigenden Bedeutung der kommunalen Wasserwirtschaft. ▪ Zunehmende Konkurrenz von Komponentenherstellern, z.B. aus dem asiatischen Raum.	▪ Zunahme von Dürreperioden, auch oder v.a. in Schwellenländern – Hier wird eine Anpassung der Wasserinfrastruktur notwendig ▪ Weltweit erfährt die Ressource Wasser eine gesteigerte Aufmerksamkeit. ▪ Die Unterversorgung mit Trinkwasser führt in einigen Regionen (global) zu sozialen Konflikten ▪ Durch die Digitalisierung der Wasserwirtschaft ist eine (höher) Qualifizierung für Beschäftigte notwendig	▪ Verknüpfung der Wasserwirtschaft mit dem mit dem Energiesektor (Nutzung von Abwärme; Wasserkraftwerke, solarbetriebene Entsalzungsanlagen etc.) möglich. ▪ Entwicklung neuer digital getriebener Technologien, im Kontext von Wasser 4.0 inkl. smart metering, automatisierter Analyse (Sensoren) etc. ▪ Biologische und physikalische Abwasserreinigungstechniken werden stetig verbessert. ▪ Senkung des Energieeinsatzes bei der Wasserverteilung durch neue Materialien, Pumptechniken etc. ▪ Einsatz neuer Technologien in der Landwirtschaft (Bspw. Kombination von Wettervorhersagen, Bodenzustand und Feldpflanze zur bedarfsgerechten Bewässerung)

Klimawandel und die Verfügbarkeit von Wasser

Die Zunahme von Extremwetterlagen Rahmen des Klimawandels hat direkten Einfluss auf die Verfügbarkeit von sauberem Wasser in vielen Regionen der Erde. Sowohl Dürreperioden als auch Starkregenereignisse stellen die Ver- und Entsorgungssysteme in Schwellenländern vor Herausforderungen. Die Folge sind Überschwemmungen, tem-

porär oder dauerhaft verunreinigte Trinkwasserquellen und generelle Wasserknappheit. Dadurch wird Wasser zum limitierenden Faktor für Lebensqualität und Wirtschaftskraft (UNESCO, 2016). Schätzungsweise 20 Prozent der Grundwasserleiter weltweit gelten als übernutzt, einige davon kritisch. Zudem verringert die Verschlechterung des Zustands der Feuchtgebiete weltweit die Fähigkeit von Ökosystemen zur Reinigung von Wasser (UNESCO-Kommission, 2014).

Herausforderungen in urbanen Räumen

Die global voranschreitende Urbanisierung erhöht den Druck auf die lokale Wasserversorgung in dicht besiedelten Gebieten. In diesen Regionen besteht zunehmend eine Lücke zwischen Angebot und Nachfrage. Investitionen in Effizienztechnologien, das Wassernetz und den Erhalt natürlicher Wasserreserven sind daher unerlässlich. Die UNESCO schätzt, dass die benötigten Investitionen bei US$ 50-60 Mrd. in den nächsten 20 Jahren liegen werden (UNESCO, 2016). Eine Studie in Bangladesh, Indonesien und Peru zeigt, dass dabei alleine den Sanitären Einrichtungen in diesen Ländern ein Marktpotenzial von US$ 700 Mio. zuzuschreiben ist (Worldbank.org, 2013).

Politisch getriebenes Wassermanagement

Den skizzierten Entwicklungen kann durch ein verbessertes Management der lokalen Wasser Ver- und Entsorgung entgegengewirkt werden. Die steigende Aufmerksamkeit für eine nachhaltige Wasserwirtschaft drückt sich in vielen Regionen in schärferen Gesetzen aus. Dabei sind sowohl die Einführung von Grenzwerten, als auch Entnahmeregulierungen oder Vorgaben zum ökologischen Zustand von Gewässern Treiber für Produkt- und Prozessinnovationen (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017). Entwicklungen im Bereich der Gewässerrenaturierung, dem Aufbau von Kanalisationsinfrastrukturen oder dem Bau und Betrieb von Frischwassernetzen sowie dem damit in Zusammenhang stehenden Know-how über Geschäftsmodelle, Bewirtschaftung und Instandhaltung unterliegen einer wachsenden Nachfrage.

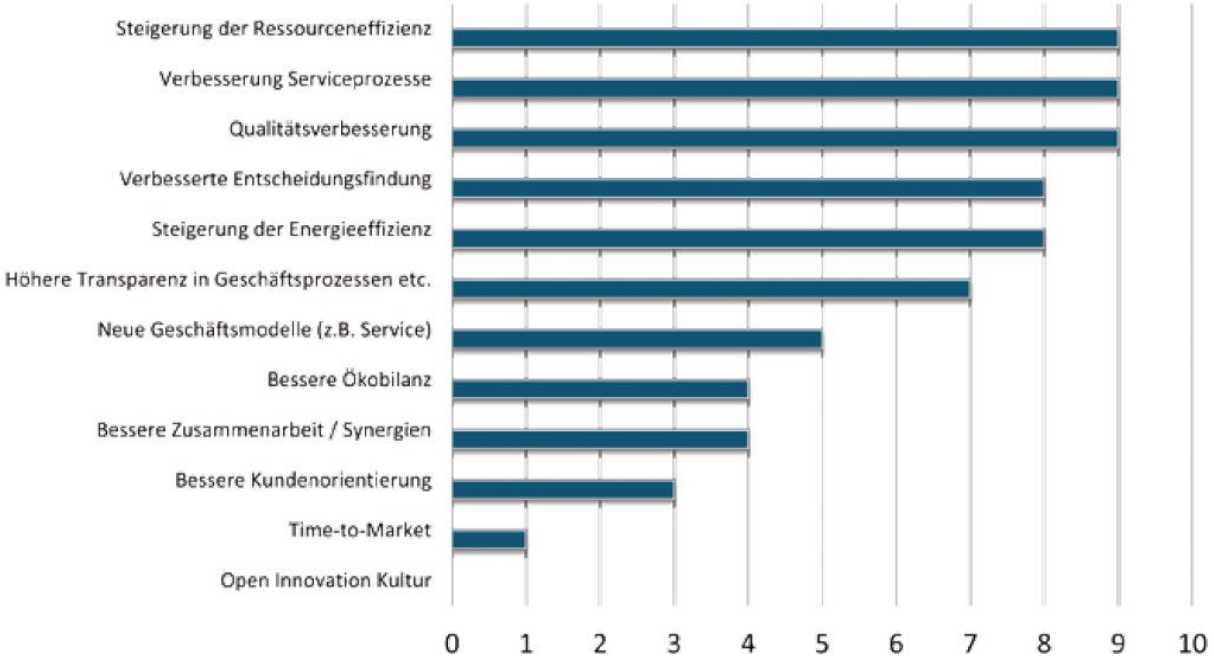
Technologische Entwicklungen zu Wasseraufbereitung

Die wachsenden gesetzlichen Anforderungen wirken als Treiber für Produktentwicklungen im Bereich der Wasseraufbereitung. So steigt weltweit die Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Filtertechnologien und Anlagen zur Abwasseraufbereitung. Daneben gewinnt auch die sektorenübergreifende Entwicklung von Technologien an Bedeutung. Der Energiesektor ist traditionell im Bereich der Energiegewinnung und -speicherung (Wasserkraftwerke, Pumpspeicher etc.) eng mit der Wasserwirtschaft verflochten. Parallel dazu erfahren im Kontext nachhaltiger Wasserwirtschaft auch Wärme und Kältenetze sowie der Einsatz oder die Gewinnung von Energie in der Wasseraufbereitung (Bspw. Entsalzungsanlagen oder Energie aus Abwasser) an Bedeutung (Ruhrverband, 2016).

Digitalisierung, Wassermanagement und Wasser 4.0

Neben der Nachfrage nach bereits etablierten Systemen zeichnen sich auch Entwicklungen im Zusammenhang mit der Fortschreitenden Digitalisierung und Vernetzung ab. der Einsatz von IT, Sensorik und Modellanwendungen zu deren Vernetzung eröffnet Möglichkeiten, um die komplexen Wassernetze mit den Bedürfnissen von Landwirtschaft, Industrie und Privatkunden sowie die zunehmende Vernetzung mit dem Energiesektor zu koordinieren (GWP, 2016). Durch diese Vernetzung werden Mehrwerte im Bereich des Service, der Qualität sowie der Ressourceneffizienz angestrebt (vgl. Abb.6) (ebd. S. 12).

Abb. 6: Was versprechen sich German Water Partnership-Kunden von der Digitalisierung



Quelle: (GWP, 2016, S. 12)

3.6.3 Greentech Potenziale in der Metropole Ruhr

Marktsegment Wassernetz Wassergewinnung und -aufbereitung

Die Struktur des Teilmarktes nachhaltige Wasserwirtschaft wird in der Metropole Ruhr durch die zentralen Wasserversorger (Marktsegment Wassernetz/Wassergewinnung und -aufbereitung) sowie kleine und mittlere Unternehmen aus dem Bereich der Wasseraufbereitung, Analyse- und Messtechnik sowie der Instandhaltung der Wassernetze bestimmt.

Historisch etablierte Wasserwirtschaft

Die Instandhaltung der Wasser Infrastruktur sowie die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser und die Aufbereitung von Abwasser haben in den dicht besiedelten Teilen des Ruhrgebiets eine elementare Bedeutung. Insbesondere im Zuge des Bergbaus und der mit der Industrialisierung erfolgenden Ausweitung der Siedlungs- und Wirtschaftsstrukturen in der Metropole ist auch die Wasserwirtschaft beständig mitgewachsen. Im Zuge des Strukturwandels hat die Wasserwirtschaft unter dem Vorzeichen der Renaturierung ihr Kompetenzprofil ergänzt. Regionale Akteure, wie der Ruhrverband, die Emschergenossenschaft, der Lippeverband oder die "Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft" (LINEG) verfügen über eine besondere wasserwirtschaftliche Expertise und bedienen ein breites Spektrum, von der Siedlungs- und industriellen Wasserwirtschaft, über den Anlagenbau von Wasserwerken, über Wasserhygiene bis zu Umwelt- bzw. Gewässerschutz (Kommunalverband Ruhrgebiet (KVR), 2000).

Wasserqualität durch *„End of Pipe Technologien“*

Internationale Strahlkraft hat vor allem die erfolgreiche Verbesserung der Wasserqualität der Gewässer in der Metropole Ruhr, wie beispielsweise der Emscher. Die Kompetenzen der Unternehmen der Metropole Ruhr liegen in diesem Kontext zumeist auf den sogenannten *„End of Pipe Technologien“*, also in der Aufbereitung von Abwässern, bevor diese in die Gewässer der Region eingeleitet werden.

Die hohen Qualitätsstandards der Produkte und Serviceleistungen führen dazu, dass die Unternehmen trotz zunehmender Konkurrenz aus dem Ausland wettbewerbsfähig bleiben. Insbesondere bei technologisch weiter entwickelten Produkten, wie Wasseraufbereitungsanlagen und einzelnen Komponenten zur Steigerung der Wassereffizienz und verbesserten Reinigung verfügen die regionalen Unternehmen über Vorteile, da die Entwicklung von Technologien häufig weiter vorangeschritten ist als in anderen Regionen der Welt. Die technologische Entwicklung bleibt dabei allerdings nicht stehen, sondern wird durch zunehmende Umweltauflagen weiter vorangetrieben (vgl. Kapitel 2.3.6).

Hohe Qualitätsstandards und fortschrittliche Technologien

Die wasserwirtschaftliche Forschungslandschaft ist in der Metropole Ruhr vor allem an den Standorten Duisburg und Bochum mit Grundlagenforschung zu Wasserbau und Wasserwirtschaft angesiedelt. Darüber hinaus ergänzen Einrichtungen mit technischen Forschungsschwerpunkt, wie das das Institut für Energie- und Umweltverfahrenstechnik am Standort Duisburg oder außeruniversitäre Einrichtungen, wie das IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung aus Mülheim an der Ruhr das Portfolio.

Forschungsschwerpunkt Wasserbau und Wasserwirtschaft

Für die Erprobung neuer Technologien, auch an der Schnittstelle zu anderen Branchen wie der Energiewirtschaft, stehen mit den großen Stadtwerken wichtige Partner für die Forschungseinrichtungen im Ruhrgebiet und darüber hinaus bereit. Ein Beispiel für die Kooperation bietet das überregionale Projekt *„E-Klär“*, welches direkt an die vorhandenen Kompetenzen und Infrastrukturen des Ruhrverbandes anknüpft. Dabei werden Strategien zur Ausnutzung der im Abwasser enthaltenen Energie und Ressourcen sowie die Senkung des Energieverbrauchs bei der Abwasseraufbereitung in kommunalen Kläranlagen entwickelt (ruhrverband.de, 2017). Ein weiteres Beispiel ist das Projekt *„dynaklim“,* im Zuge dessen interdisziplinär zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den regionalen Wasserkreislauf geforscht und Projekte zur regionalen Adaption vorangetrieben werden (Dynaklim Website, 2017).

Angewandte Forschung in Kooperation mit Stadtwerken und Unternehmen

3.6.4 Markteintrittschancen und Nischen für Unternehmen aus der Metropole Ruhr

Die nachhaltige Wasserwirtschaft gewinnt einerseits aufgrund der erforderlichen wasserwirtschaftlichen Anpassung an den Klimawandel, d.h. verstärkte Dürreperioden oder Starkregenereignisse sowie andererseits vor dem Hintergrund des globalen Bevölkerungswachstums und Urbanisierung große Bedeutung. Das nachhaltige Wassermanagement wird darüber entscheiden, ob ein Leben in stark verdichteten Agglomerationsräumen auch weiterhin möglich ist. Die Metropole Ruhr konnte im Zuge des Strukturwandels umfassende Kompetenzen, z.B. im Zuge der Emscher Renaturierung aufbauen. Darüber hinaus ist der Ballungsraum mit z.B. Rhein, Ruhr, Emscher oder Rhein-Herne-Kanal durch Gewässer und Wasserstraßen geprägt. Vor diesem Hintergrund haben sich die wasserwirtschaftlichen Unternehmen im Ruhrgebiet national wie auch international eine gefestigte Position im Markt erarbeitet. Jedoch existiert daneben das Problem einer fragmentierten Struktur der deutschen Wasserwirtschaft mit vielen kleinen, kommunalen Versorgern ist an vielen Stellen noch nicht ausreichend vernetzt. Das hat zur Folge, dass viele der kleinen Unternehmen keine Kapazitäten für FuE-Tätigkeiten haben und so mögliche Weiterentwicklungen also nicht unbedingt anstoßen oder umsetzen und eine erfolgreiche Positionierung auf dem internationalen Markt erschwert wird (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017).

Wasser-Expertise für industrielle und Bevölkerungsreiche Regionen

Während die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen der nachhaltigen Wasserwirtschaft in Deutschland auf hohem Niveau stagniert, steigt der Bedarf für wasserwirtschaftliche Produkte, z.B. Wasseraufbereitungsanlagen für Industrie und Kom-

Weltweit steigende Nachfrage

munen, Filtrations- und Dekontaminationsverfahren sowie Trinkwassertechnologien weltweit stark an. Neben den asiatischen Agglomerationsräumen sind an dieser Stelle vor allem intensiv genutzte Regionen in ost- und südeuropäischen Ländern, der Nahe Osten, afrikanische Länder, aber auch die USA und zentral und Südamerika zu nennen. Amerika ist zwar ein umkämpfter Absatzmarkt, verfügt aber über keine eigenen Hersteller. Höhere ökologische Standards führen daneben auch zu verstärkten Aktivitäten im Bereich der Gewässer Renaturierung, z.B. in China oder Indien.

Systemlösungen für die moderne Wasserwirtschaft

Neben planerischen und Ingenieurdienstleistungen existieren gute Marktchancen für Hersteller qualitativ hochwertiger und langlebiger Produkte, an deren Standard die aufstrebenden Wettbewerber der Schwellenländer nicht heranreichen. Zu bedenken sind bei der Entwicklung von Geschäftsstrategien für wirtschaftlich schwächere Zielregionen jedoch auch die häufig geringer ausfallenden Budgets zur Errichtung von Basisinfrastrukturen. Es gilt darüber nachzudenken, wie Angebote weniger umfangreich und dennoch qualitativ hochwertig gestaltet werden können, um Basislistungen anzubieten. Andernfalls besteht die Gefahr, dass die Kunden aufgrund finanzieller Restriktionen zu qualitativ minderwertigen Mitbewerbern wechseln müssen (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017). Gemeinsam mit zentralen regionalen Akteuren der Wasserwirtschaft könnten diese, in ihren Nischen führenden Mittelständler, innovative Systemlösungen für die moderne Wasserwirtschaft entwickeln und diese gemeinsam als globaler Technologieführer vertreiben.

4 VERÄNDERUNGEN VON WERTSCHÖPFUNGSKETTEN

Ausgewählte Veränderungsprozesse

Für die zukünftige Positionierung der Unternehmen aus der Metropole Ruhr ist es entscheidend, welche neuen Marktchancen oder Herausforderungen sich im Kontext sich wandelnder Wertschöpfungsketten ergeben. Vor diesem Hintergrund werden nachfolgend ausgewählte wirtschaftsstrukturelle Veränderungsprozesse, die eine besondere strategische Bedeutung für die Greentech Branche aufweisen, erläutert.

Reorganisation von Wertschöpfungsprozessen im Zuge des digitalen Wandels

Die Reorganisation vieler etablierter Wertschöpfungsprozesse ist in hohem Maße auf die fortschreitende Digitalisierung und Vernetzung von Industrie und Dienstleistungen zurückzuführen. Dieser Wandel ist nicht nur eine Herausforderung für einzelne Branchen mit hoher IT-Affinität – das Thema betrifft vielmehr alle Wirtschaftszweige, Organisationen und Nutzer von digitalen Technologien. Innovationen im Bereich der Informatik und der Mikroelektronik haben Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Miniaturisierung und günstiger Produktion hervorgebracht, die es nun ermöglichen, Sensoren, Displays, RFID-Chips und sonstige vernetzte Geräte nahezu ubiquitär und in den verschiedensten Anwendungsfeldern einzusetzen. Vergleichbare Fortschritte bei der Speicherung, der Kompression und dem Transport sowie der Verarbeitung großer Datenmengen haben dazu geführt, dass immer breitere Lebens- und Arbeitsbereiche einer digitalen Darstellung zugänglich geworden sind (Wrobel et al. 2015: 370). Bei der Diskussion um die hohe ökonomische Bedeutung des digitalen Wandels können einzelne Technologien jedoch nicht isoliert betrachtet werden, denn das innovatorische Potenzial erschließt sich vor allem durch die intelligente Verknüpfung und Nutzbarmachung verschiedenster Daten. So können beispielsweise Produktionsprozesse durch den Einsatz von Data Mining, Optimierungsalgorithmen und Prognosemodellen digital abgebildet und effizienter gestaltet werden. Zudem besteht die Möglichkeit Kundenpräferenzen und Nutzerdaten in Echtzeit in den Entwicklungs- und Produktionsprozess einzuspeisen und auf diese Weise hochgradig individualisierte Produkte und Dienstleistungen am Markt zu platzieren. Weitere Ansatzpunkte zur Optimierung von Wertschöpfungsprozessen ergeben sich beispielsweise im Bereich des Monitorings und der automatisierten Reaktion auf Marktentwicklungen, der Etablierung von Systemen zur Früherkennung von Kündigungen, der Mitarbeitergewinnung oder der vorausschauenden Instandhaltung von technischen Anlagen (Fraunhofer IAIS 2012: 8).

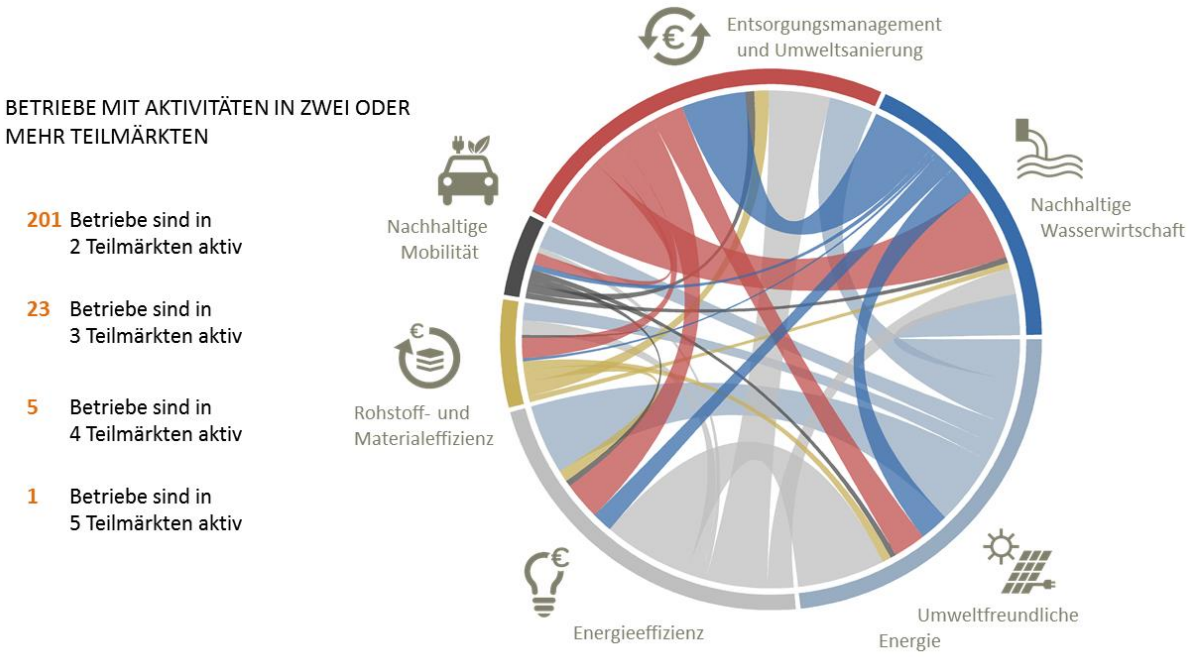
Digital getriebene Sektorenkopplung: Bsp. Smart Home

In vielen Fällen geht die Etablierung neuer technischer Systeme zur Weiterentwicklung etablierter Wertschöpfungsmodelle einher mit einer zunehmenden Verzahnung unterschiedlicher Branchen und Kompetenzbereiche. Exemplarisch kann dies an der Entwicklung innovativer und vernetzter Lösungen für das Wohnen von morgen gezeigt werden (Smart Home). Als Smart Home bezeichnet man einen Haushalt, in dem Haushalts- und Multimedia-Geräte interagieren und zentral ferngesteuert werden können. Durch die Vernetzung werden einerseits Alltagsvorgänge automatisiert, andererseits können die Geräteeinstellungen, z.B. von Heizung, Licht und Küchengeräten, per Computer oder Smartphone schnell an die persönlichen Bedürfnisse angepasst und besonders ressourcenschonend genutzt werden. Schnittstellen bei der Produktentwicklung und -standardisierung sowie der Vermarktungsstrategie und Kundenbetreuung ergeben sich somit beispielsweise für Hersteller von Haushaltsgeräten, Spezialisten aus dem Bereich der Gebäudetechnik und Akteuren der Energiewirtschaft. Auch Anbieter von Handwerksdienstleistungen müssen bei der Entwicklung der neuen Systeme involviert sein, um eine schnelle und kompetente Wartung der Geräte gewährleisten zu können.

Elektromobilität

Auch die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Elektromobilität führen zu einer Verschmelzung verschiedener Branchensegmente wie dem Fahrzeugbau, der Elektrotechnik und der Energiewirtschaft. Im Zuge von Smart Grids werden beispielsweise Elektrofahrzeuge als intelligente Speicher diskutiert. Als Reaktion auf die somit mögliche Kombination von alternativer Fahrzeugtechnik und dezentraler Energieversorgung reagieren die Unternehmen der Umwelttechnik mit neuen Geschäftsmodellen, Produkten und Dienstleistungen. So bieten die Veränderungen in den Zulieferstrukturen vielfältige Chancen für Unternehmen aus den Bereichen Elektrotechnik und Mechatronik zur Entwicklung neuer Lösungen im Bereich der Elektromobilität und zur Mitwirkung bei der Entstehung von technologischen Standards. Insbesondere im Bereich der Batterietechnik sind zwar derzeit chinesische Hersteller marktführend (neben dem entsprechenden Know-how verfügen diese vor allem auch über einen guten Rohstoffzugang), einige deutsche Unternehmen haben sich jedoch spezifisches Expertenwissen u.a. bei Testverfahren und der Zertifizierung von Batterien erarbeitet. So ist beispielsweise der TÜV Süd mit mehreren eigenen Testlaboren in der Volksrepublik vertreten.[22]

Abb. 7: Verflechtungen zwischen den Teilmärkten der Greentech Branche



Eigene Darstellung, CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH
Quelle: Greentech-Datenbank Metropole Ruhr

Cross-sektorale Innovationen in der Metropole Ruhr

Der sich intensivierende Austausch zwischen verschiedenen Branchensegmenten und Kompetenzbereichen lässt sich für die Teilmärkte der Greentech Branche in der Metropole Ruhr auch anhand von Unternehmensdaten skizzieren. Um Verwandtschaften zwischen den Greentech-Teilmärkten der Metropole Ruhr zu identifizieren, werden in dem oben abgebildeten Chord Diagramm (vgl. 7) Betriebe berücksichtigt, die Produkte aus mehr als einem Teilmarkt anbieten. Dies trifft auf rund ein Fünftel aller kategorisierten Greentech Betriebe zu. Es zeigt sich, dass z.B. Betriebe mit Produkten und Dienstleistungen aus dem Teilmarkt Entsorgungsmanagement und Umweltsanierung häufig auch Produkte und Dienstleistungen der Rohstoff- und Materialeffizienz anbieten. Enge Beziehungen bestehen auch zwischen Energieeffizienz und dem Teilmarkt

[22] http://www.tuev-sued.de/tuev_sued_konzern/standorte/asien/china_volksrepublik

Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie. Die Wasserwirtschaft ist hingegen divers mit allen Teilmärkten, außer der Nachhaltigen Mobilität verflochten. Dieser Befund ist insbesondere vor dem Hintergrund interessant, dass Kooperationen zwischen Akteuren, die eine hohe technologische Nähe aufweisen, von führenden Regionalökonomen als besonders vielversprechend angesehen werden (Boschma und Gianelle 2014; Brachert und Titze 2012; Frenken, Van Oort und Verburg 2007).

Dieser Einschätzung liegt die Annahme zu Grunde, dass an den Rändern und Überlappungsbereichen verwandter Wirtschaftszweige ein besonders hohes Innovationspotenzial besteht. Die technologische Nähe unterstützt ein gemeinsames Verständnis und eine ähnliche Herangehensweise an unterschiedliche Problemlagen, ohne dass die Unternehmen dabei in einem direkten Wettbewerbsverhältnis stehen, wie dies häufig der Fall bei Kooperationen innerhalb einzelner Branchensegmentes der Fall ist. Die engen Wertschöpfungsverflechtungen innerhalb der Greentech Branche in der Metropole Ruhr leisten folglich einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der regionalen Innovationskraft im Ruhrgebiet.

5 Ausblick – Vermarktung der Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr

Im vorliegenden Kapitel 5 werden abschließend Empfehlungen für die Vermarktung der Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr formuliert. Neben Ansatzpunkten für ein strategisches Leitbild *„Greentech.Ruhr“* werden Handlungsfelder aufgezeigt, die für eine erfolgreiche Positionierung und langfristige internationale Wettbewerbsfähigkeit der Umweltwirtschaft aus der Metropole Ruhr relevant sind.

5.1 Strategisches Leitbild „Greentech.Ruhr“

Starke, regional etablierte Umweltwirtschaft

Deutschland gilt als Vorreiter bei der Entwicklung und Anwendung von grünen Technologien und die Unternehmen Nordrhein-Westfalens und der Metropole Ruhr tragen mit Produkten und Dienstleistungen, von Elektrotechnik über Softwarelösungen bis zu den spezialisierten Beratungsleistungen maßgeblich zu dieser Wettbewerbsposition bei. Die erforderlichen energiepolitischen Weichenstellungen wurden in Nordrhein-Westfalen u.a. mit dem Klimaschutzgesetz schon besonders früh getroffen und eröffneten insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen zunächst regionale Marktnischen. Infolge der globalen Megatrends und damit einhergehenden politischen Weichenstellungen steigt jedoch die Relevanz umwelttechnologischer Lösungen auf den internationalen Märkten, so dass international weitere Absatzmärkte erschlossen werden können. Insbesondere für die aufstrebenden Schwellen- und Entwicklungsländer sind große Potenziale zu erwarten.

Best Practice für eine umwelttechnologische Transformation

Die Metropole Ruhr gilt mit ihrer Transformationsgeschichte von der Montanindustrie zu einem diversifizierten, technologisch orientierten Wirtschaftsstandort als positives Beispiel für eine erfolgreiche umweltpolitische Neuausrichtung. Das Image der Region wurde durch Aussprüche, wie *„Der Himmel über dem Ruhrgebiet muss wieder blau werden“* (Willy Brandt, 1961) oder die internationale Bauausstellung *„IBA Emscherpark“* in den 90er Jahren geprägt. Heute bezeugen die *„InnovationCity Ruhr“* oder *„Essen als European Green Capital 2017“* den anhaltenden Transformationswillen der Region. Die langjährig gewonnen Kompetenzen können insbesondere auf andere, heute stark industriell geprägte Regionen übertragen werden. Eine besondere umwelttechnologische Expertise sowie qualitativ hochwertige Produkte können die regionalen Greentech-Akteure vor allem in den folgenden Bereichen vorweisen:

1. umweltfreundliche Energiewirtschaft, insbesondere Energiesysteme sowie Erneuerbarer Energien und Speichertechnologien,
2. energieeffiziente Produktion und energieeffiziente Gebäude
3. stoffliche Verwertung und Umweltsanierung, einschließlich Umweltschutztechnologien sowie
4. nachhaltige Wasserwirtschaft mit spezifischen Kompetenzen im Wassermanagement und der Renaturierung von Gewässern.

Modellregion für Sektorenkopplung und Stoffkreisläufe

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Veränderungen der Wertschöpfungsketten liegt das einmalige Potenzial der Metropole Ruhr jedoch in ihrer besonderen Eignung als Modellregion für eine intelligente Sektorenkopplung und der Entwicklung effizienter Stoffströme und -kreisläufe. Unter Einbindung der regionalen IKT-Kompetenzen

können hier besondere Erfolge erzielt werden. Zum Ausbau dieser Kompetenzen ist dabei grundsätzlich eine ganzheitliche Betrachtung der Umweltwirtschaft erforderlich.

5.2 Strategische Produkte und Dienstleistungen „Greentech.Ruhr“

Nachfolgend werden, als Zusammenfassung der Studienergebnisse, die Handlungsempfehlungen für eine strategische Vermarktung von Greentech Produkten und Dienstleistungen aus der Metropole Ruhr formuliert.

Bei Veränderungen im Zuge der Energiewende und Digitalisierung ergeben sich neue **Schnittstellen zwischen Erzeugung und Verbrauch**. Technologien und Dienstleistungen zur Gestaltung dieser Schnittstellen stellen für die Unternehmen der Metropole Ruhr ein lohnendes Geschäftsgebiet dar.

Beratungsleistungen und die Installation **von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien** sind ein weiteres wichtiges Betätigungsfeld für die Unternehmen aus dem Teilmarkt „Erneuerbare Energien“. Sowohl Kunden im Ruhrgebiet selbst, als auch auf ausländischen Märkten werden für eine steigende Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen mit Kompetenzen in diesem Wirtschaftsbereich sorgen.

Der Einsatz moderner **Speichertechnologien** und der **Aufbau intelligenter Stromnetze** sind weitere wichtige Bausteine für die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende. Zugleich bestehen mit dem gut ausgebauten Stromnetz, der dichten Siedlungsstruktur und den vorhandenen Kompetenzen in Wirtschaft und Wissenschaft gute Voraussetzungen um die Metropole Ruhr als Modellregion aufzubauen, bekannt zu machen und den Wandel überregional mitzugestalten.

Die Region verfügt über Potenziale im Bereich der Planung und Umsetzung von **energieeffizienten Gebäuden und Industrieanlagen** sowohl auf dem heimischen als auch auf dem internationalen Markt.

Dazu gehören sowohl traditionelle Segmente der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik aber auch neuere Bereiche der Gebäude- und Prozessautomatisierung (**Smarte Technologie & Planung, Mess- und Regeltechnik**) sowie die Planung von effizienten Stadtstrukturen (**Smart City**). Das Know-how aus dem Ruhrgebiet kann international v.a. in Regionen vermarktet werden, die über einen großen Bedarf an Siedlungsneubauten und –umbauten verfügen.

Im industriellen Bereich eröffnen sich zudem Chancen durch die weitere **Verzahnung der Sektoren** zur optimalen Nutzung von energetischen und stofflichen Ressourcen. Zudem ergeben sich Marktchancen im Bereich der effizienteren und saubereren Gestaltung von klassischen, fossilen Kraftwerkstechnologien für Unternehmen aus dem Ruhrgebiet im europäischen Ausland.

Die regionalen Kompetenzen im Bereich der **Materialforschung** sollten zielführend zur Entwicklung rohstoff- und materialeffizienter Produkte genutzt werden.

Als Schlüsseltrend kann in diesem Kontext die **Industrie 4.0** angesehen werden. Durch die IT-gestützte Optimierung von Produktionsverfahren im Zuge der Digitalisierung und Vernetzung von Anlagen bzw. Wertschöpfungsstufen, lassen sich enorme Energie- und auch Rohstoff- und Materialeinsparpotenziale generieren.

Die Verknüpfung der regional vorhandenen IT-Kompetenz mit den produzierenden Unternehmen und Maschinenbauern der Region kann Lösungen für eine nachhaltigere, **ressourcenschonende Produktion**, die sowohl regional, national als auch international vermarktet werden können, beinhalten.

Ein weiteres Betätigungsfeld stellt in diesem Zusammenhang das Angebot an **Beratungsdienstleistungen** für produzierende Unternehmen um Einsparpotenziale aufzuzeigen und anschließend umzusetzen dar. Die Erfahrungen der Beratungsunternehmen der Metropole Ruhr in diesem Bereich sind international nachgefragt. Die erfolgreiche Abkehr von stark emittierenden Prozessen und die **Umgestaltung der industriellen Prozesse** in der Metropole Ruhr haben dabei einen starken Vorbildcharakter für andere, dicht besiedelte Industrieregionen weltweit.

Die polyzentrische Struktur des dicht besiedelten Ruhrgebiets kann als **Reallabor** für die Entwicklung und Anwendung **innovativer urbaner Mobilitätsprodukte** und Dienstleistungen fungieren. Der schienengebundene Verkehr erfährt dabei eine immer größere Bedeutung.

Die Nutzung von unterschiedlichen Angeboten im Zuge **multimodaler Wegeketten** kann dabei durch die Anwendung **von smarten Dienstleistungsangeboten** unterstützt werden. Neben der Entwicklung von innovativer Technik und Softwareprodukten ergeben sich für die Unternehmen der Metropole Ruhr Möglichkeiten für die Vermarktung neuer Geschäfts- und Abrechnungsmodelle. Im internationalen Raum werden in wachsenden Agglomerationen vor allem die hohe **Qualität von Produkten und Beratungsdienstleistungen** in diesem Zusammenhang nachgefragt.

Das Feld der **E-Mobilität** muss für die Unternehmen der Metropole Ruhr differenziert betrachtet werden. Zwar sind asiatische Anbieter im Bereich der Batterietechnik häufig besser aufgestellt, verfügen aber über Defizite im Bereich der **Qualitätssicherung und Prüftechnik**, woraus sich Marktchancen für Unternehmen aus der Metropole Ruhr ergeben können.

Die vorhandenen industriellen Strukturen im Bereich Wasserstoff ergeben zusätzliche Chancen zur Erprobung und Anwendung von **Wasserstofftechnologien für den Mobilitätssektor** im Ruhrgebiet.

Der Bereich des Entsorgungsmanagements ist im Ruhrgebiet mit seiner Siedlungs- und Industriestruktur von zentraler Bedeutung, sowohl was den Schutz von Umweltgütern als auch das Schließen der Stoffkreisläufe angeht. Die **ökologische Sanierung von Teilbereichen des Ruhrgebiets** dient als Aushängeschild für die Aktivitäten des Teilmarktes und zieht internationales Interesse nach sich.

Die in diesem Bereich gesammelten Kompetenzen werden immer stärker in den stark anwachsenden Agglomerationen der Entwicklungs- und Schwellenländer nachgefragt. Aber auch in Industrienationen wie den USA steigt der Bedarf an Dienstleistungen und Technologien im Bereich des Abfall- und Stoffstrommanagements.

Dabei werden sowohl **Maschinen zur Sortierung und Verwertung** (stofflich und energetisch) von Reststoffen sowie **Technologien zur Absicherung von Deponien**, als auch **Planungs- und Beratungsleistungen** bei der Umsetzung von kommunalen oder betrieblichen Recyclingsystemen nachgefragt.

Im Ruhrgebiet selbst steht die weitere Vernetzung von produzierenden Unternehmen und Ihrer Stoffströme im Rahmen eines überbetrieblichen Stoffstrommanagements an. Die Metropole Ruhr kann sich hier als ein **Modellraum für die „Circular Economy“** positionieren.

Das **urbane Wassermanagement** gewinnt global an Relevanz. Besonders zu nennen sind Regionen die von Dürreperioden, starker Urbanisierung und Bevölkerungswachstum sowie einem gesteigerten Wasserverbrauch in Landwirtschaft und Industrie betroffen sind. Strengere gesetzliche Vorgaben im Bereich des Wassermanagements von Unternehmen, bspw. in China, treiben die Nachfrage zusätzlich an.

Die Bedeutung der **Planung**, des **Bau**s und des **Management**s von Wasserinfrastrukturen (Ver- und Entsorgung) auf kommunaler Ebene ebenso an, wie die Nachfrage nach der Errichtung von **Wasseraufbereitungsanlagen, Kläranlagen und Filtertechnologien** (End-of-Pipe-Technologien). Der Vertrieb qualitativ hochwertiger und langlebiger Produkte der Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit regionalen Akteuren in den Zielgebieten, könnte eine Nische für Mittelständler im Ruhrgebiet darstellen.

Zu beachten sind hierbei **regionale Unterschiede** im internationalen Markt bezüglich der Anforderungen und der Investitionsbereitschaft. Die Bereitstellung von **Basisinfrastrukturen** in Schwellenländern erfordert andere Herangehensweisen und Technologien als die Optimierung hochentwickelter kommunaler Wasserstrukturen in Deutschland bis hin zu **Wasser 4.0**.

5.3 Strategische Marktregionen „Greentech.Ruhr“

Globale Steigerung durch politische Anstrengungen

Die Produkte und Dienstleistungen der Greentech Branche aus der Metropole Ruhr finden in unterschiedlichen globalen Regionen Absatzmöglichkeiten (vgl. Abb. 7). Zwar gilt dabei generell, dass in den Ländern mit den Merkmalen „Demographie, Democracy and Development“ besonders große Bedarfe zu identifizieren sind, jedoch sind die politischen Triebkräfte unterschiedlich stark ausgeprägt. Dies gilt nicht nur zwischen den einzelnen Ländern, sondern gilt auch für große Absatzländer wie China oder die USA. Die chinesischen Regionen oder amerikanischen Bundesstaaten haben zum Teil unterschiedliche Voraussetzungen, sowohl hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Ausstattung als auch im Bereich der politischen Weichenstellungen (ExpertenInnen_Greentech.Ruhr, 2017). Global gesehen steigt jedoch die Bedeutung der Umweltwirtschaft durch politische Triebkräfte und der Absatz von Produkten und Dienstleistungen deutscher Anbieter wird zunehmen. Dabei können jedoch unterschiedliche Tendenzen und Abstufungen ausgemacht werden.

Bereitstellung von Basisinfrastrukturen zum Umweltschutz

Erstens werden in Ländern mit einer explodierenden Bevölkerungsentwicklung und steigenden Urbanisierungsraten Produkte und Dienstleistungen bereits heute und in naher Zukunft nachgefragt, die die Basisfunktionen der Ökosysteme aufrechterhalten und die Versorgung der Bevölkerung verbessern (Entwicklungs- und Schwellenländer wie Indien, Nord- und Südafrika, Staaten in Latein- und Südamerika sowie Südostasien). Hier ist über eine Anpassung der Angebote an die besonderen Erfordernisse und finanziellen Ressourcen der privaten und öffentlichen Abnehmer in wirtschaftlich schwächeren Regionen nachzudenken, um nicht von günstigeren (und evtl. qualitativ minderwertigeren) Wettbewerbern abgehängt zu werden.

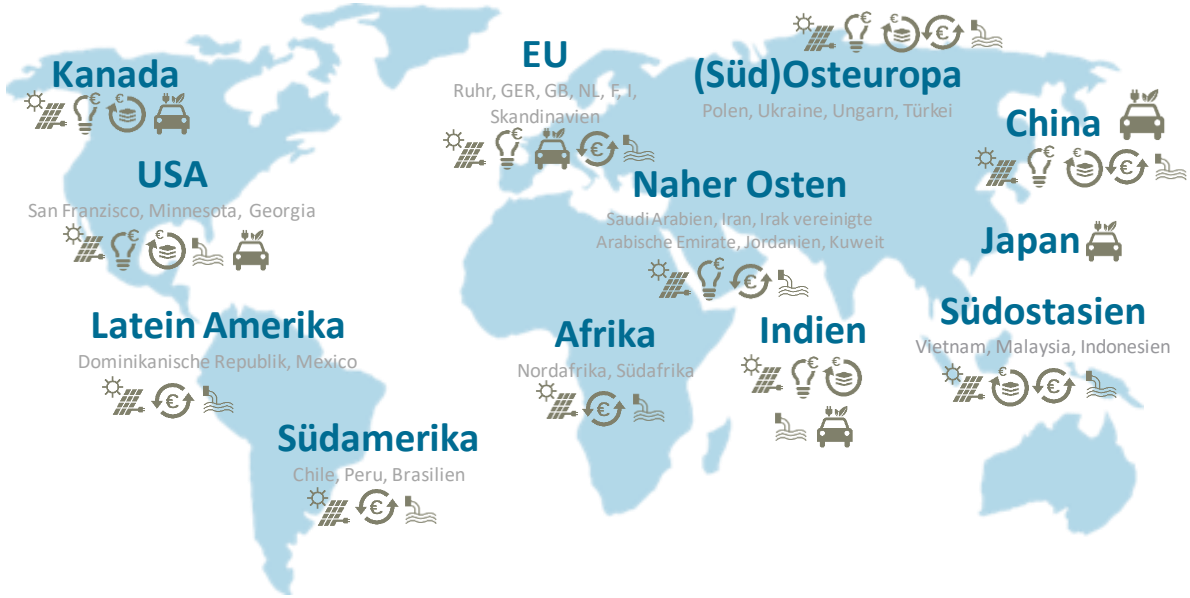
Anheben der Umweltstandards

Zweitens steigt in den Schwellen- und Industrieländern die Aufmerksamkeit für die Endlichkeit der Ressourcen und die Auswirkungen des Klimawandels (hier u.a. Länder mit Wasserknappheit und großen Potenzialen im Bereich der erneuerbaren Energien wie Saudi Arabien, Iran, Irak, vereinigte Arabische Emirate, Jordanien und Kuweit). Umweltregularien (Beispielsweise in China oder in den osteuropäischen Ländern) fordern von den Unternehmen zunehmend Anpassungen in Ihren Produktionsprozessen. In diesen Ländern ist bereits ein Besatz an industriellen Unternehmen vorhanden, die allerdings Anpassungsbedarfe im Bereich der Umweltschutztechnologien an die heutigen Standards aufweisen. Zudem ist in diesen Ländern Umsatz im Bereich der Umweltsanierung und der Ausweitung von Basisinfrastrukturen zu erwarten.

Absatz hochinnovativer Technologien und Dienstleistungen

Drittens sind entwickelte Industrienationen auf die Möglichkeiten zur weiteren Steigerung der Lebensqualität für Ihre Einwohner, die Notwendigkeit klimapolitischer Aktivitäten und die ökonomischen Potenziale der Umweltwirtschaft aufmerksam geworden (Deutschland, Kanada, Niederlande, skandinavische Länder, Frankreich, Österreich, USA, etc.). Hier ergeben sich einerseits Absatzmärkte für hochentwickelte Technologien und Dienstleistungen (Produkt- und Prozessoptimierungen, Energieeffizienz, Rohstoff- und Materialeffizienz), andererseits aber auch mögliche Wettbewerbssituationen auf dem Weltmarkt.

Abb. 7: Internationale Märkte für Greentech.Ruhr Produkte und Dienstleistungen



Eigene Darstellung, CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH

5.4 Strategische Handlungsfelder „Greentech.Ruhr“

Handlungsfelder und Aufgaben

Abschließend werden die Handlungsfelder und Aufgaben benannt, die für eine internationale Positionierung und einen erfolgreichen Markteintritt bzw. die langfristige internationale Wettbewerbsfähigkeit der Greentech-Unternehmen aus der Metropole Ruhr zu berücksichtigen sind.

1. Gezielte Beobachtung der Märkte und Bereitstellung von Informationen

- Eine langfristig erfolgreiche internationale Positionierung bedarf der gezielten Sondierung neuer Zukunftsmärkte und einer anhaltenden Beobachtung etablierter Absatzmärkte, u.a. mittels länderspezifischer Scouts, strategischer Kooperationspartner vor Ort oder wiederkehrender Besuche der entsprechenden Länder.
- Bei der Beobachtung sind kulturelle, sprachliche und rechtliche Hürden zu identifizieren und Lösungswege für den erfolgreichen Markteintritt aufzuzeigen.
- Die Informationen müssen für die Greentech-Unternehmen aufbereitet und teilmarkt- bzw. unternehmensspezifisch (z.B. differenziert für Start-ups oder etablierte KMU) bereitstellt werden.
- Stabile Wachstumsmärkte sind insbesondere durch die drei Charakteristika „Demographics, Democracy and Development“ gekennzeichnet.

2. Vernetzung und Aufbau von Partnerstrukturen

- Die Vernetzung und der Aufbau internationaler Partnerstrukturen ist wichtig, um frühzeitig Tendenzen und Marktpotenziale erkennen und nutzen zu können. Mögliche Partner zur marktspezifischen Information- bzw. Kommunikation sind hier, u.a.
  - Auslandshandelskammern (AHK),
  - Verbände,
  - internationale Netzwerke und Cluster,
  - Kommunen oder Regionen,
  - Unternehmen (Entwicklungspartner, Vertriebspartner und Kunden) sowie
  - Forschungseinrichtungen.
- Neben der internationalen Vernetzung ist auch die regionale Vernetzung von Bedeutung. Über bereits gut vernetzte bzw. regional bedeutsame Schlüsselakteure sowie über themenspezifische Netzwerke kann hier eine Verstetigung der Kommunikationsstrukturen erzielt werden. Relevante regionale Akteure sind dabei
  - die regionale Wirtschaft (große Unternehmen, KMU und Start-ups),
  - regionale Forschungseinrichtungen,
  - Kommunen,
  - Verbände und Transferstellen,
  - Regionale Netzwerke und Cluster sowie

- GOs und NGOs.

- Für die regionale bzw. auch regional-internationale Vernetzung können verschiedene Formen von Partnerstrukturen angedacht werden:
  - Die Bündelung von starken Kräften in einem Sektor bzw. Themenfeld kann hilfreich sein, um qualitativ bereits sehr fortgeschrittene Kompetenzen gezielt weiter zu entwickeln. Hier wären z.B. Kooperationen mit anderen internationalen Technologieführern, z.B. aus San Franzisco denkbar.
  - Kooperationen zwischen kleinen und großen Unternehmen können zielführend sein, um Innovationen bei den etablierten Akteuren effektiv voranzutreiben und gleichzeitig KMU an den Markt heranzuführen. Die großen Unternehmen verfügen über die erforderliche internationale Kompetenz sowie finanzielle und personelle Ressourcen. Innovative Start-ups bzw. kleine Unternehmen liefern häufig die nachhaltige Komponente oder Ideen zur Steigerung der Effizienz.
  - Um Systemlösungen zu entwickeln ist die Zusammenarbeit der Akteure in offenen Innovationsprozessen an cross-sektoralen Schnittstellen erforderlich. Die Kombination komplementärer Fachbereiche ist erforderlich, um ganzheitliche Umweltprodukte und Dienstleistungen zu entwickeln, die unter verschiedenen Bedingungen einsatzfähig sind.
  - Kleinere, themenspezifische Netzwerke könnten, je nach Anforderung, modular mit anderen Partnern und Netzwerken für eine Produktentwicklung zusammengebracht werden. Die Produktentwicklung sollte anwendungsorientiert und ggf. nach dem Lead-User-Konzept erfolgen. Durch die Einbindung potenzieller Kunden können u.a. deren Bedürfnissen und Marktrisiken frühzeitig ermittelt und Produkte auf den Markt abgestimmt werden.
  - Die regionalen und internationalen Partnerkommunen können bei der Entwicklung der Greentech-Potenziale als Anwendungsplattformen und Impulsgeber fungieren. Die Produkte und Dienstleistungen können z.B. in Modellquartieren oder in Kooperation mit den kommunalen Gesellschaften (Stadtwerke, Wasser Ver- und Entsorgung, kommunale Verkehrsunternehmen etc.) in einem bottum-up Verfahren zur Marktreife gebracht werden.

3. Kommunikationswege aufbauen

- Die Kommunikation zu den Greentech-Unternehmen aus der Metropole Ruhr sowie zu den internationalen Partnern sollte durch wiederkehrende Angebote sowie durch eine aktive Beteiligung institutionalisiert werden. Mögliche Formate sind hier unter anderen:
  - Website,
  - Newsletter,
  - Flyer, Studien, Broschüren,
  - Beratung (Dialoge) und Workshops,
  - Delegationsreisen sowie
  - räumliche Bündelung der Angebote (z.B. Greentech Innovationszentrum).

4. Wissenstransfer zwischen Wirtschaft und Wissenschaft

- Angesichts der großen internationalen Konkurrenz ist die permanente Weiterentwicklung und Verfeinerung von Produkten und Dienstleistungen zentral, um am Markt langfristig bestehen zu

können.

- Die Innovationskraft der Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr kann durch die Förderung des Wissenstransfers zwischen Wirtschaft und Wissenschaft positiv beeinflusst werden.
- Im Bereich der Umwelttechnologien bestehen aktuell gute Förderbedingungen für angewandte Verbundforschungsprojekte.
- Die vielfältigen regionalen FuE-Potenziale sollten dazu genutzt werden, die regionale Umweltwirtschaft, ggf. unter Einbindung internationaler Partner, gezielt weiter zu entwickeln. Eine besondere Bedeutung kommt hier u.a. auch den guten regionalen IKT-Kompetenzen zu, die als verbindender Innovationstreiber an den Schnittstellen zwischen den Branchen bzw. Teilmärkten fungieren und zur Gestaltung ressourceneffizienter Prozesse beitragen können.
- Start-ups und kleine Unternehmen sollten gezielt in den Nexus von Wissenschaft und etablierten (Groß-) Unternehmen eingebunden werden.
- Parallel zu diesen Aktivitäten sollte auch die Grundlagenforschung in den Zukunftsfeldern, erforderlichenfalls unter Einbindung internationaler Forschungspartner, weiter vorangetrieben werden.

5. Gestaltung des regulativen Rahmens für tragfähige Geschäftsmodelle

- Der umweltpolitische Rahmen ist derzeit der wesentliche Treiber für die steigende Nachfrage und damit einhergehende Entwicklung der Umwelttechnologie. Die rechtlichen Rahmenbedingungen entscheiden darüber, ob ein Produkt oder eine Dienstleistung marktfähig und rentabel ist.
- Neben gesetzlichen Rahmenbedingungen sind die gesellschaftliche Legitimität für einen erfolgreichen ökologischen Wandel und damit die Marktchancen von Greentech Produkten entscheidend.
- Aktuell besteht die Herausforderung darin, wirtschaftlich tragfähige grüne Geschäftsmodelle zu entwickeln. Marktregulierungen können dazu beitragen etablierte Geschäftsmodelle neu zu gewichten und damit Chancen für neue Innovationen zu eröffnen. Der regulative Rahmen wird so zum Innovationstreiber. Regulierungen müssen dabei passend für das angestrebte Ziel bzw. den zu erreichenden Outcome formuliert sein.
- Durch ein Verharren in alten Systemen und der Priorisierung kurzfristiger Renditeziele besteht die Gefahr, die technologische Vorreiterstellung einzubüßen.
- Die Greentech-Unternehmen aus der Metropole Ruhr sollten daher aktiv an einem umweltpolitischen Wandel und der Gestaltung des regulativen Rahmens mitwirken. Neben der politischen Lobbyarbeit ist in diesem Kontext auch eine aktive Vorbild- und Gestaltungsfunktion in der Zivilgesellschaft entscheidend.
- Durch ein gemeinsames Engagement für Nachhaltigkeit und Umwelttechnologien können die Greentech-Unternehmen aus der Metropole Ruhr die Marktentwicklungen gemeinsam mit ihren Partnern aktiv beeinflussen.
- Hierbei kann eine strategische Abstimmung mit den bundespolitischen Initiativen, wie z.B. der Entwicklungshilfe sinnvoll sein. Unter Berücksichtigung der globalen Nachfrageentwicklungen in Schwellen- und Entwicklungsländern sollten im Rahmen einer gemeinsamen Entwicklungsstrategie und unter Einbindung der Greentech-Unternehmen Produkte und Dienstleitungen für den internationalen Markt bedarfsgerecht zugeschnitten werden.

6 INTERVIEWS

Wir möchten den folgenden Personen und Organisationen für die inspirierenden Gespräche und ihre Expertise danken:

DR. BIRGIT BEISHEIM
Bündnis 90/Die Grünen, Mitglied des Landtags NRW

DR. SYLVIA BÖCKER
Geschäftsführerin DIRECTTECH Global GmbH

PROF. DR. IRMGARD BUDER
Hochschule Rhein-Waal

DR. GIOVANNI CATANIA
Geschäftsführer atech innovations gmbh

ALESSANDRO COSTA
Venice International University

BERNHARD FELIZETER
Abteilungsleiter, Bauen, Energie & Umwelt - econet china

PROF. DR.-ING. MANFRED FISCHEDICK
Vizepräsident des Wuppertal Instituts

ANKE HEISEL
Ingenieurbüro für Umwelttechnik Hei-Tec, Mönchengladbach

MIKE HOFMANN
Geschäftsführer der German Industry & Commerce Greater China – Beijing

DR. PETER JAHNS
Geschäftsleitung der Effizienz-Agentur NRW

JANUSZ KAHL
Geschäftsführer, South Poland Cleantech Cluster

STEFFEN KANITZ
CDU/CSU-Fraktion, Mitglied des Bundestages

KARSTEN UMIERSKI
Uniper Energy Storage GmbH, Umweltmanagement

MARTIN WIEKERT
Germany Trade & Invest, Washington

DR. CHRISTIAN ZEYER
Geschäftsführer swisscleantech, Zürich

7 LITERATURVERZEICHNIS

(kein Datum).

(VDV), V. D. (2015). Zukunftsszenarien autonomer Fahrzeuge Chancen und Risiken für Verkehrsunternehmen.

acatech. (2015). „Neue autoMobilität. Automatisierter Straßenverkehr der Zukunft“. München.

ADFC. (28. 09 2016). *Fahrrad statt Laster: Paketlieferung per E-Lastenrad in Herne*. Von https://www.adfc-nrw.de/aktuelles/aktuelles/article/fahrrad-statt-laster-paketlieferung-per-e-lastenr.html abgerufen

AEE. (2016). *Metaanalyse - Investitionskosten von Energiewende-Technologien.* Agentur für Erneuerbare Energien.

BDE/ITAD/VDMA. (2016). *Branchenbild der deutschen Kreislaufwirtschaft.* Berlin: BDE; ITAD; VDMA.

Bloomberg. (06 2016). *New Energy Outlook (NEO) 2016*. Von https://www.bloomberg.com/company/new-energy-outlook/ abgerufen

Bloomberg. (12. 01 2017). *Global trends in clean energy investment.* Von https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/01/BNEF-Clean-energy-investment-Q4-2016-factpack.pdf?elqTrackId=58d5a60c90ec43d0a57a88a12bcde9cc& abgerufen

BMBF. (2014). *Forschungsagenda Green Economy.* Berlin.

BMBF. (2016). *Neue Werkstoffe und Materialien*. Abgerufen am 01. 02 2017 von Forschung/Zukunft der Arbeit: https://www.bmbf.de/de/neue-werkstoffe-und-materialien-536.html

BMUB. (2015). *deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) - Programm uur nachhaltigen Nutzung und zm schutz der natürlichen Ressourcen.* Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.

BMUB, B. f. (11. 11 2016). *Klimaschutzplan 2050.* Von http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf abgerufen

BMUB.de. (2016). *BMUB unterstützt den Aufbau einer modernen Kreislaufwirtschaft in Mega Cities*. Abgerufen am 21. 02 2017 von http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/bmub-unterstuetzt-den-aufbau-einer-modernen-kreislaufwirtschaft-in-mega-cities/

BMVI, B. f. (2017). *Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI vom 09.06.2015*. Von http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-elektromobilitaet.html abgerufen

BMWI. (2015). *Energieeffizienzstrategie Gebäude.* Berlin.

BMWI/Mittelstand Global. (2016). *Marktanalyse 2016 - Stand und Entwicklung der weltweiten Erneuerbare-Energien-Märkte.* Berlin.

Boschma, R., & Gianelle, C. (2014). *Regional branching and smart specialization policy.* (Bd. S3 Policy Brief Series No. 06.).

Bracher, T. (2015). Öffentliche Fahrradverleihsysteme. In O. (. Schwedes, *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung* (S. 08). 26. Von http://www.metropolradruhr.de/de/ abgerufen

Brachert, M., & Titze, M. (2012). Wirtschaftsstruktur und Regionalentwicklung: Zur Bedeutung von Headquartern und verbundenen Wirtschaftszweigen. *Wirtschaft im Wandel* , S. 209-216.

Brandt et. al. (2016). *Wirtschatsbericht Ruhr 2015.* Essen: Wirtschaftsförderung metropoleruhr GmbH.

Bundesministerium für Bildung und Forschung. (=! 2015). *Vom Material zur Innovation* . Von https://www.bmbf.de/pub/Vom_Material_zur_Innovation.pdf abgerufen

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). (2014). *Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz.* Berlin.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, B. (12 2016). *Fünfter Monitoring-Bericht zur Energiewende Die Energie der Zukunft Berichtsjahr 2015*. Von http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fuenfter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft.pdf?__blob=publicationFile&v=24 abgerufen

Bundesregierung. (2016). *Klimaschutzplan 2050.* Berlin.

Bundesregierung. (2016). *Klimaschutzplan 2050.* Berlin: BMUB.

Bundesregierung. (24. 02 2016). Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen. *A. Problem und Ziel*. Berlin.

Bundesregierung. (2017). *Novelle zur Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen.* Berlin.

Bundesverband Carsharing. (20. 02 2017). *bcs-Städtevergleich 2015: CarSharing-Angebote in deutschen Städten über 50.000 Einwohner.* Von http://carsharing.de/sites/default/files/uploads/uebersichtstabelle_staedteranking_2015_lang.pdf abgerufen

Bundesverband Carsharing. (2017). *Carsharing Standorte*. Von http://carsharing.de/cs-standorte-ol3-v7 abgerufen

BürgerEnergieGenossenschaft Ruhr-West. (23. 02 2017). *BürgerEnergieGenossenschaft Ruhr-West eG (BEG-RW)*. Von http://www.begrw.de abgerufen

CAM. (2017). *AutomotiveINNOVATIONS 2016.* Center of Automotive Management - Das Auto-Institut.

Canzler, W., & Knie, A. (2016). *Die digitale Mobilitätsrevolution.* München: Oekom Verlag.

CEF.NRW. (2017). Von http://www.cef.nrw.de/page.asp?TopCatID=11746&RubrikID=11746 abgerufen

Cucchiella, F., D'Adamo, I., Koh, L., & Rosa, P. (22. 06 2015). Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams. *Revewable and Sustainable energy Reviews*, S. 263-272.

DEEFF, Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz. (04 2016). *Branchenmonitor Energieeffizienz 2016.* Von http://www.deneff.org/fileadmin/user_upload/Branchenmonitor2016.pdf abgerufen

Dehne, I., Oetjen-Dehne, R., Siegmund, N., Dehoust, G., & Möck, A. (2014). *Stofstromorientierte Lösungsansätze für eine hochwertige Verwertung von gmeischten gewerblichen Siedlungsabfällen.* Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

DENEFF. (2016). *Branchenmonitor Energieeffizienz 2015.*

Deutscher Bundestag. (2016). *Drucksachse 18/9094 - Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit zum Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen (Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II).* Berlin: Bundestag.

difu, D. I. (13. 11 2015). *Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in der kommunalen Planungspraxis*. Von Dokumentation des Workshops am 12. und 13. November 2015 in Essen.: https://difu.de/node/10464 abgerufen

Dortmund, S. (08. 12 2016). *"SmartFactory" entsteht in Dortmund*. Von https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/nachrichtenportal/alle_nachrichten/nachricht.jsp?nid=448580 abgerufen

Dr. Jahns, P. (2016). Was macht Dr. Peter Jahns? *Newsletter-Ausgabe 63*, www. (metropoleruhr, Interviewer, & business.metropoleruhr.de, Herausgeber)

Drive-CarSharing GmbH. (2017). *Ruhr Auto-e - Projektvorstellung*. Von http://www.ruhrauto-e.de/ueber-ruhrautoe/projektvorstellung/ abgerufen

Dynaklim Website. (2017). Von http://www.dynaklim.de/dynaklim2pub/index/2000_dynaklim/2200_arbeitsbereiche.html abgerufen

e.V., Cluster industrielle Biotechnologie 2021. (2017). Von http://www.stoffstroeme.de/netzwerk abgerufen

Edelmann, H. (2016). *Stadtwerkestudie 2016 - Digitale Geschäftsmodelle - Digitalisierung in der Energiewirtschaft.* Dortmund: Ernst&Young/Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Ellen MacArthur Foundation. (2016). *Intelligent Assets: Unlocking the circular economy potential.* World Economic Forum, Project MainStream.

EnergieAgentur.NRW. (19. 04 2016). *Pressemeldung "Auf dem Weg zum Masterplan Umweltwirtschaft: eine starke NRW-Branche formiert sich".* Von http://www.umweltwirtschaft.nrw.de/aktuelles/meldungen/details/news/auf-dem-weg-zum-masterplan-umweltwirtschaft-eine-starke-nrw-branche-formiert-sich/ abgerufen

energieagentur.nrw. (kein Datum). *Gebäude*. Abgerufen am 09. 01 2017 von Gebäude-Check Energie: http://www.energieagentur.nrw/gebaeude/gebaeudeenergieberatung1/aktion-gebaeude-check-energie

EnergieAgentur.NRW GmbH. (01 2010). *EnergieRegion.NRW. Das Cluster EnergieWirtschaft und seine Netzwerke*. Von http://www.energieregion.nrw.de/_database/_data/datainfopool/EnergieRegion2010.pdf abgerufen

EnergieAgentur.NRW GmbH. (06 2016). *Branchenführer – Windenergie in NRW 2016.* Von https://broschueren.nordrheinwestfalendirekt.de/herunterladen/der/datei/ea-branchenfuehrer-windenergie-final-pdf/von/branchenfuehrer-windenergie-in-nrw-2016/vom/staatskanzlei/2214 abgerufen

Erling, J. (10. April 2015). Mega-City? china baut schon an Giga-Städten. *Welt*, S. www.

ETN, P. (2017). *Elektromobilität in NRW.* Von http://www.elektromobilitaet.nrw.de/nrw-elektrisch/projektdatenbank/projektseiten/regionale-projektleitstelle-im-rahmen-der-modellregion-elektromobilitaet-rhein-ruhr/ abgerufen

EU. (2014). *Grüner Aktionsplan für KMU - KMU in die Lage versetzen, Umweltprobleme in Geschäftschancen umzuwandeln.* Europäische Kommission, Brüssel.

EU. (2015). *Closing the loop - An EU action plan für the Circular Economy.* Brüssel: European Commission. Von http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm abgerufen

EU. (12 2015). Flash Eurobarometer 426 - SMEs, resource efficiency and green markets. *Report*.

EU Kommission. (2013). *KMU, Ressourceneffizienz und grüne Märkte*. Von Flash-Eurobarometer: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-1256_de.htm abgerufen

EU Kommission. (2014). *GRÜNER AKTIONSPLAN FÜR KMU - KMU in die Lage versetzen, Umweltprobleme in geschäftschancen umzuwandeln.* Europäische Kommission.

EU Kommission. (2017). *Überprüfung der Umsetzung der EU-Umweltpolitik Länderbericht - DEUTSCHLAND.* Europäische Komission, Brüssel.

Europäische Umweltagentur. (02. 03 2015). *Die Umwelt in Europa: Zustand und Ausblick 2015: Synthesebericht* . Von http://www.eea.europa.eu/soer-2015/synthesis/die-umwelt-in-europa-zustand/at_download/file abgerufen

European Environment Agency. (2015). *Global megatrends assessment - Extended background analysisi vompementing the SOERT 2015 'Assessment of global megatrends'.* Luxemburg: EEA.

ewg.de. (2017). *Essener Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH*. Abgerufen am 20. 02 2017 von ÖKOPROFIT: http://www.ewg.de/projekte_fuer_unternehmen/ressourceneffizienz_1/Ressourceneffizienz.de.html

ExpertenInnen_Greentech.Ruhr. (02 2017). Marktnachfragstudie Greentech.Ruhr. (L. Polom, & C. Jung-König, Interviewer)

Ficher, C., & Grießhammer, R. (2013). *Working Paper: Mehr als nur weniger Suffizienz: Begriff, Begründung und Potenziale.* Freiburg: Öko-Institut e.V.

Flämig, D., & de Maizière, L. (2016). *Weiter Denken: von der Energiewende zur Nachhaltigkeitsgesellschaft.*

Fraunhofer IAO. (16. Februar 2016). *Smart Cities und Smart Services: Eine lohnende Perspektive für Entwicklungsländer*. Abgerufen am 01. 02 2017 von Blog von Willi Wendt: https://blog.iao.fraunhofer.de/smart-cities-und-smart-services-eine-lohnende-perspektive-fuer-entwicklungslaender/

Fraunhofer ISI. (2011). *Elektromobilität: Zulieferer für den Sturkturwandel gerüstet? - Status quo und Handlungsempfehlungen für den Autombilstandort Metropolregion stuttgart.* Stuttgart: IHK Stuttgart; Wirtschaftsförderung Region stuttgart.

Fraunhofer ISI. (2016). *DERA Rohstoffinformationen.* Karlsruhe: DERA - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS). (2012). Big Data- Vorsprung durch Wissen. Innovationspotenzialanalyse im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.

Fraunhofer-UMSICHT. (17. 02 2017). *Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT - Forschung | Entwicklung*. Von https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/forschung.html abgerufen

Frenken, K., Van Oort, F., & Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies 41.5*, S. 685-697.

gelsenwasser.de. (kein Datum). *Gelsenwasser AG Kurzbeschreibung*. Abgerufen am 22. 02 2017 von https://www.gelsenwasser.de/unternehmen/unser-unternehmen/beteiligungen/beteiligungsgesellschaften/?print=1&target=5151&cHash=1e65db2d661c2111a85f4b29bb5ba1d9

german.china.org.cn. (19. März 2014). *China gibt ersten Urbanisierungsplan bekannt - Chinesischer Urbanisierungsplan 2014 bis 2020*. Abgerufen am 01. 02 2017 von Botschaft der Volksrepublik china in der Bundesrepublik Deutschland: http://www.china-botschaft.de/det/zgyw/t1138571.htm

Görner, K. (03. 11 2015). *Rhein Ruhr Power Perspektiven und Synergien* . Von Lehrstuhl für Umweltverfahrenstechnik und Anlagentechnik Universität Duisburg: http://rhein-ruhr-power.net/wp/wp-content/uploads/2015/11/151103_Flexible-Kraftwerke_Berlin_G%C3%B6rner.pdf abgerufen

Götze, S., Kern, V., Kirchner, S., Mahnke, E., & Schwarz, S. (2016). *Kurwechsel 1,5 Grad - Wege in eine klimagerechte Zukunft.* Berlin: BUND; Heinricht Böll Stiftung; Misereor.

greentech-made-in-germany.de. (2014). *Größe der Leitmärkte*. Abgerufen am 01. 02 2017 von http://www.greentech-made-in-germany.de/umwelttechnik-deutschland/groesse-der-leitmaerkte/

Gröger, J. (2011). Effiziente Suffizienz. Berlin: Öko-Institut e.V.
Gründel, T. (2016). New Mobility. Mobilität neu denken. Zukunft des automatisierten Fahrens mit Blick auf MIV und ÖPNV“ Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme (IVI). Dresden. Von http://www.new-mobility-leipzig.de/media/Program abgerufen
GWI. (17. 02 2017). *Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.* Von http://www.gwi-essen.de/ abgerufen
GWP. (2016). *Wasser 4.0.* German Water Partnership.
GWP. (2017). *german Water partnership*. Abgerufen am 21. 02 2017 von Lösungen für die internationale Wasserwirtschaft: http://www.germanwaterpartnership.de/gewp-allgemein/laenderforen/index.htm
h2-netzwerk-ruhr. (2017). *Das h2-netzwerk-ruhr*. Von http://www.h2-netzwerk-ruhr.de/ abgerufen
Henning, H., Palzer, A., Pape, C., Borggrefe, F., Jachmann, H., & Fischedick, M. (2015). Phasen der Transformation des Energiesystems. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 10-14.
hwk-duesseldorf.de. (2015). *Kältenetz Ruhr*. Abgerufen am 21. 02 2017 von https://www.hwk-duesseldorf.de/artikel/kaeltenetz-ruhr-31,1595,3214.html
IHK Mittleres Ruhrgebiet. (24. 11 2016). *Netzwerk "Pro Energieeffizienz Mittleres Ruhrgebiet"*. Von http://www.bochum.ihk.de/industrie-energie-verkehr-umwelt/energie/netzwerk-pro-energieeffizienz.html abgerufen
Institut für Energie- und Umwelttechnik. (2017). Von http://www.iuta.de abgerufen
International Energy Agency (IEA). (2016). *World Energy Outlook 2016.*
IT.NRW. (18. 01 2017). Pendlerverflechtungen der 10 bevölkerungsreichsten kreisfreien Städte. Von https://www.it.nrw.de/statistik/b/daten/eckdaten/r543Pendler_verfl.html abgerufen
IWR, I. W. (2016). *NRW-Energiethemen*. Von http://www.energiestatistik-nrw.de/themen/braunkohle abgerufen
Jacob, K. e. (2015). *Innovationsorientierte ressourcenpolitik in planetaren Grenzen. Endbericht des Projekts Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess).* Berlin: ressourcenpolitik.de.
Jacob, K., Werland, S., & Münch, L. (2013). *analyse der Debatten der ressourceneffizienzpolitik in deutschland: Erwartungen, Postitionen und Konflikte der Ressourcenpolitik.* Berlin: frei Universität berlin - forschungszentrum für Umweltpolitik.
Jürgens, U. (2015). Aktuelle Fragen der Stadtgeographie. In A. Flade, *Stadt und Gesellschaft im FOkus aktueller Stadtforschung - Konzepte - Herausforderungen - Perspektiven* (S. 61-100). Hamburg.
Kallis, G. (2015). The Degrowth Alternative. Von http://www.greattransition.org/publication/the-degrowth-alternative abgerufen
klimawerkstadtessen.de. (2017). *KSI: Es tut sich was im Stadthafen!* . Abgerufen am 21. 02 2017 von Neues Ressoureneffizienz Projekt unterstützt Essener Betriebe: http://www.klimawerkstadtessen.de/klimawerkstadtessen_startseite_1/klimawerkstadtessen_klimaprojekte/ksi__klimaschutzteilkonzeptfuerdasgewerblichindustriellgenutztesondergebietstadthafenessen/klimakonzept_2.de.jsp
Kommunalverband Ruhrgebiet (KVR). (2000). *Arbeitsmarkt Ruhrgebiet.* Essen.
Konzeptwerk Neue Ökonomie. (2017). *Degrowth-Webportal*. Von https://www.degrowth.de/de/leipzig-2014/ abgerufen

Köpke, R. (25. 09 2013). Trimet setzt auf virtuelle Batterie. *Energie & Management GmbH*. Von https://www.energie-und-management.de/nachrichten/detail/trimet-setzt-auf-virtuelle-batterie-101495 abgerufen

Kristof, K., & Hennicke, P. (2010). *MaRess - Kurzüberblick über das Projekt 'Materialeffizienz und Ressourcenschonung' und seine Ergebnisse.* Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

Landesregierung Nordrhein-Westfalen. (29. 01 2013). *Klimaschutzgesetz Nordrhein-Westfalen.* Von https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=6&vd_id=13718&vd_back=N33&sg=2&menu=1 abgerufen

LANUV. (2013). *Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie (LANUV-Fachbericht 40).* Von https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/30040b.pdf abgerufen

LANUV. (2016). *Klimawandel in den Regionen Nordrhein-Westfalens - Regionale Ergänzungen zur Vorstellung des Berichts "Klimawandel und Klimafolgen in NRW".* www.umwelt.nrw.de/presse.

Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft. (2017). Von http://www.lee.ruhr-uni-bochum.de abgerufen

Lühr, O., Lambert, J., Struwe, J., Kreißig, J., Liesenfeld, J., & Bloser, M. (2015). *Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2015.* Prognos AG, RISP GmbH, IKU GmbH. Düsseldorf: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Von https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/umweltwirtschaftsbericht_nrw_2015.pdf abgerufen

Lynch, R. (2006). Corporate Strategy. Harlow: Prentice Hall.

Max-Planck-Institut für Kohlenforschung. (2017). Von http://www.kofo.mpg.de/impressum abgerufen

Meinke, U. (29. 10 2016). Warum die Bochumer GLS Bank den Dispozins abschafft. *DerWesten*, www.

Metropole Ruhr. (2016). *Grundlagenforschung für neue Werkstoffe*. Abgerufen am 01. 02 2017 von metropoleruhr.de: http://www.metropoleruhr.de/wissenschaft-bildung/kompetenz-forschung/technologien-materialien/neue-werkstoffe.html

Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung NRW. (2017). *Suchmaske Hochschulabschluss*. Von http://www.wissenschaft.nrw.de/studium/informieren/studiengaenge-in-nrw/ abgerufen

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. (2015). *Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen*. Von https://www.klimaschutz.nrw.de/fileadmin/Dateien/Download-Dokumente/Sonstiges/NRW_BR_Klimabericht_web_januar.pdf abgerufen

Mobarek, S. (07 2016). *Renewable energy export-import: a win-win for the EU and North Africa*. Abgerufen am 16. 01 2017 von worldbank.org: http://blogs.worldbank.org/energy/renewable-energy-export-import-win-win-eu-and-north-africa

MPI für Chemische Energiekonversion. (2017). *Max-Planck-Instituts für Chemische Energiekonversion.* Von https://www.cec.mpg.de/home/ abgerufen

Müller-Czygan, G. (2016). Digitalisierung öffentlicher Infrastrukturen am Beispiel der Wasserwirtschaft - Projekt KOMMUNAL 4.0. *AutomationBlue*.

Murray, A., Skene, K., & Heynes, K. (22. 05 2015). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the concept and Application in a Global Context. *Bus Ethics*, S. 140: 369.

Naisbitt, J. (1982). *Megatrends.* New Your: Warner Books.

NRW.BANK. (2016). *Dezentrale Energieproduktion mit virtuellen Kraftwerken*. Von https://www.nrwbank.de/digital/artikel/kraftwerke.php abgerufen

OECD. (2015). *ITF Transportausblick 2015 - deutsch.* OECD.

Paech, N. (2015). *Befreiung vom Überfluss. Auf dem Weg in die Postwachstumsökonomie.* München: Oekom-Verlag.

Prognos. (2015). *Die Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen.* Münster: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

recyclingmagazin.de. (24. 11 2016). *Industrie und Politik sehen Reformpotenzial der Gewerbeabfallverordnung*. Abgerufen am 16. 01 2017 von recyclingmagazin.de: http://www.recyclingmagazin.de/2016/11/24/industrie-und-politik-sehen-reformpotenzial-der-gewerbeabfallverordnung/

Regionalverband Ruhr. (23. 02 2017). *Klimametropole Ruhr 2022*. Von http://www.ruhr2022.de/broschuere/files/assets/common/downloads/publication.pdf abgerufen

Reidl, A. (16. 05 2016). Fahrrad-Highway gegen den Verkehrsinfarkt. Von http://www.zeit.de/mobilitaet/2016-05/rs1-radweg-ruhrgebiet-nordrhein-westfalen abgerufen

Revier Manager. (2010). Geothermie-Branche im Ruhrgebiet. (B. M. KG, Hrsg.) (01/2010). Von http://revier-manager.de/schluesselposition abgerufen

Roland Berger. (2014). *Greentech made in Germany 4.0 - Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland.* BMUB, Berlin.

ruhrnachrichten.de. (2008). Neue Heizungsanalge - Wann Energie-Contracting lohnt. *Ruhr Nachrichten*.

Ruhrverband. (2016). *Energie aus Abwasser*. Abgerufen am 21. 02 2017 von http://www.ruhrverband.de/de/abwasser/energie-aus-abwasser/

ruhrverband.de. (2017). *Verbundforschungsprojekt E-Klär*. Abgerufen am 22. 02 2017 von http://www.ruhrverband.de/wissen/forschung-entwicklung/energie/e-klaer/

Rüsberg, K. (03. 01 2017). *Vernetzung als Erfolgsmodell*. Von Deutschlandfunk: http://www.deutschlandfunk.de/ruhrvalley-vernetzung-als-erfolgsmodell.680.de.html?dram:article_id=375437 abgerufen

Spiegel. (24. 01 2017). China fährt schon vor. *Spiegel.de*, www.

Stadt Bottrop. (06. 06 2016). *InnovationCity greift auf andere Ruhrgebietsstädte über*. Von https://www.bottrop.de/innovationcity/aktuelles/innovationcity-roll-out.php abgerufen

Stadt Essen. (03. 03 2016). *Oberbürgermeister Thomas Kufen wirbt in Brüssel um Unterstützung*. Von http://wissenschaftsstadt-essen.de/gruene-visitenkarte-des-ruhrgebiets-delegation-zu-gast-bruessel/ abgerufen

Stiftung Mercator. (09. 07 2014). *Rahmenprogramm „Energiewende Ruhr“ können nun mit wissenschaftlicher Unterstützung und finanzieller Förderung in die Umsetzung gehen*. Von https://www.stiftung-mercator.de/de/presse/mitteilungen/nachrichten/vier-innovative-projekte-zur-energiewende-ruhr-am-start/ abgerufen

Techert, H. (2012). *Messung von Materialeffizienz in Unternehmen.* Köln: Institut der deutschen Wirtschaft.

Thieme, M. (2016). There is no Waste: Towards Holistic Resource Management. *Global Sustainability Yearbook 2016*, 54-55.

thyssenkrupp. (02. 11 2016). *Spatenstich für Carbon2Chem Technikum*. Von https://www.thyssenkrupp.com/media/c2c/presse/pm_carbon2chem_technikum.pdf abgerufen

TU Dortmund, F. S. (17. 02 2017). *Energiewende Ruhr "Landkarte der Energiewende"*. Von „Rahmenprogramm zur Umsetzung der Energiewende in den Kommunen des Ruhrgebiets": http://www.energiewendelandkarte-ruhr.de/ abgerufen

TU Dortmund, I. f. (23. 02 2017). *RIN – Regionales Innovationsnetzwerk Energieeffizienz Ruhr*. Von http://www.energieeffizienz.ruhr/ abgerufen

UBA. (04. 07 2013). *Energieeffiziente Produkte*. Abgerufen am 22. 02 2017 von http://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/energieeffiziente-produkte#textpart-1

UBA. (2016). *Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsates von Sekunärrohstoffen - mit Schwerpunkt Sekundärkunststoffe.* Berlin: Umweltbundesamt.

UBA. (2017). *Ökodesign*. Abgerufen am 22. 02 2017 von http://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/oekodesign

Umweltbundesamt. (2017). *Abfall- und Kreislaufwirtschaft*. Von https://www.umweltbundesamt.de/daten/abfall-kreislaufwirtschaft#strap1 abgerufen

UN. (2015). *World Population Prospects - the 2015 Revision.* New York: Department of Economic and Social Affairs.

UNEP. (2016). *Investment Portfolios in a carbon constrained World: The second annual progrees report of the Portfolio Decarbonization Coalition.* United Nations Environment Programme.

UNESCO. (2016). *The United nations World Water development report 2016 - Water and Jobs.* Paris: United nationas eudcational, Scientfic and Clutural Organization (UNESCO).

UNESCO-Kommission. (2014). *Weltwasserbericht 2014.* UN.

Uniper SE. (2017). *Kraftwerk Datteln 4*. Von https://www.uniper.energy/de/unser-geschaeft/unsere-standorte/datteln-4.html abgerufen

VDMA. (09. 05 2016). Export bleibt Motor der Abfall- und Recyclingtechnik. *Recycling Magazin*, S. http://www.recyclingmagazin.de/2016/05/09/export-bleibt-motor-der-abfall-und-recyclingtechnik/.

Verkehrsverbund Rhein Ruhr. (2017). *Der VRR auf einen Blick*. Von http://www.vrr.de/de/vrr/verbund/index.html abgerufen

WFZruhr.de. (2017). *Nachhaltige Kreislaufwirtschaft im Ruhrgebiet*. Abgerufen am 21. 02 2017 von http://www.wfz-ruhr.de/index.php?id=6

Wilmroth, J. (03 2013). Europäer machen 63 Millionen Tonnen Müll zu neuen Produkten. *Wirtschaftswoche*. Von http://www.wiwo.de/technologie/green/living/recycling-europaeer-machen-63-millionen-tonnen-muell-zu-neuen-produkten/13545610.html abgerufen

Wilts, H. (2014). *Recycling in Deutschland.* Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

Wilts, H. (2016). *Benefits of Ressource efficiency in Germany.* Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

Windkraft-Journal. (16. 12 2016). *Fraunhofer UMSICHT kombiniert solare Stromversorgung mit Redox-Flow-Speichertechnologie*. Von http://www.windkraft-journal.de/2016/12/16/fraunhofer-umsicht-kombiniert-solare-stromversorgung-mit-redox-flow-speichertechnologie/95773 abgerufen

windkraft-journal.de. (24. 10 2015). *Geothermie in Stillgelegten Zechen.* Abgerufen am 09. 01 2017 von Windkraft-Journal: http://www.windkraft-journal.de/2015/10/24/geothermie-in-stillgelegten-zechen/73328

wmr Greentech-Datenbank. (2017). Datenbank Greentech.Ruhr.

wmr.de. (2017). *Ressourceneffiziente Gewerbegebiete*. Abgerufen am 17. 02 2017 von http://business.metropoleruhr.de/projekte-services/aktuelle-projekte/ressourceneffiziente-gewerbegebiete/

Worldbank.org. (29. 08 2013). *Study Reveals Large, Untapped Potential for Water and Sanitation Services for the World's Poor*. Abgerufen am 16. 02 2017 von http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2013/08/29/study-reveals-large-untapped-potential-water-sanitation-services-world-poor

Wrobel et al. . (2015). *Informatik Spektrum 38 (5)*, S. 370-378.

WWAP. (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015 - Water and Sustainable World.* Paris: UNESCO.

WWF. (2015). *Financing the Transition: Austainable Infrastructure in Cities.* London: WWF.

WWF. (2016). *Living Planet Report.* WWF.

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH. (2017). Von http://www.zbt-duisburg.de abgerufen

ZETCON Ingenieure. (2017). *Handlungsfeld Erneuerbare Energien*. Von http://www.zetcon.de/handlungsfelder/erneuerbare-energien/ abgerufen

8 ANHANG

8.1 Greentech-relevante Studiengänge in der Metropole Ruhr

Studienfach	Abschluss	Hochschulname	Studienort	Studientyp
Architektur	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Architektur Mediamanagement	Master	Hochschule Bochum	Bochum	weiterführend
Architektur: Projektentwicklung	Master	Hochschule Bochum	Bochum	weiterführend
Bauingenieurwesen	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Bauingenieurwesen	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Bauingenieurwesen	Master	Hochschule Bochum	Bochum	weiterführend
Bauingenieurwesen - Kooperative Ingenieurausbildung	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Elektromobilität	Master	Hochschule Bochum	Bochum	weiterführend
Elektrotechnik	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Elektrotechnik	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Elektrotechnik	Master	Hochschule Bochum	Bochum	weiterführend
Elektrotechnik, mit Praxissemester	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Geoinformatik	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Geoinformatik	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Geoinformatik - Kooperative Ingenieurausbildung	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Informatik	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Maschinenbau	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Maschinenbau	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Maschinenbau	Master	Hochschule Bochum	Bochum	weiterführend
Maschinenbau - kooperative Ingenieurausbildung	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Mechatronik	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Mechatronik	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Mechatronik	Master	Hochschule Bochum	Bochum	weiterführend
Mechatronik - Kooperative Ingenieurausbildung	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Vermessung	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Vermessung	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Vermessung - Kooperative Ingenieurausbildung	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Wirtschaftsingenieurwesen Bau	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig
Wirtschaftsingenieurwesen	Bachelor	Hochschule Bochum	Bochum	grundständig

Maschinenbau				
Angewandte Materialwissenschaften	Bachelor	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	grundständig
Elektro- und Informationstechnik	Bachelor	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	grundständig
Elektro- und Informationstechnik	Master	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	weiterführend
Geoingenieurwesen und Nachbergbau	Master	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	weiterführend
Geotechnik und Angewandte Geologie	Bachelor	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	grundständig
Maschinenbau	Bachelor	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	grundständig
Maschinenbau	Master	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	weiterführend
Maschinenbau	Master	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	weiterführend
Rohstoffingenieur	Bachelor	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	grundständig
Verfahrenstechnik	Bachelor	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	grundständig
Vermessungswesen	Bachelor	Technische Hochschule Georg Agricola	Bochum	grundständig
Bauingenieurwesen	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Bauingenieurwesen	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Biochemie	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Biochemie	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Biodiversität	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Biologie	Bachelor of Arts	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Biologie	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Biologie	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Chemie	Bachelor of Arts	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Chemie	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Chemie	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Cognitive Science	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Elektrotechnik und Informationstechnik	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Elektrotechnik und Informationstechnik	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Geographie	Bachelor of Arts	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Geographie	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Geographie	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Geowissenschaften	Bachelor of Sci-	Universität Bochum	Bochum	grundständig

	ence			
Geowissenschaften	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Informatik, angewandte	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Lasers and Photonics	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Maschinenbau	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Maschinenbau	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Materials Science and Simulation	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Molecular and Developmental Stem Cell Biology	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Molecular Sciences and Simulation	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Physik	Bachelor of Arts	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Physik	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Physik	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Sales Engineering und Product Management	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Transformation of Urban Landscapes	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Umwelttechnik und Ressourcenmanagement	Bachelor of Science	Universität Bochum	Bochum	grundständig
Umwelttechnik und Ressourcenmanagement	Master of Science	Universität Bochum	Bochum	weiterführend
Angewandte Informatik	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Bottrop	grundständig
Angewandte Informatik	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Bottrop	grundständig
Energie- und Umwelttechnik	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Bottrop	grundständig
Wirtschaftsingenieurwesen - Energiesysteme	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Bottrop	grundständig
Wirtschaftsingenieurwesen - Energiesysteme	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Bottrop	grundständig
Architektur	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Architektur (Teilzeit)	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Bachelor Maschinenbau - Verbundstudium PSM	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Elektrotechnik	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Elektrotechnik mit Praxissemester	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Embedded Systems for Mechatronics	Master	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	weiterführend
Energiewirtschaft	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Energiewirtschaft mit Praxissemester	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig

Fahrzeugelektronik	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Fahrzeugtechnik - Nachhaltige Mobilität	Master	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	weiterführend
Fahrzeugtechnik mit Praxissemester	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Flexible Produktionssysteme	Master	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	weiterführend
Gebäudehüllen aus Metall	Master	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	weiterführend
Informations- und Elektrotechnik	Master	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	weiterführend
Internationales Projektingenierwesen	Master	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	weiterführend
Maschinenbau	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Orthopädieingenieur/ -in	Bachelor	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	grundständig
Orthopädieingenieur/ -in	Master	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	weiterführend
Produktentwicklung und Simulation	Master	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	weiterführend
Ressource Architektur	Master	Fachhochschule Dortmund	Dortmund	weiterführend
Angewandte Informatik	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Angewandte Informatik	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Architektur und Städtebau	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Architektur und Städtebau	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Automation and Robotics	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Bauingenieurwesen	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Bauprozessmanagement und Immobilienwirtschaft	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Berufsbildung Elektrotechnik	Master LABG - Lehramt an Berufskollegs (BK)	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Berufsbildung Maschinenbautechnik	Master LABG - Lehramt an Berufskollegs (BK)	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Bioingenieurwesen	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Bioingenieurwesen	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Chemical Engineering - Process Systems Engineering	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Chemie	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Chemie	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Chemieingenieurwesen	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig

Chemieingenieurwesen	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Chemische Biologie	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Chemische Biologie	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Datenanalyse und Datenmanagement/ Data Analysis and Data Management	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Datenwissenschaft/ Data Science	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Elektro- und Informationstechnik	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Elektro- und Informationstechnik	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Konstruktiver Ingenieurbau	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Logistik	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Logistik	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Manufacturing Technology	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Maschinenbau	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Maschinenbau	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Medizinphysik	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Physik	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Physik	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Raumplanung	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Raumplanung	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Spatial Planning for Regions in Growing Economies (SPRING)	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Wirtschaftsingenieurwesen	Bachelor of Science	TU Dortmund	Dortmund	grundständig
Wirtschaftsingenieurwesen	Master of Science	TU Dortmund	Dortmund	weiterführend
Maschinenbau	Bachelor of Engineering	FOM Hochschule für Oekonomie & Management	Dortmund, Düsseldorf, u.a.	grundständig
Elektrotechnik & Informationstechnik	Bachelor of Engineering	FOM Hochschule für Oekonomie & Management	Dortmund, Frankfurt am Main, u.a.	grundständig
Angewandte Informatik - Ingenieur- oder Medieninformatik	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Automation and Control Engineering, ISE	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Automotive Engineering & Management	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Communications Engineering,	Master of Science	Universität Duisburg-	Duisburg	weiterführ-

ISE		Essen		rend
Computer Engineering, ISE	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Electrical and Electronic Engineering, ISE	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Elektrotechnik und Informationstechnik	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Elektrotechnik und Informationstechnik	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Elektrotechnik und Informationstechnik	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Elektrotechnik und Informationstechnik	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Elektrotechnik und Informationstechnik	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Energietechnik	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Energy Science	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Energy Science	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Maschinenbau	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Maschinenbau	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Maschinenbau	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Maschinenbau	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Mechanical Engineering, ISE	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Mechanical Engineering, ISE	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Metallurgy and Metal Forming, ISE	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Metallurgy and Metal Forming, ISE	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
NanoEngineering	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
NanoEngineering	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
NanoEngineering	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
NanoEngineering	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Physik	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Physik	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Physik	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Power Engineering, ISE	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	weiterführend
Steel Technology and Metal Forming	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Duisburg	grundständig
Elektrotechnik	Bachelor of Engi-	FOM Hochschule für	Essen	grundständig

	neering	Oekonomie & Management		
Elektrotechnik	Master of Science	FOM Hochschule für Oekonomie & Management	Essen	weiterführend
Maschinenbau	Master of Science	FOM Hochschule für Oekonomie & Management	Essen	weiterführend
Mechatronik	Bachelor of Engineering	FOM Hochschule für Oekonomie & Management	Essen	grundständig
Mechatronik	Master of Science	FOM Hochschule für Oekonomie & Management	Essen	weiterführend
Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau	Bachelor of Engineering	FOM Hochschule für Oekonomie & Management	Essen	grundständig
Angewandte Informatik - Systems Engineering	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Bauingenieurwesen	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Bauingenieurwesen	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Bauingenieurwesen	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Bauingenieurwesen	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Bautechnik - Tiefbautechnik (kleine berufliche Fachrichtung)	Bachelor mit Lehramtsoption Berufskolleg	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Bautechnik - Tiefbautechnik (kleine berufliche Fachrichtung)	Master of Education f. d. Lehramt an Berufskolleg	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Biologie	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Biologie	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Biotechnik	Bachelor mit Lehramtsoption Berufskolleg	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Biotechnik	Master of Education f. d. Lehramt an Berufskolleg	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Chemie	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Chemie	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Environmental Toxicology	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Medizinische Biologie	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Medizinische Biologie	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Metallurgy and Metal Forming (dual)	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Produktion, Logistik, Absatz (kleine berufliche Fachrichtung)	Master of Education f. d. Lehramt an	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend

	Berufskolleg			
Structural Engineering, ISE	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Sustainable Urban Technologies	Master (1-Fach)	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Transnational ecosystem-based Water Management (TWM)	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Urbane Kultur, Gesellschaft und Raum	Bachelor of Arts	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Water Science	Master of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	weiterführend
Water Science, Wasser: Chemie, Analytik, Mikrobiol.	Bachelor of Science	Universität Duisburg-Essen	Essen	grundständig
Elektrotechnik	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Elektrotechnik	Master	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	weiterführend
Elektrotechnik kooperativ	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Energiesystemtechnik	Master	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	weiterführend
Maschinenbau	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Maschinenbau kooperativ	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Medizinische Radiologietechnologie	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Mikrotechnik & Medizintechnik	Master	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	weiterführend
Physikalische Technik	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Physikalische Technik kooperativ	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Versorgungstechnik und Entsorgungstechnik	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Versorgungstechnik und Entsorgungstechnik dual	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Wirtschaftsingenieurwesen Facility Management	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Wirtschaftsingenieurwesen Facility Management dual	Bachelor	Westfälische Hochschule	Gelsenkirchen	grundständig
Elektrotechnik für Energie, Licht, Automation	Bachelor	Fachhochschule Südwestfalen	Hagen	grundständig
Verbundstudiengang Elektrotechnik	Bachelor	Fachhochschule Südwestfalen	Hagen	grundständig
Umweltwissenschaften	Master	FernUniversität in Hagen	Hagen	weiterführend
Angewandte Biomedizintechnik	Master of Science	Hochschule Hamm-Lippstadt	Hamm	weiterführend
Biomedizinische Technologie	Bachelor	Hochschule Hamm-Lippstadt	Hamm	grundständig
Biomedizinisches Management und Marketing	Master of Science	Hochschule Hamm-Lippstadt	Hamm	weiterführend
Energietechnik und Ressourcenoptimierung	Bachelor	Hochschule Hamm-Lippstadt	Hamm	grundständig
Umweltmonitoring und forensi-	Bachelor	Hochschule Hamm-	Hamm	grundständig

sche Chemie		Lippstadt		
Management Energiewirtschaft	Master of Science	SRH Hochschule für Logistik und Wirtschaft	Hamm	weiterführend
Wirtschaftsingenieurwesen Energiewirtschaft	Bachelor of Science	SRH Hochschule für Logistik und Wirtschaft	Hamm	grundständig
Environment and Energy	Bachelor of Science	Hochschule Rhein-Waal	Kamp-Lintfort	grundständig
Bauingenieurwesen	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Bauingenieurwesen	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Bauingenieurwesen	Master of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	weiterführend
Elektrotechnik	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Elektrotechnik	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Energie- und Wassermanagement	Bachelor of Arts	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Energie- und Wassermanagement	Bachelor of Arts	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Maschinenbau	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Maschinenbau	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Mechatronik	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Mechatronik	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Technisches Produktionsmanagement	Master of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	weiterführend
Wirtschaftsingenieurwesen - Maschinenbau	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Wirtschaftsingenieurwesen - Maschinenbau	Bachelor of Science	Hochschule Ruhr West	Mülheim an der Ruhr	grundständig
Biologie, Molekulare	Bachelor	Westfälische Hochschule	Recklinghausen	grundständig
Biologie, Molekulare	Master	Westfälische Hochschule	Recklinghausen	weiterführend
Chemie	Bachelor	Westfälische Hochschule	Recklinghausen	grundständig
Chemie (Teilzeit)	Bachelor	Westfälische Hochschule	Recklinghausen	grundständig
Polymerchemie	Master	Westfälische Hochschule	Recklinghausen	weiterführend

8.2 Greentech-Relevante Verbundforschungsprojekte in der Metropole Ruhr 1996 - 2017

Verbundforschungsprojekt	Greentech Akteur 1	Greentech Akteur 2	Greentech Akteur 3
ADECOS II	Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH (Duisburg)		
ADELE-Ing	innogy SE (Essen)		
Akustisches Temperaturmesssystem	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Zentralbereich Energie/Technische Betriebswirtschaft (Duisburg)		
ALASKA	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
Anschlussprojekt Haldengeothermie	aix-o-therm GeoEnergien, Dr. Roland Gaschnitz (Marl)		
Aquasens	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
Aufbau eines virtuellen Unternehmens in Luft- und Raumfahrt - Aerospace Virtual Company (AERVICO)	ProTec-Recycling GmbH (Werne)		
Automatisierte Netzausbauplanung im Verteilnetz, intelligent, innovativ und integriert	RWE Deutschland Aktiengesellschaft (Essen)		
Bandreinigung	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Abt. 714 Technologie und Umweltschutz (Bochum)		
Bessere Ausnutzung von Fernwärmeanlagen	Energieversorgung Oberhausen Aktiengesellschaft (Oberhausen)		
BigPPSBip	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
BinGas	NEUE TRITON-SCHIFFSWERFT GMBH (Duisburg)		
bizeps - Bergisch-Märkische Initiative zur Förderung von Existenzgründungen, Projekten und Strukturen	HAGENagentur Gesellschaft für Wirtschaftsförderung, Stadtmarketing und Tourismus mbH (Hagen der Fern-Universität)		
Braunkohlenkoks	DK Recycling und Roheisen GmbH (Duisburg)	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Abt. DB RE (Duisburg)	

Brillante Hochleistungsdioden-laser zur Metallbearbeitung (BRILAMET)	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
CarboDis	Zentrum für Brennstoff-zellen-Technik GmbH (Duisburg)		
Carbon2Chem-L0	ThyssenKrupp AG - Corporate Function Technology - Innovation & Sustainability (Essen)		
Carbon2Chem-L1	ThyssenKrupp AG (Es-sen)	Zentrum für Brennstoff-zellen-Technik GmbH (Duisburg)	
Carbon2Chem-L2	ThyssenKrupp AG (Es-sen)		
Carbon2Chem-Verbundvorhaben L4: SynAlk	ThyssenKrupp AG (Es-sen)		
CarboPlate	Zentrum für Brennstoff-zellen-Technik GmbH (Duisburg)		
CLIENT Brasilien Verbundpro-jekt COBI	RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)		
CLIENT Semizentral Phase 2	Emscher Wassertechnik GmbH (Essen)		
CO2 - neutrale Substitution von Koks	RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)		
CO2Plus: OPtiMeOH	Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH (Duisburg)		
COALEEP	Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH (Duisburg)		
CoReLo	Duisburger Hafen Akti-engesellschaft (Duis-burg)		
Dampdruckwirbelschichttrock-nung für Braunkohle II	Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH (Duisburg)		
DELTA - Datensicherheit und -integrität in der Elektromobili-tät beim Laden und eichrecht-konformen Abrechnen	innogy SE (Essen)		
DEUFRAKO - Eisenbahnfahr-werke II	Bochumer Verein Ver-kehrstechnik GmbH (Bochum)	Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH (Ober-hausen)	
Dezentrale Heizungspumpe	WILO SE (Dortmund)	WILO SE - Abt. ARTEC-Projekte (Dortmund)	WILO SE - Abt. TEG Projekte (Dortmund)
Dienste einer offenen Börse zur effizienten Abwicklung von Produktions- und Geschäfts-prozessen zu dynamischen Logistiknetzwerken (Logistik-börse)	ProTec-Recycling GmbH (Werne)		

DI-GI-DENT	carat robotic innovation GmbH (Dortmund)		
DINAR	EUS GmbH (Holzwickede)		
Direkter Einsatz von selbstreduzierenden Briketts	RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)		
DISTEL	Essener Verkehrs - Aktiengesellschaft - Bereich Verkehrsmanagement (VM) (Essen)		
Druckkohlenstaubfeuerung	Deutsche Babcock Energie- und Umwelttechnik AG (Oberhausen)	STEAG GmbH (Essen)	
DynAKlim	Dr. Papadakis GmbH Ingenieurgesellschaft für Hydrologie - Siedlungswasserwirtschaft - Wasserwirtschaft (Hattingen)	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)	
DynKo	Duisburger Hafen Aktiengesellschaft (Duisburg)	Niederrheinische Verkehrsbetriebe Aktiengesellschaft NIAG (Moers)	
E! 5094 HyRIS	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
E2Log-Energieeffizienz in der Logistik	WILO SE (Dortmund)		
eBusiness Lotse Südwestfalen-Hagen-Oberberg	HAGENagentur Gesellschaft für Wirtschaftsförderung, Stadtmarketing und Tourismus mbH (Hagen der Fern-Universität)		
ECUP3000	Krohne Messtechnik GmbH (Duisburg)		
E-DeMa	RWE Deutschland Aktiengesellschaft (Essen)		
EDISON	EUS GmbH (Holzwickede)		
EffiForm	ScienLab electronic systems GmbH (Bochum)		
Ein Prognosewerkzeug zur Berechnung der Nitratausbreitung in wasserwirtschaftlich genutzten Grundwasserleitern - WaWi-Prog -	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH - Bereich Wasserressourcen Management (Mülheim an der Ruhr)		
Einflussfaktoren und Handlungsbedarf für Innovationen zum nachhaltigen Wirtschaften - Möglichkeiten und Grenzen einer nachhaltigen Wasserwirt-	Ruhrverband (Essen)		

schaft			
Eisenbahnfahrwerke	Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH (Bochum)	Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH (Oberhausen)	
E-Klär	Ruhrverband (Essen)		
E-MOB - eMERGE	innogy SE (Essen)		
E-Mobility	RWE Effizienz GmbH (Dortmund)		
EnEff:Wärme - Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
EnEff:Wärme - HEATLOOP	Stadtwerke Bochum Holding GmbH (Bochum)		
EnEff:Wärme Flex KWK	Energieversorgung Oberhausen Aktiengesellschaft (Oberhausen)		
EnEffReg - Ganzheitliche Energieeffizienzregelung für versorgungstechnische Anlagen der industriellen Produktion	ThyssenKrupp Steel Europe AG (Duisburg)		
Energieanalyse Altbausanierung	GERTEC GmbH Ingenieurgesellschaft (Essen)		
Energieeffiziente Kühlung und Entfeuchtung (ECOS)	Klingenburg GmbH (Gladbeck)		
Energieeffizienzsteuerung beim Recycling von Reststoffen	DK Recycling und Roheisen GmbH (Duisburg)		
Energiesparende Produktion von Feuerfestmaterialien	Evonik Industries AG (Essen)		
ENERWA	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)	RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH - Ressourcenmanagement (Mülheim an der Ruhr)	
EnOB: DCC-COP 100	Klingenburg GmbH (Gladbeck)		
EnOB: ZUGABE	WILO SE (Dortmund)		
eNterop	RWE Effizienz GmbH (Dortmund)		
EnTri	Dortmunder Energie- und Wasserversorgung Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Dortmund)		
Entwicklung eines hocheffiziente, kompakten Mikro-Kraft-Wärme-Kopplungs-Brennstoffzellenheuzgerätes	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
Entwicklung eines Hybriden Honverfahrens zur Herstellung reibungsreduzierter und energieeffizienter Kurbeltriebe	ScienLab electronic systems GmbH (Bochum)		
Entwicklung eines Systems zur	carat robotic innovation		

multimedial-unterstützten Qualifizierung betrieblicher Mitarbeiter mit integrierter Erfolgskontrolle und Teamarbeitsfunktion	GmbH (Dortmund)		
Entzinkung von Stahlschrotten	RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)		
Enzymatische Herstellung neuartiger Esteröle	Evonik Industries AG (Essen)		
Enzympräparate	Evonik Industries AG (Essen)		
EPO	carat robotic innovation GmbH - Technikum (Dortmund)		
Ester biosystemischer Säuren für die Kosmetik	Evonik Industries AG (Essen)		
Evaluierung der Mikroreaktionstechnik in der Industrie	ThyssenKrupp Industrial Solutions AG - Bereich Forschung und Entwicklung (Dortmund)		
EWave	RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH - Ressourcenmanagement (Mülheim an der Ruhr)		
Exportorientierte FuE für Trinkwasser	INSTITUT FÜR WASSERFORSCHUNG Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Schwerte, Hansestadt an der Ruhr)	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)	
EXPOVAL	Emscher Wassertechnik GmbH (Essen)	Oswald Schulze Umwelttechnik GmbH (Gladbeck)	
ExtraLight	ThyssenKrupp Steel Europe AG - 290 FuE-A Anwendungskonzepte (Duisburg)		
Extrusionsplatte	ThyssenKrupp Industrial Solutions AG - Business Unit Process Technologies (Dortmund)	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)	
Fabiene	ThyssenKrupp Industrial Solutions AG - Business Unit Process Technologies (Dortmund)		
Feuerverzinkung	ThyssenKrupp Steel Europe AG - 363 FuE Prozesstechnologie (Duisburg)		
Flexibles Walzen	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Forschung Qualitäts- und Prüfwesen - Abt. Koordination Technik (Duisburg)		

FlexIgnite	Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH (Duisburg)		
FlexWB	ThyssenKrupp Steel Europe AG - 551 WSK-W-K (Dortmund)		
GasqualitaetGlas - Gasbeschaffenheitsschwankungen - Erarbeitung von Kompensationsstrategien für die Glasindustrie zur Optimierung der Energieeffizienz	Gas- und Wärme-Institut Essen (E.V.) (Essen)		
Geografisches Informations-System zur Alarmierung mit autonomen, vernetzten Einzel-Gassensoren ? SAVE	ThyssenKrupp Steel Europe AG - 363 FuE Prozesstechnologie (Duisburg)		
GeoTechControl	ZPP Ingenieure GmbH (Bochum)		
Gestaltung der Balance von Flexibilität und Stabilität durch implizite Vereinbarungen in der Mikro- und Nanotechnologie-Industrie (GeMiNa)	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Gleisanschlussverkehr	ThyssenKrupp Steel Europe AG (Duisburg)		
Globe-Si	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH - Abt. Thin-Film Activation (Dortmund)		
Go2Learning - web-basierte Lehr-, Lern- und Arbeitsplattform für die deutsche Bauindustrie	Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH - Neue Medien/Software (Bochum)		
Good Sound	Duisburger Hafen Aktiengesellschaft (Duisburg)		
Graphene in LiBZ	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
Großentstaubungsanlagen	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Zentralbereich Energie/Technische Betriebswirtschaft (Duisburg)		
Großschachtöfen	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Geschäftsfeld Roheisen (Hochofenbetrieb Schwelgern) (Duisburg)		
GW-Ruhr	DMT GmbH & Co. KG (Essen)		
Hausinstallation	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		

HEATFLOW	DMT GmbH & Co. KG - Geschäftsfeld Exploration & Geosurvey (Essen)		
HEMAG - Entwicklung eines Verfahrens zum Heißpressen von Magneten für energieeffiziente Pumpen	WILO SE (Dortmund)		
Hocheffiziente LED Beleuchtungssysteme auf Basis von hochintegrierten Freiformreflektoren und neuartigen, mikrostrukturierten Reflektormaterialien (HIREFLED)	ALANOD GmbH & Co. KG (Ennepetal der Kluterthöhle)		
Hochfeuerfeste Wärmedämmstoffe	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Warmbreitbandwalzwerk Bochum (Bochum)		
Hochleistungs-Membrantechnologie	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
Hochofenschlacken-Verwertung	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Geschäftsfeld Roheisen (Hochofenbetrieb Schwelgern) (Duisburg)		
Hochrate-Elektronenstrahlbedampfung in Kombination mit Plasmaprozessen zur wirtschaftlichen Abscheidung von neuen Schichtsystemen auf Stahlband	ThyssenKrupp Steel Europe AG (Duisburg)		
Höchstfeste Federn	ThyssenKrupp Steel Europe AG (Duisburg)		
HPMS	Babcock Borsig Steinmüller GmbH (Oberhausen)	Bilfinger Piping Technologies GmbH (Oberhausen)	STEAG Energy Services GmbH (Essen)
HT-PEM-MEA	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
HTSL-Begrenzer auf Massivmaterialbasis	EUS GmbH (Holzwickede)		
HTSL-Kabel	RWE Deutschland Aktiengesellschaft - DE-N - Neue Technologien/Projekte (Essen)		
HTSL-SMES	EUS GmbH (Holzwickede)		
Hybrides Fügen	Grillo-Werke Aktiengesellschaft (Duisburg)	ThyssenKrupp Steel Europe AG - 29 FuE-A Schmelzschweißen (Duisburg)	
I-LOV - Intelligentes sicherndes Lokalisierungssystem für die Rettung und Bergung von Verschütteten	carat robotic innovation GmbH (Dortmund)		

IMAUF	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Vertrieb/Engineering - Division Auto (V/E 34) (Duisburg)		
IndiKühl	Klingenburg GmbH (Gladbeck)		
Individualiserte sozio-technische Arbeitsassistenz für die Produktion	carat robotic innovation GmbH (Dortmund)		
Industrial SystemsTechnician	carat robotic innovation GmbH (Dortmund)		
Industrie und wissenschaftliche Institutionen	MOOG Unna GmbH (Unna)		
INIS - Verbundprojekt KURAS	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
INIS - Verbundprojekt TWIST++	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
InLiNe	Elektro-Bauelemente Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Lünen)		
InnoCaT2	ThyssenKrupp Steel Europe AG - 290 V/E 74 Umformtechnik (Duisburg)		
Innovative Beheizung von Wärmebehandlungsöfen	ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH (Dortmund)		
Innovative Kabinentechnologien	Vossloh-Schwabe Lighting Solutions GmbH & Co. KG (Kamp-Lintfort)		
Innovative Komponenten für 2 µm-Faserlaser hoher Effizienz und hoher Leistung (one2FEL)	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Integrierte Betrachtung von Strom-, Gas- und Wärmesystemen zur modellbasierten Optimierung des Energieausgleichs- und Transportbedarfs innerhalb der deutschen Energienetze	Gas- und Wärme-Institut Essen (E.V.) (Essen)		
Integrierte Grüne Effiziente Laser (IGEL)	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
INTELLA	ScienLab electronic systems GmbH (Bochum)		
IP-KOM-ÖV	Essener Verkehrs-Aktiengesellschaft - Bereich Mobilitätsforschung (MF) (Essen)		

Iran Nitratentfernung	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
ISDA	DMT GmbH & Co. KG - Geschäftsfeld Bau Consulting - Hydrogeologie & Wasserwirtschaft (Essen)		
ISETEC II - ISUS	ThyssenKrupp MillServices & Systems GmbH (Oberhausen)		
ISETEC II - RoboCon	ThyssenKrupp System Engineering GmbH (Essen)		
IWaNet	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
IWRM Südafrika - Integriertes Wasserressourcenmanagement in der Projektregion 'Mittlerer Olifants'	REMONDIS Aqua GmbH & Co. KG (Lünen)		
KiZO	RWE Innogy GmbH (Essen)		
Klimaschutz: Herstellung chemischer Grundstoffe	Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG - Bereich Hydrometallurgie (Ennepetal der Kluterthöhle)		
Klimaschutz: Katalytisch-thermische Entsorgung methanhaltiger Schwachgase	LAMBDA Gesellschaft für Gastechnik mbH (Herten)		
Klimaschutz: Thermische Nutzung von Haldenschwelbränden	aix-o-therm GeoEnergien, Dr. Roland Gaschnitz (Marl)	DMT GmbH & Co. KG - DMT-Zentrum für Brandschutz und Sicherheit (Dortmund)	
KMU-innovativ10 REINER	RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)		
KMU-innovativ12 3SmartX	RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)		
KMU-innovativ12 IBAS	WTE Wassertechnik GmbH (Essen)		
KMU-innovativ2 EUSSaWa	delta H Ingenieurgesellschaft mbH (Witten)		
Kombinationsverfahren zum Laserschneiden und zur lokalen Laserentfestigung von Bauteilen aus hochfesten pressgehärteten Stählen (KLasse)	ThyssenKrupp Steel Europe AG - FuE Anwendungstechnik (Duisburg)		
Kombinierte Freiformoptik aus	LIMO Lissotschenko		

Glas	Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
KOMET 650	RWE Deutschland Aktiengesellschaft (Essen)		
Kooperationen Mittelständiges Unternehmen in Korea auf F&E Basis	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
KoPa II - BeMobility	RWE Effizienz GmbH (Dortmund)		
KoPa II - Stromschnelle	RWE Effizienz GmbH (Dortmund)		
Kostensenkungspotentiale in der kommunalen Abfallentsorgung	EDG Holding GmbH (Dortmund)		
KoWUB	ThyssenKrupp Steel Europe AG - 551 FuE-E Neue Oberflächentechnologien und Pilotfertigung Oberfläche (Dortmund)		
KRN-Mephrec	Innovatherm Gesellschaft zur innovativen Nutzung von Brennstoffen mbH (Lünen)		
Kupferabgabe in Trinkwasserinstallationen	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
Kupolofenoptimierung	Air Products GmbH (Hattingen)		
Langstrecken-Elektromobilität	GLS Gemeinschaftsbank e.G. (Bochum)	Stadtwerke Bochum Holding GmbH (Bochum)	USB Bochum GmbH (Bochum)
Laserdotieren von Solarzellen	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Laso	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
LastEISys	Hydrogenics GmbH (Gladbeck)		
LASTPIT	MOOG Unna GmbH (Unna)		
LEA	Gebr.Eickhoff Maschinenfabrik u.Eisengießerei GmbH (Bochum)		
Lebensdauerprognosemodelle für BZ	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
Lebenslang gesund arbeiten - demografieorientierte innovative Präventionskonzepte (LEGESA)	ThyssenKrupp Industrial Solutions AG (Essen)		
LED-Flasher-Arrays	Vossloh-Schwabe Lighting Solutions GmbH &		

	Co. KG (Kamp-Lintfort)		
LEILA-DG	Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH (Bochum)		
Leiser Verkehr - L ZAR G (Leiser Zug auf realem Gleis)	Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH (Bochum)	Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH (Oberhausen)	
Lernende Informationsinfrastrukturen für das Krisenmanagement am Beispiel der Stromversorgung (InfoStrom)	RWE Deutschland Aktiengesellschaft - Ressort Technik (Essen)		
LiB2015-Lessy	Evonik Industries AG (Marl)		
Life Cycle Extension - Pump up	WILO SE - Abt. Technischer Service (Dortmund)		
Light-eBody	ThyssenKrupp Steel Europe AG - 290 FuE-A Anwendungskonzepte (Duisburg)		
LOKWAB	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Division Auto - Abt. Umformtechnik (V/E 34) (Dortmund)		
Low Cost BiP	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
LowEx	TROX GmbH (Neukirchen-Vluyn)		
MAaTTex	carat robotic innovation GmbH (Dortmund)		
MABMEM	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
MAEKAS	Mülheimer VerkehrsGesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)	SBB Cargo Deutschland Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Duisburg)	Wanne-Herner Eisenbahn und Hafen G.m.b.H. (WHE) - Vertrieb (Herne)
Magnesiumhaltige Reststoffe	Magontec GmbH (Bottrop)		
Marktorientierte Ressourcen- und Kostengestaltung in der Einzel- und Kleinserienproduktion	WOMA GmbH (Duisburg)		
Materialbearbeitung mit ultrakurzen Laserpulsen unter Verwendung schneller Deflektoren und Frequenzkonversion im Anlagekonzept	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Max-Kelvin	Öko-Zentrum NRW GmbH, Planen Beraten Qualifizieren (Hamm)		
Me-KoMeT	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH		

	(Duisburg)		
MEMTEG - Glykoltrocknung mittels anorganischer Membranen	RWE Deutschland Aktiengesellschaft - DE-N - Neue Technologien/Projekte (Essen)		
MetallBip	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
Methanpyrolyse	ThyssenKrupp Industrial Solutions AG - Bereich Forschung und Entwicklung (Dortmund)	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Competenz Center Metallurgy (Duisburg)	
Metropol-E	innogy SE (Essen)		
Micropower	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
Mikro- und nanoskalige Oberflächenfunktionalisierung durch Multistrahl-Laserverfahren	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Mikrosystemtechnisches Miniaturlaserendoskop (Mikroendoskop) - Mikroendo	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
MMP	Dortmunder Hafen Aktiengesellschaft (Dortmund)	Duisburger Hafen Aktiengesellschaft (Duisburg)	
MobilProFit	B.A.U.M. Consult GmbH (Hamm)		
MobS II	Hoffmeier Industrieanlagen GmbH + Co. KG (Hamm)		
Modell zur Abschätzung der Stoffkonzentration am Ort der Beurteilung	INSTITUT FÜR WASSERFORSCHUNG Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Schwerte, Hansestadt an der Ruhr)		
MOEWE	Eickhoff Antriebstechnik GmbH (Bochum)		
MOST	BlueSens gas sensor GmbH (Herten)		
Multifunktionale Fahrbahn aus nanooptimiertem Ultra-Hochleistungsbeton	ThyssenKrupp Industrial Solutions AG (Essen)		
Multimedial unterstützter Teleservice	ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH (Dortmund)		
MULTI-Reuse	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
MuSeKo	Gas- und Wärme-Institut Essen (E.V.) (Essen)		
Nachhaltiger Korrosionsschutz von OWEA durch versiegelte spritzverzinkte Oberflächen	Grillo-Werke Aktiengesellschaft (Duisburg)		

Nachhaltigkeit in der Wasserversorgung	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
NanoPurification	Cornelsen Umwelttechnologie GmbH - Forschung und Entwicklung (Essen)	GELSENWASSER AG - Abt. AWP und Abt. WEA/V (Gelsenkirchen)	
NaNoScratch	Evonik Industries AG (Essen)		
NeGSt	PINTSCH BAMAG ANTRIEBS- und VERKEHRSTECHNIK Gesellschaft mit beschränkter Haftung - Geschäftsfeld Verkehrstechnik (Dinslaken)		
NEMEZU	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
netWORKS	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
Netze für die Stromversorgung der Zukunft	RWE Deutschland Aktiengesellschaft (Essen)		
Neue energieeffiziente Absorptionsverfahren für die Sauergasabtrennung in der chemischen Industrie	ThyssenKrupp Industrial Solutions AG - Bereich Forschung und Entwicklung (Dortmund)		
Neue Gesamtenergieversorgungskonzepte für Gebäude	RESOL-Elektronische Regelungen GmbH (Hattingen)		
NILM - Gerätespezifisches Energiemanagement für Gewerbebetriebe mittels heterogenem Nonintrusive Load Monitoring	innogy SE (Essen)		
NIP-1 MW-PEM	Hydrogenics GmbH (Gladbeck)	Uniper Energy Storage GmbH (Essen)	
NIP-Entschwefelung	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
NIP-Fuel Cell 4 Leisure	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
NIP-HySport	Air Products GmbH - Electronics Tech. Centre Hattingen (Hattingen)	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)	
NIP-SFHH	Air Products GmbH (Hattingen)		
NIP-Toplaterne 'e4ships'	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
NIR-Trocknung von Offsetfarb-	LIMO Lissotschenko		

schichten mit skalierbaren Diodenlasern (TROCK-O-DIL)	Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Oberflächenfunktionalisierte Stahlbandwerkstoffe mittels Laser-Oberflächenbehandlung im kontinuierlichen Breitbandprozess (OSLO)	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Direktionsbereich Technologie und Innovation (TIS-E) (Duisburg)	
Oberflächenveredelung von Stahlband	ThyssenKrupp Steel Europe AG - DOC Dortmunder Oberflächenzentrum - Abt. 551 DOC-MA (Dortmund)		
Odour Control	Gerstel GmbH & Co. KG (Mülheim an der Ruhr)		
OGEMONET	ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH - Abt. Werkstofftechnik & Produktentwicklung (Dortmund)		
open ECOSPhERE	innogy SE (Essen)		
OPTIKON	Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH (Bochum)		
Optimierte Lichtsysteme zur Verbesserung von Leistungsfähigkeit und Gesundheit	Vossloh-Schwabe Lighting Solutions GmbH & Co. KG (Kamp-Lintfort)		
Optimierung von neuartigen Materialien für zyklische Adsorptionsprozesse	DencoHappel GmbH - Central Engineering Department (Herne)		
Opto-Sensorische Überwachung der mikrobiologischen Belastung in Rein- und Trinkwasser (OPTOZELL)	INSTITUT FÜR WASSERFORSCHUNG Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Schwerte, Hansestadt an der Ruhr)		
OrGoLo	Duisburger Hafen Aktiengesellschaft (Duisburg)		
OxyVor	Gas- und Wärme-Institut Essen (E.V.) (Essen)		
P2F-READY	Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH (Duisburg)		
PEFC	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
PEM-APU	FRIGOBLOCK Grosskopf GmbH (Essen)		
PHOTOBIOSENSE	ExTox Gasmess-Systeme GmbH (Unna)		
Pilotanlage Solare Prozesswärme	ALANOD GmbH & Co. KG - Forschung und Entwicklung - KST 4750 (Ennepetal der Klutterthöhle)		
PIMMS	Krohne Messtechnik GmbH (Duisburg)		

PiratPro	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
polieren10X	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
PRECOAT	Zentrum für Brennstoff-zellen-Technik GmbH (Duisburg)		
PRiMaT	GELSENWASSER AG (Gelsenkirchen)	INSTITUT FÜR WASSER-FORSCHUNG Gesell-schaft mit beschränkter Haftung (Schwerte, Hansestadt an der Ruhr)	
Proaktives Verteilnetz	RWE Deutschland Akti-engesellschaft - DE-N - Neue Technolo-gien/Projekte (Essen)		
Professionalisierung von Dienstleistungsarbeit in Schlüs-selbranchen des Verkehrssek-tors (ProVes)	Bochum-Gelsenkirchener Stra-ßenbahnen AG (Bo-chum)		
Professionelle Mobilitätsbera-tung für multimodale Ver-kehrsangebote im Kontext der Elektromobilität (ProMobiE)	Bochum-Gelsenkirchener Stra-ßenbahnen AG (Bo-chum)		
PROREMIX	Grillo-Werke Aktienge-sellschaft (Duisburg)		
Prosper Haniel	delta H Ingenieurgesell-schaft mbH (Witten)		
Prozessintegriertes autonomes Überwachungssystem für die Verfahrenstechnik auf Basis vernetzter, multifunktionaler MST-Funksensoren -PAC4PT-	Krohne Messtechnik GmbH (Duisburg)		
Prozessorientierte Kooperati-onsmanagementsysteme als Erfolgsfaktor von Logistik-Netzwerken	Energieversorgung Oberhausen Aktienge-sellschaft (Oberhausen)		
PtTM-HGS	Zentrum für Brennstoff-zellen-Technik GmbH (Duisburg)		
Qualitäts- und leistungsstei-gerndes Beheizungsverfahren für Wärmebehandlungsöfen auf Basis von innovativen ener-giesparenden Hoch-Impuls-Brennern	ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH (Dortmund)		
r+Impuls Verbundvorhaben Edelmetalladsorber	Cornelsen Umwelttech-nologie GmbH (Essen)		
r+Impuls Verbundvorhaben KOMPASS	RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)		
r4 Verbundvorhaben ARGOS	Siegfried Jacob Metall-werke GmbH & Co. KG (Ennepetal der Klutert-	TSR Recycling GmbH & Co. KG - Niederlassung Duisburg (Duisburg)	

	höhle)		
r4 Verbundvorhaben DIBRAS	RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)		
r4 Verbundvorhaben ELEXSA	ThyssenKrupp MillServices & Systems GmbH (Oberhausen)		
r4-Verbund AgREE	Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG (Ennepetal der Klutterthöhle)		
r4-Verbundvorhaben: MinSem	ThyssenKrupp MillServices & Systems GmbH - Produktentwicklung/Labor (Oberhausen)		
Rahmenbedingungen neuer Produktionsstrukturen	Krohne Messtechnik GmbH (Duisburg)		
Recycling Silizium	ACCUREC-Recycling Gesellschaft mbH - Abt. GF/BL (Mülheim an der Ruhr)		
Recycling von Ni-MH-Batterien	ACCUREC-Recycling Gesellschaft mbH - Abt. GF/BL (Mülheim an der Ruhr)		
RegenbogenEnergie	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
ReLei	REMONDIS Assets & Services GmbH & Co. KG (Lünen)		
Rensodyn	DK Recycling und Roheisen GmbH (Duisburg)	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Roheisen - Division Metallurgie (Duisburg)	
RePlaMo	ThyssenKrupp System Engineering GmbH (Essen)		
Ressourceneffizienz durch dezentrale Zusammenarbeit in Recyclingnetzen	REMONDIS Electrorecycling GmbH (Lünen)		
Ressourceneffizienz Rohstoffe r^3: PitchER	MOOG Unna GmbH - Center of Product Responsebility - Abt. R&D (Unna)		
Ressourceneffizienz Rohstoffe r^3: r^3 BECE	Harmuth Entsorgung GmbH (Essen)		
Ressourceneffizienz Rohstoffe r^3: Rotschlamm	REMONDIS Production GmbH - Geschäftsfeld Standortmanagement (Lünen)		
Ressourceneffizienz Rohstoffe r^3: UPGRADE	REMONDIS Electrorecycling GmbH (Lünen)		
Ressourceneffizienz Rohstoffe r^3: UrbanNickel	Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG		

	(Ennepetal der Kluterthöhle)		
Ressourceneffizienz Rohstoffe r³: ZWIPHOS	Innovatherm Gesellschaft zur innovativen Nutzung von Brennstoffen mbH (Lünen)		
ReWaM-Verbundprojekt: FLUSSHYGIENE	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)	Ruhrverband (Essen)	GELSENWASSER AG (Gelsenkirchen)
Richtungssensitives Georadar	DMT GmbH & Co. KG - Geschäftsfeld Exploration & Geosurvey - Engineering von Geomesssystemen (Essen)		
ROBOFORMING	carat robotic innovation GmbH (Dortmund)		
Rohrleitungstransport	Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH (Bochum)		
Rolle-zu-Rolle Fertigung hocheffizienter organischer Bauelemente auf flexiblen Substraten (R2flex)	ALANOD GmbH & Co. KG (Ennepetal der Kluterthöhle)		
RoRaRob	carat robotic innovation GmbH (Dortmund)		
RRP F-E1 WPSK	Taprogge Gesellschaft mbH (Wetter (Ruhr))		
RRP, Partner-Dampfkraftwerk	Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH (Duisburg)	STEAG Energy Services GmbH (Essen)	
Ruhr-Safe	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)	Ruhrverband (Essen)	RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH (Mülheim an der Ruhr)
Scanner mit extem jitterfreier Synchronisation zur hochpräzisen Strahlablenkung für UKPL-Applikationen (SCANLINE)	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Schmelzinjekt	DK Recycling und Roheisen GmbH (Duisburg)		
Schmierstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe in Planeten- und Schneckengetrieben	Bosch Rexroth Aktiengesellschaft (Witten)		
Schnellladesysteme für Elektrobusse im ÖPNV (SEB)	PINTSCH BAMAG ANTRIEBS- und VERKEHRSTECHNIK Gesellschaft mit beschränkter Haftung - Geschäftsfeld Verkehrstechnik (Dinslaken)		
Schutz der Trinkwasserversorgung in Hinblick auf CBRN-Bedrohungsszenarien - Phase 2	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung		

(STATuS)	gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
Schutzsysteme für die Verteilungsnetze der Zukunft	RWE Deutschland Aktiengesellschaft - DE-N - Neue Technologien/Projekte (Essen)		
Security Indicators for Critical Infrastructure Analysis	RWE Deutschland Aktiengesellschaft (Essen)		
SeNaMeB	atech innovations gmbh (Gladbeck)		
SeRiel	ScienLab electronic systems GmbH (Bochum)		
SGV 2010 - EUNet	Rhenus Port Logistics GmbH & Co. KG (Duisburg)	Rhenus Rail Logistics GmbH (Duisburg)	
SGV 2010 - EUNET II	Rhenus Port Logistics GmbH & Co. KG (Duisburg)		
Sichere und effiziente Logistikprozesse: Prävention, Identifikation und Bewältigungsstrategien (SefLog)	Duisburger Hafen Aktiengesellschaft (Duisburg)		
SIGN	DAHLEM, Beratende Ingenieure GmbH & Co. Wasserwirtschaft KG (Essen)	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)	
Silizium Solarzellen auf flexiblen Substraten	ALANOD GmbH & Co. KG - Forschung und Entwicklung - KST 4750 (Ennepetal der Klutterthöhle)		
simKMU	carat robotic innovation GmbH (Dortmund)		
SIMTool Rollgeräusche	Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH (Bochum)		
sms&charge	Elektro-Bauelemente Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Lünen)		
SNet	Haeger & Schmidt International GmbH (Duisburg)		
SÖF-Sandy	Öko-Zentrum NRW GmbH, Planen Beraten Qualifizieren (Hamm)		
SoHMuSDaSS	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
SoMaRu	A-TEC Anlagentechnik GmbH (Moers)		
SPES 2020	RWE Deutschland Aktiengesellschaft (Essen)		
Spezifische Detektion von einzelnen Keimen in Rein- und	INSTITUT FÜR WASSERFORSCHUNG Gesell-		

Trinkwasser (SEKT)	schaft mit beschränkter Haftung (Schwerte, Hansestadt an der Ruhr)		
Stahlwerksschlacken	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Geschäftsfeld Stahl (Stahlwerk II Beeckerwerth) (Duisburg)		
STARDAMP	Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH (Oberhausen)		
Strategische Produkt- und Prozessplanung (SPP)	WOMA GmbH (Duisburg)		
SynMem	ThyssenKrupp Industrial Solutions AG - Bereich Forschung und Entwicklung (Dortmund)		
Technologien für ultrakompakte und mobile Laser-Projektionssysteme - MOLAS	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Thermochemische Umwandlung von Abfällen	Andreas Hofer Hochdrucktechnik Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Mülheim an der Ruhr)		
Tool Box: Keramische Katalyse-Membranen	ThyssenKrupp Industrial Solutions AG - Bereich Forschung und Entwicklung (Dortmund)		
TraCy	tegos GmbH (Dortmund)		
TRAIN@MINE	Emscher Wassertechnik GmbH (Essen)		
Trinkwasser-Installation	IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (Mülheim an der Ruhr)		
TWIP/TRIP-Leichtbaustähle	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Abt. FQP-WV (Dortmund)		
UMEK	Taprogge Gesellschaft mbH (Wetter (Ruhr))		
Umformtechnisches Fügen mit hoher Fügeelementgeschwindigkeit und impulsförmig oszillierender Werkzeugbewegung	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Forschung Zentrales Qualitäts- und Prüfwesen - Abt. FQP-FB (Dortmund)		
Umformung hochfester Bleche mit HIlfe superharter Schichtwerkzeuge	ThyssenKrupp Steel Europe AG - Forschung Qualitäts- und Prüfwesen - Abt. Koordination Technik (Dortmund)		
Untersuchungen zum HTC SMES	EUS GmbH (Holzwickede)	RWE Deutschland Aktiengesellschaft (Essen)	
Untersuchungen zum supraleitenden Strombegrenzer	EUS GmbH (Holzwickede)		

UPSW2	DMT GmbH & Co. KG (Essen)		
UR II: CO2SINUS	DMT GmbH & Co. KG (Essen)		
UR III: CLEAN	DMT GmbH & Co. KG (Essen)		
UR VI: CO2RINA	DMT GmbH & Co. KG (Essen)		
VEMPRO	carat robotic innovation GmbH (Dortmund)		
Verbesserung des Energiemanagements in integrierten Hüttenwerken durch erweiterte Kuppelgasnutzung und bedarfgerechte Stromerzeugung	DK Recycling und Roheisen GmbH (Duisburg)		
Verbundprojekt: Combined Charging System: Entwicklung und Demonstration von Schnellladestationen	innogy SE (Essen)		
Verbundprojekt: DC-Ladestation am Olympiapark	innogy SE (Essen)		
Verbundprojekt: Integrationsplattform Intelligente Netze	innogy SE (Essen)		
Verbundprojekt: Kompetenzvernetzung für Wertschöpfungschampions durch soziale Medienumgebungen (ChampNet)	WILO SE (Dortmund)		
Verbundprojekt: Kunden-Innovationslabor Elektromobilität - Kundengetriebene Entwicklung elektromobiler Bücken-Dienstleistungen (KIE-Lab)	Dortmunder Energie- und Wasserversorgung Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Dortmund)		
Verbundprojekt: Leichtbau durch Multimaterialbauweisen im Schienenfahrzeugbau - Wege zu einem ULtraLeichten Wagenkasten (ULWAK)	Grillo-Werke Aktiengesellschaft (Duisburg)		
Verbundprojekt: Produktionstechnik optischer Systeme für Hochleistungsdiodenlaser	LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Verbundprojekt: Überbetrieblicher Tätigkeitswechsel zum Erhalt der Arbeitsfähigkeit in regionalen Netzwerken (TErrA)	EDG Entsorgung Dortmund GmbH (Dortmund)	ThyssenKrupp Steel Europe AG (Duisburg)	
Verbundprojekt: Untersuchung der Variabilität von Prüfmethoden und Randbedingungen zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Brennstoffzellenprüfungen nach der DIN EN IEC 62282-2 (VariPruefBZ)	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
Wälzlagerungen	ThyssenKrupp Steel Europe AG (Duisburg)		
Water-Energy-Building - Training and Transfer	WILO SE (Dortmund)		
Wellenlängenstabilisierte	LIMO Lissotschenko		

GaIn(N)As-Hochleistungslaser für die optische Übertragungstechnik	Mikrooptik GmbH (Dortmund)		
Wettbewerb - Fahrradfreundliche Wohnungswirtschaftsunternehmen	B.A.U.M. Consult GmbH (Hamm)		
WinLub	Bosch Rexroth Aktiengesellschaft (Witten)		
Wissensbasierte Prozessintelligenz	BlueSens gas sensor GmbH (Herten)		
WiWeLo	Duisburger Hafen Aktiengesellschaft (Duisburg)		
WTZ China Yangtze Geo II	DMT GmbH & Co. KG - Geschäftsfeld Exploration & Geosurvey (Essen)		
ZnMobil	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		
ZnPLUS	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH (Duisburg)		