# umwelt.nrw

#umweltwirtschaft

# UMWELTWIRTSCHAFTS-BERICHT 2020

umwelt wirtschaft

Vorsprung für NRW

umweltwirtschaft.nrw.de

# VORWORT

Sehr geehrte Damen und Herren,

Nordrhein-Westfalen ist das Land der Umweltwirtschaft. Fast eine halbe Million Menschen sind derzeit in unserem Land in der Umweltwirtschaft beschäftigt. Gemessen an der Wertschöpfung, der Anzahl der Arbeitsplätze, den angemeldeten Patenten und dem Grad der Digitalisierung liegt Nordrhein-Westfalen bundesweit auf dem Spitzenplatz. Das vorhandene Potenzial ist allerdings noch weiter auszuschöpfen, denn die Unternehmen der Umweltwirtschaft bilden die treibende Kraft für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit unseres Landes.

Tag für Tag entwickeln die nordrhein-westfälischen Unternehmen dieser breit aufgestellten Querschnittsbranche innovative Alternativen zu bestehenden Produkten, Verfahren und Dienstleistungen und verbessern damit kontinuierlich die Klima-, Ressourcen- und Umweltbilanz. Der Ausblick auf neue Märkte für umweltorientierte Produkte und Dienstleistungen sichert die Zukunft der Betriebe. Sie gehen diesen Weg jedoch nicht allein. Die ökologische Transformation ist in den 17 Zielen für eine Nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen fest verankert – genauso wie im Green Deal der Europäischen Union und in den Klimaschutzzielen der Bundesregierung. Ökologische Transformation ist kein Selbstzweck, sondern der einzige Weg, die Zukunft der Menschheit durch den Schutz unserer natürlichen Lebensgrundlagen und im Kampf gegen den Klimawandel zu sichern.

Für den Industriestandort Nordrhein-Westfalen bietet die heimische Umweltwirtschaft eine in jeder Hinsicht gute Perspektive. Als erstes Bundesland hat Nordrhein-Westfalen ihr enormes Potenzial erkannt und die Querschnittsbranche als eigenständige ökonomische Größe fokussiert. Eine tragende Säule der Umweltwirtschaftsstrategie der Landesregierung bildet die regelmäßige Berichterstattung an die Öffentlichkeit. So liegt nach den Jahrgängen 2015 und 2017 nun bereits die dritte Ausgabe des Umweltwirtschaftsberichts NRW vor. Auf der Grundlage einer wissenschaftlich fundierten Bestandsaufnahme bildet er sehr detailliert die gegenwärtige Situation der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft ab. Der Bericht beleuchtet die wirtschaftliche Bedeutung der Umweltwirtschaft aus unterschiedlichen Perspektiven, differenziert die Zukunftspotenziale einzelner Teilmärkte und liefert einen Überblick über die regionale Ausprägung der Querschnittsbranche.

Aus der Darstellung der vergangenen zehn Jahre ist das überdurchschnittliche Wachstum der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft abzulesen. Prognosen für die Zukunft bergen auf mittlere Sicht dagegen noch große Unsicherheiten, die vor allem auf der Unwägbarkeit des medizinischen Fortschritts bei der Bekämpfung der Viruspandemie beruhen. Doch auch mögliche Verwerfungen auf den globalen Märkten in Folge der Krise multilateraler Handelssysteme bergen Risiken, die alle exportorientierten Wirtschaftszweige gleichermaßen treffen würden.

Trotz aller Herausforderungen, denen sich die Weltwirtschaft in ihrer Gesamtheit derzeit stellen muss, bin ich mir sehr sicher, dass eine prosperierende Umweltwirtschaft heute und in der weiteren Perspektive den passenden Schlüssel für weiteren Wohlstand, Fortschritt, Innovation und Wertschöpfung in Nordrhein-Westfalen bereithält.

Eine anregende und gewinnbringende Lektüre wünscht Ihnen

Ihre

**Ursula Heinen-Esser**
Ministerin für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

# INHALT


VORWORT 3

MANAGEMENT SUMMARY:
UMWELTWIRTSCHAFT STEHT FÜR TRANSFORMATION 6

1 PERSPEKTIVEN AUF DIE UMWELTWIRTSCHAFT
IN NORDRHEIN-WESTFALEN 12

1.1 Vielseitig und dynamisch – die Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen 13
Wirtschaftlicher Überblick und Entwicklung der Umweltwirtschaft 18
Struktur der Umweltwirtschaft und die Bedeutung der Sektoren 21
Vergleich der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens mit anderen Bundesländern 21

1.2 Digitale Wachstumschancen und Disruptionspotenziale 26
Einfluss digitaler Technologien: Umweltwirtschaft 4.0 26
Digitalisierungsgrad der Umweltwirtschaft 27

1.3 Innovativ und zukunftsorientiert – Patente der Umweltwirtschaft 34
Umweltwirtschaftliche Patentstärke Nordrhein-Westfalens 35
Patentintensität im Benchmark 36

1.4 Internationale Märkte – Verflechtungen und neue Chancen 37
Absatzmärkte – die größten Importeure weltweit 38
Exporte – Nutzung internationaler Potenziale 40
Konkurrenz – die größten Exporteure weltweit 45

2 DETAILLIERTER BLICK AUF DIE TEILMÄRKTE UND IHRE MARKTSEGMENTE 48

2.1 Die Teilmärkte der Umweltwirtschaft im Überblick 49

2.2 Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung 51

2.3 Energieeffizienz und Energieeinsparung 57

2.4 Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft 62

2.5 Umweltfreundliche Mobilität 68

2.6 Wasserwirtschaft 74

2.7 Minderungs- und Schutztechnologien 80

2.8 Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft 85

2.9 Umweltfreundliche Landwirtschaft 91

3 ENTWICKLUNG UND PERSPEKTIVEN IN DEN REGIONEN 98

Überblick der Wirtschaftsregionen 99

Profile und Themen der Regionen 105
Bergisches Städtedreieck 105
Metropole Ruhr 109
Münsterland 113
Region Niederrhein 116
Ostwestfalen-Lippe 120
Region Aachen 123
Region Düsseldorf 127
Region Köln/Bonn 131
Region Südwestfalen 135

Regionen im Strukturwandel 139
Das Rheinische Revier 139
Das 5-StandorteProgramm der Metropole Ruhr 142

4 ANHANG 143

4.1 Kennzahlen im Überblick 143

4.2 Indikatorenglossar und Datenquellen 144

4.3 Abgrenzungsmodell envigos zur Erfassung der Umweltwirtschaft 145

4.4 Abgrenzung der Teilmärkte 146
Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung 146
Energieeffizienz und Energieeinsparung 147
Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft 147
Umweltfreundliche Mobilität 149
Wasserwirtschaft 149
Minderungs- und Schutztechnologien 150
Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft 151
Umweltfreundliche Landwirtschaft 151

LITERATURVERZEICHNIS 153

ENDNOTEN 154

IMPRESSUM 155

# MANAGEMENT SUMMARY: UMWELTWIRTSCHAFT STEHT FÜR TRANSFORMATION

Die Umweltwirtschaft hat sich in den vergangenen zehn Jahren zu einer facettenreichen Innovations- und Transformationsbranche entwickelt. Ihre Unternehmen bieten ressourceneffiziente, klima- und umweltfreundliche Produkte und Dienstleistungen an. Sie sind damit Teil einer ökologischen Transformation der Gesamtwirtschaft hin zu einer Green Economy. Treibende Kräfte dieser Entwicklung sind die Unternehmen, die aus den Herausforderungen der Energie- und Verkehrswende sowie der Dekarbonisierung der heimischen Industrie einen Wettbewerbsvorteil generieren, um Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Nordrhein-Westfalen zu sichern.

Die aktuelle Viruspandemie zeigt erneut auf, dass diese positive Entwicklung der Umweltwirtschaft äußeren Faktoren unterworfen ist. Anders als im Fall der Finanzkrise von 2008 kann die Viruspandemie jedoch auch als Momentum für eine ökonomisch-ökologische Kehrtwende dienen. Werden zusätzlich die Chancen des laufenden Digitalisierungsschubs genutzt, kann so der Weg in eine Green Economy bereitet werden.

Die Umweltwirtschaft, als Treiber dieser Entwicklung, bietet Nordrhein-Westfalen alle Chancen dazu. Für die Unternehmen des Landes erzeugt der Aufbau einer nachhaltigen Wirtschaftsweise, wie er unter anderem auf der Ebene der EU durch das Europäische Klimagesetz und den EU Green Deal vorangetrieben wird, neue Märkte und Absatzchancen.

## SCHLÜSSELBRANCHE FÜR NORDRHEIN-WESTFALEN

Nordrhein-Westfalen ist heute schon Deutschlands größter Standort der Umweltwirtschaft. Mit ihren insgesamt rund 468.000 Erwerbstätigen stellt die Umweltwirtschaft eine Schlüsselbranche im Bundesland dar. Dies entspricht einem Anteil von fast 5 % der Gesamtbeschäftigung. Jeder 20. Arbeitsplatz in Nordrhein-Westfalen hängt aktuell von der Umweltwirtschaft ab. Mehr noch: Im letzten Jahrzehnt stieg die Anzahl der Beschäftigten jährlich im Schnitt um 1,4 %. Die industriellen Leitbranchen des Landes – wie etwa Maschinenbau, Fahrzeugbau oder die Chemie- und Pharmaindustrie – bleiben hinter beiden Werten zurück. Ohne geringfügig Beschäftigte liegt die aktuelle Zahl der Erwerbstätigen bei rund 407.000. Die Entwicklung der Schlüsselbranche liegt – mit Blick auf das für 2030 in der Nachhaltigkeitsstrategie verankerte Wachstumsziel von 460.000 Erwerbstätigen (Berechnungsgrundlage ohne geringfügig Beschäftigte) – auf Kurs.

Rund die Hälfte der Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft (49 %) arbeitet im Dienstleistungsbereich, über ein Fünftel (22 %) ist in der Industrie tätig. Im Bau und Handwerk findet knapp ein Viertel (24 %), in der Land- und Forstwirtschaft knapp mehr als ein Zwanzigstel (5 %) der Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft seine Beschäftigung.

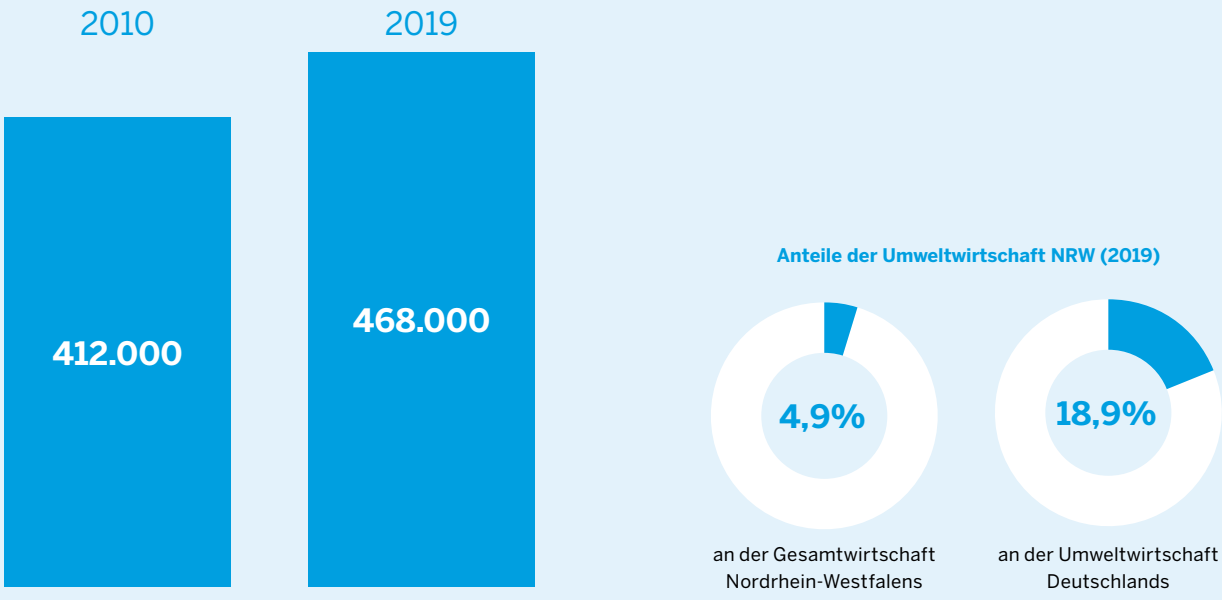



**Abbildung 1: Erwerbstätige der Umweltwirtschaft NRW, 2010 und 2019**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

## STRUKTURWANDEL AUCH IN DER UMWELTWIRTSCHAFT

Die acht Teilmärkte der Umweltwirtschaft unterscheiden sich nicht nur in Tätigkeitsfeldern und Geschäftsmodellen deutlich voneinander, sondern auch in ihrer Beschäftigungswirkung. *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* (25 %) sowie *Umweltfreundliche Mobilität* (23 %) stellen mit Blick auf die Erwerbstätigenzahl die größten Teilmärkte dar. Mit etwas Abstand folgen die Märkte für *Energieeffizienz und Energieeinsparung* (18 %) sowie *Wasserwirtschaft* (13 %) auf den Rängen drei und vier. Die Teilmärkte *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* (7 %), *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* (6 %), *Umweltfreundliche Landwirtschaft* (5 %) sowie *Minderungs- und Schutztechnologien* (3 %) sind zwar gemessen an der Beschäftigtenzahl von geringerer Bedeutung, prägen jedoch die Wertschöpfung ganzer Regionen in besonderem Maße.

Die Umweltwirtschaft ist in Nordrhein-Westfalen auch selber dem Strukturwandel unterworfen. Der bedeutende Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* ist eng an die Entwicklung des Industriestandortes Nordrhein-Westfalen gebunden. Die Beschäftigten des Teilmarktes *Umweltfreundliche Mobilität* sind besonders dem Rationalisierungspotenzial der Digitalisierung ausgesetzt.

## EIN DYNAMISCHER MARKT

Mit 35,8 Mrd. Euro bildet die Umweltwirtschaft rund 6 % der gesamten nordrhein-westfälischen Bruttowertschöpfung ab. Die größten Anteile an der Bruttowertschöpfung entfallen auf die Teilmärkte *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* (31 %), *Umweltfreundliche Mobilität* (18 %) sowie *Energieeffizienz und Energieeinsparung* (16 %). Die überdurchschnittliche Entwicklung der Bruttowertschöpfung von +3,6 % p. a. zwischen 2010 und 2018 wird im Besonderen durch die großen Teilmärkte *Umweltfreundliche Mobilität* (+5,3 % p. a.) sowie *Energieeffizienz und Energieeinsparung* (+4,9 % p. a.) getragen. Mit Wachstumsraten von jeweils über +3 % p. a. tragen auch die Teilmärkte *Minderungs- und Schutztechnologien*, *Umweltfreundliche Landwirtschaft*, *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* sowie die *Wasserwirtschaft* zur hohen Wachstumsrate bei. In dem Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* fällt das Wachstum hingegen geringer aus. Die *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft*, die auf Grund von Sturmschäden, Dürreperioden und Schädlingsbefall der letzten Jahre eine Krise zu bewältigen hat, konnte ihre Bruttowertschöpfung steigern.

In Monheim sind seit Februar 2020 fünf autonom fahrende Linienbusse „auf Strecke“.

## GUT GERÜSTET FÜR EINE UMWELTWIRTSCHAFT 4.0

Mit den neuen Möglichkeiten der Digitalisierung werden im kommenden Jahrzehnt sämtliche Felder der Umweltwirtschaft weiter an Bedeutung gewinnen für den Ressourcen-, Umwelt- und Klimaschutz. Dafür ist die Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen trotz erkennbarer Disruptionspotenziale gut aufgestellt. Die Branche ist bereits heute überdurchschnittlich digitalisiert, ihr Digitalisierungsgrad liegt 15 % über dem der Gesamtwirtschaft, und Digitalisierungsthemen bestimmen in besonderem Maße die Innovationstätigkeit der Unternehmen. Im globalen Vergleich melden Deutschland und Nordrhein-Westfalen in der Umweltwirtschaft überdurchschnittlich viele Patente an, wobei Nordrhein-Westfalen rund 2 % der weltweiten Patente der Umweltwirtschaft stellt. Im Bundesvergleich zählt Nordrhein-Westfalen mit rund 19 % aller bundesweit angemeldeten Umweltwirtschaftspatente zu den wichtigsten Innovationsstandorten.

## WACHSTUMSPOTENZIAL AUF DEM WELTMARKT

Der Weltmarkt für Umweltwirtschaftsgüter ist ein globaler Wachstumsmarkt, der im Jahr 2018 ein Volumen von rund 542 Mrd. Euro umfasste.

Von 2010 bis 2019 wuchsen die Exporte der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft im Schnitt jährlich um 1,4 % und erreichten 2019 ein Volumen von 11,6 Mrd. Euro.

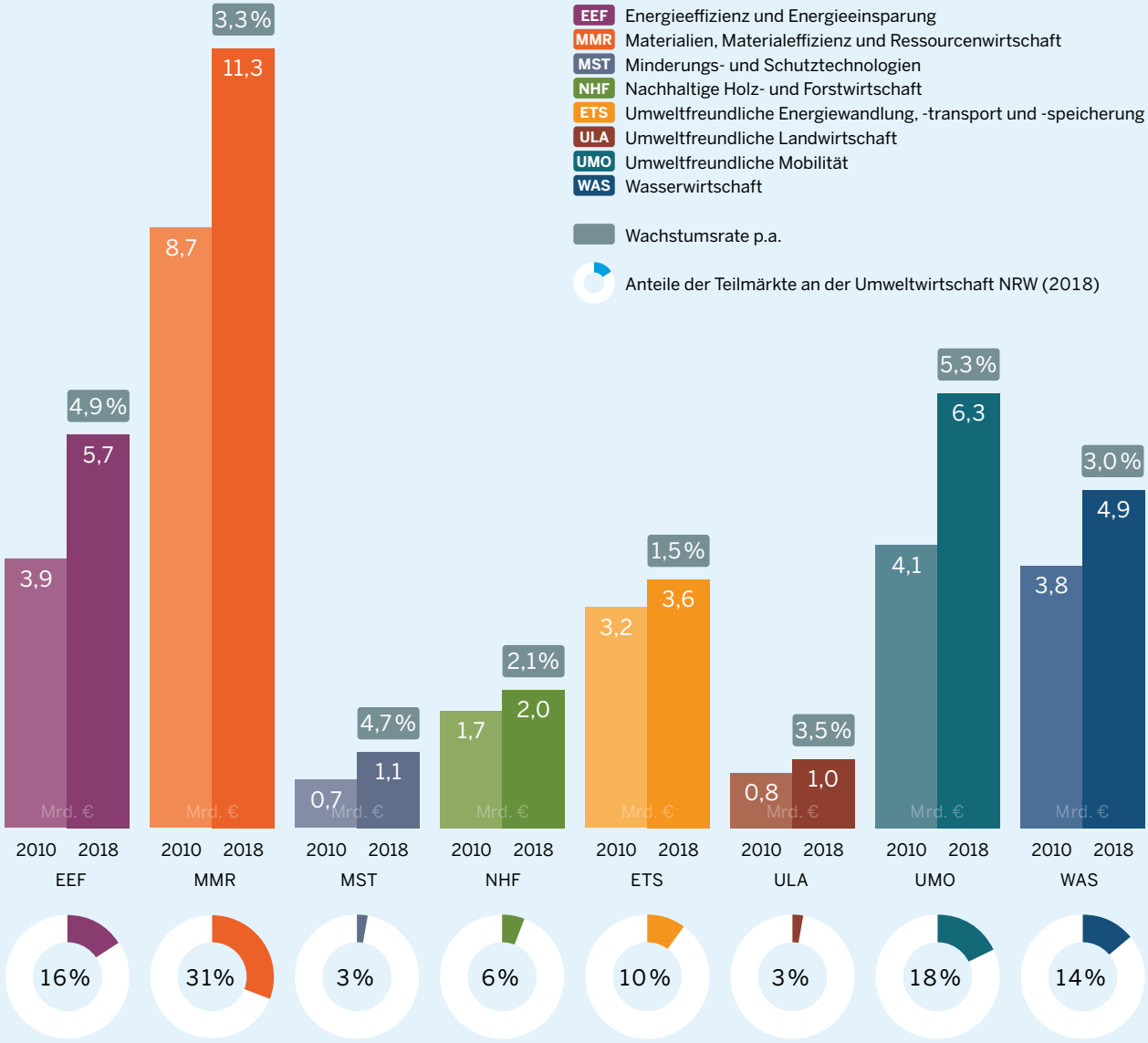



**Abbildung 2: Bruttowertschöpfung der Umweltwirtschaft NRW, 2010 und 2018, nach Teilmärkten (in Mrd. Euro)**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

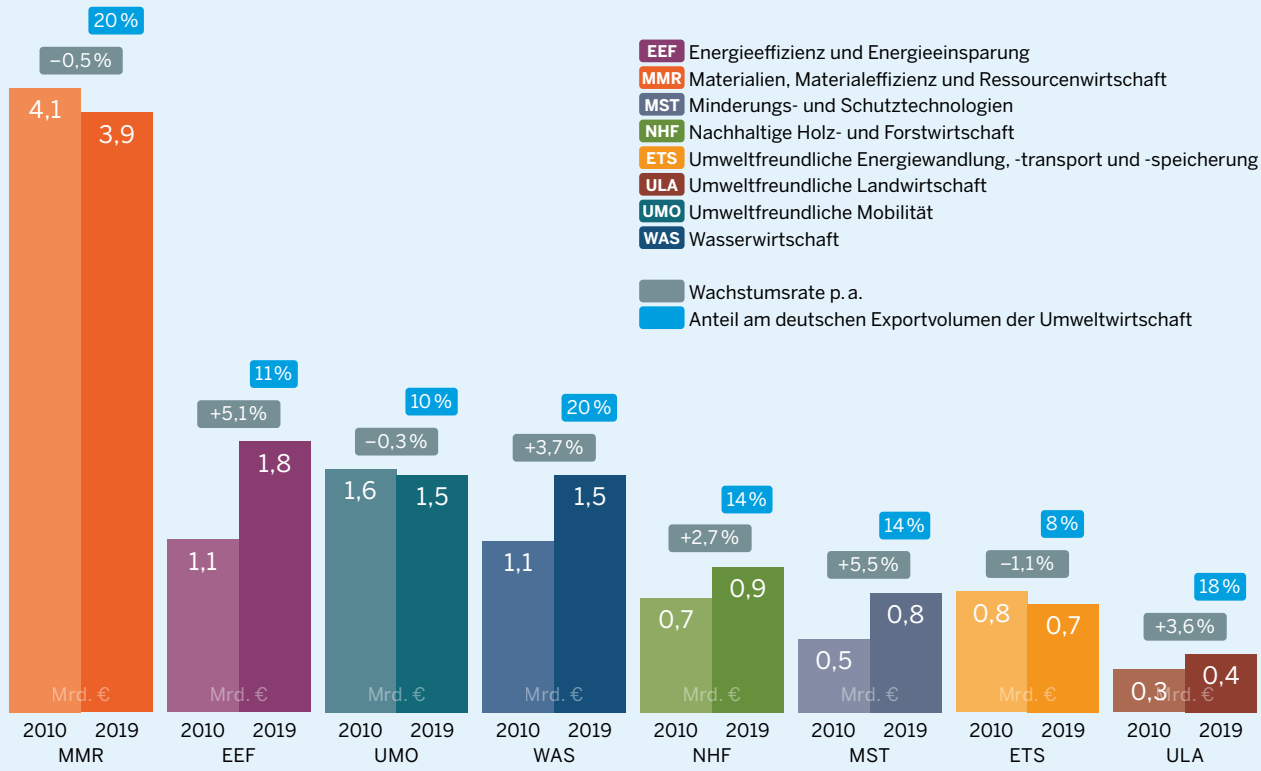



**Abbildung 3: Entwicklung der nordrhein-westfälischen Exporte nach Teilmärkten – Exportvolumen der Teilmärkte der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft 2010 und 2019 in Mrd. Euro, Wachstum in % p. a. sowie Anteil am deutschen Exportvolumen der Umweltwirtschaft**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Statistischen Bundesamtes

Insgesamt wird fast jeder dritte Euro im Ausland verdient: Die Exportquote der Umweltwirtschaft lag im Jahr 2017 bei 28 %. Die Länder der EU – insbesondere die Niederlande, Belgien und Frankreich – stellen dabei die wichtigsten Handelspartner dar. China, die USA und weitere außereuropäische Märkte holen auf und verdeutlichen das nach wie vor große Wachstumspotenzial auf dem globalen Markt. Ob das Vereinigte Königreich seine Position als fünftwichtigster Exportmarkt Nordrhein-Westfalens halten wird, ist auf Grund des Brexits mehr als unklar.

Prägend für die Exportleistung der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft ist der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*. Über ein Drittel der Ausfuhren stammt aus diesem Teilmarkt. Dies liegt insbesondere an Sekundärrohstoffen, die in großen Volumina insbesondere mit den Nachbarstaaten gehandelt werden. Was auf den ersten Blick wie alte Industrie erscheinen mag, entpuppt sich bei genauerem Hinsehen als moderne Kreislaufwirtschaft auf Basis effizienter Prozesse: Bereits an vierter Stelle unter den erfolgreichsten Exportprodukten der NRW-Umweltwirtschaft folgt die entsprechende Anlagentechnik aus diesem Technologiebereich.

Insgesamt erzielt der Teilmarkt ein Exportvolumen von 3,9 Mrd. Euro. Das zweitgrößte Exportvolumen geht auf den Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung* zurück, der in dieser Hinsicht ein bemerkenswertes Wachstum von 5,1 % p. a. (2010 – 2019) erzielt. Ebenfalls bedeutend sind die Teilmärkte *Wasserwirtschaft* (wichtigstes Exportprodukt: Wasserinfrastrukturgüter) sowie *Umweltfreundliche Mobilität* (wichtigstes Exportprodukt: Schienenfahrzeuge). Insgesamt wuchs das Exportgeschäft 2010 bis 2019 leicht um 1,4 % p. a.

## STARK IN GANZ NORDRHEIN-WESTFALEN

Die Umweltwirtschaft ist in allen Regionen Nordrhein-Westfalens sehr gut aufgestellt. Während in den am stärksten spezialisierten Regionen Südwestfalen und Metropole Ruhr die Ausprägung der Umweltwirtschaft ca. 10 % über dem nordrhein-westfälischen Durchschnitt liegt, gibt es mit Ausnahme der Region Düsseldorf keine Wirtschaftsregion mit einer klar unterdurchschnittlichen Ausprägung.

In der Zusammensetzung der Querschnittsbranche zeigen sich jedoch Unterschiede, die die verschiedenen Kompetenzen der Regionen widerspiegeln. Insbesondere in den

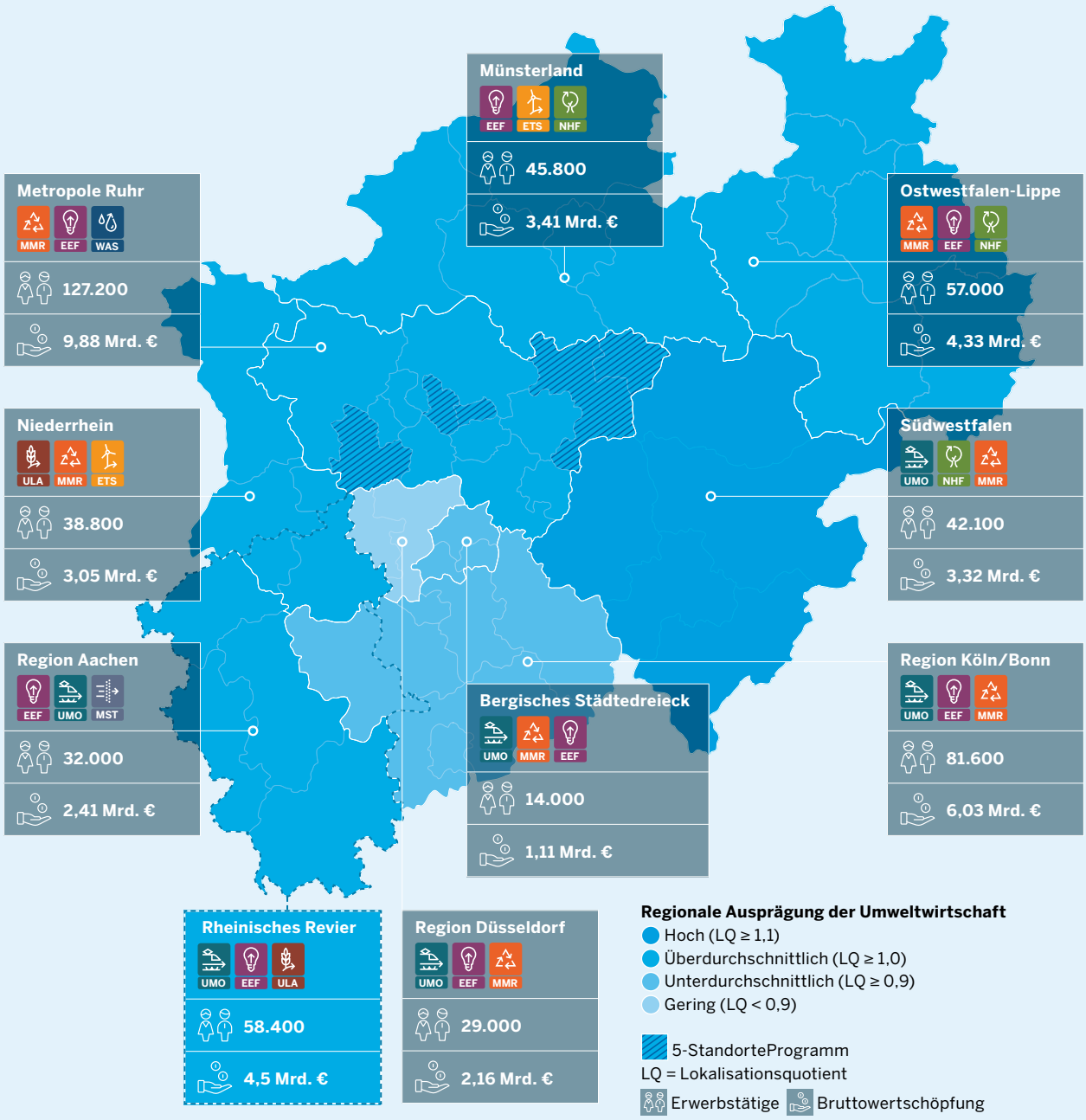



**Abbildung 4: Kennzahlen und Schwerpunkte der Umweltwirtschaftsregionen**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistisches Bundesamtes; die Auswahl der Schwerpunkt-Teilmärkte erfolgt auf Basis einer qualitativen Einordnung der Forschungs- und Unternehmenskompetenzen der Regionen.

von der naturräumlichen Prägung abhängigen Teilmärkten *Umweltfreundliche Landwirtschaft* und *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* bestehen starke regionale Spezialisierungen. Die von einer hohen Bevölkerungsdichte und Urbanität geprägten Regionen entlang von Rhein und Ruhr (Düsseldorf, Köln/Bonn, Metropole Ruhr) besitzen dagegen stärkere Kompetenzen im Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* sowie im Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung*. Der beschäftigungsintensive Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* zeigt sich am Niederrhein, in der Metropole Ruhr und in Südwestfalen besonders ausgeprägt. Über besondere Stärken im Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung* verfügen die Region Aachen, Südwestfalen und das Münsterland.

# 1 PERSPEKTIVEN AUF DIE UMWELTWIRTSCHAFT IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Der 5G-Ausbau ist ein Schlüssel zur Digitalisierung – besonders in ländlichen Regionen.

# 1.1 VIELSEITIG UND DYNAMISCH – DIE UMWELTWIRTSCHAFT IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Die Umweltwirtschaft **umfasst alle Unternehmen, die umweltfreundliche und ressourceneffiziente Produkte** und Dienstleistungen anbieten. Als Querschnittsbranche vereint sie dabei höchst unterschiedliche Wirtschaftszweige und Geschäftsmodelle. Sie reicht von der Land- und Forstwirtschaft über die großen industriellen Schlüsselbranchen des Landes bis hin zu technologieorientierten Dienstleistungsfeldern. Ihre Unternehmen und Betriebe finden sich in klassischen Bereichen wie der Abwasser- und Abfallentsorgung sowie den Minderungs- und Schutztechnologien ebenso wie in neuen Themenfeldern wie der umweltfreundlichen Mobilität und den Erneuerbaren Energien. In dieser wirtschaftlichen Vielfalt liegt eine besondere Stärke der Umweltwirtschaft. Sie nimmt damit eine zentrale Rolle in der wirtschaftlichen Entwicklung Nordrhein-Westfalens ein.

Eine weitere Stärke ist ihr Wachstumspotenzial: Die Umweltwirtschaft ist als eine Branche der Transformation zu sehen, die die großen Herausforderungen unserer Zeit – vom Klimawandel zur Urbanisierung, von Ressourceneffizienz zur Dekarbonisierung – mit neuen Ideen, innovativen Technologien und hochentwickelten Dienstleistungen angeht. Für die etablierten Schlüsselbranchen, etwa den Maschinenbau oder die Elektroindustrie, wirkt die Umweltwirtschaft dabei integrierend, denn in ihr bündeln sich Kompetenzen und Innovationen mit nachhaltigen Wachstumsperspektiven.

Insgesamt zeigt sich ein facettenreiches Bild von tiefgreifender wirtschaftlicher Bedeutung. Um diese Bedeutung systematisch zu erfassen und abzubilden, strukturiert der vorliegende Bericht die Umweltwirtschaft in acht Teilmärkte. Diese sind wiederum in verschiedene Marktsegmente unterteilt. Die tiefste Gliederungsebene schließlich stellen die verschiedenen Technologiebereiche dar (ABBILDUNG 5).

## ERFASSUNG DER UMWELTWIRTSCHAFT

In der amtlichen Branchenklassifikation nach Wirtschaftszweigen und Gütergruppen ist die Umweltwirtschaft nicht aufgeführt. Um ihre wirtschaftliche Bedeutung empirisch zu betrachten, ist daher eine Abgrenzung erforderlich. Mit dem Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2015 wurde hierzu erstmalig ein grundlegendes Abgrenzungsmodell konzipiert, das 2017 für den zweiten Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen weiterentwickelt wurde.

Für die mit dem hier vorgelegten Bericht vorgenommene Aktualisierung der wirtschaftlichen Kennwerte wurde das von der Prognos AG entwickelte Abgrenzungsmodell envigos (vgl. Anhang) erneut moderat weiterentwickelt. Im Kern wurden dazu technologische Entwicklungen der in Teilen sehr dynamischen Querschnittsbranche neu eingearbeitet – insbesondere in Bezug auf die Themen Energiewende und Kreislaufwirtschaft. Darüber hinaus wurde der Teilmarkt *Umweltfreundliche Landwirtschaft* weiter gefasst. Dieser berücksichtigt nun auch landwirtschaftliche Dienstleistungen für den Umweltschutz (Agrarumweltmaßnahmen). Schließlich wurde die Erfassungsmethodik der Indikatoren Erwerbstätige und Bruttowertschöpfung überarbeitet. Dies ist bei einem direkten Vergleich mit den Umweltwirtschaftsberichten aus den Jahren 2015 und 2017 zu beachten.

Für den vorliegenden Umweltwirtschaftsbericht 2020 wurden alle Kennwerte auf Basis der überarbeiteten Methode bis zum Jahr 2010 zurückgerechnet. Damit ist die Vergleichbarkeit der innerhalb dieser Publikation dargestellten Kennwerte gegeben.

Ein direkter Vergleich mit den Kennwerten der zwei vorherigen Ausgaben des Umweltwirtschaftsberichts Nordrhein-Westfalen ist damit zwar nicht möglich, aber auch nicht notwendig, da jede Ausgabe die Kennwerte für die Periode 2010 bis zum jeweiligen Berichtszeitjahr vollständig erfasst und analysiert. Weitere Details zum methodischen Vorgehen finden sich im Anhang.

**Abbildung 5: Teilmärkte, Marktsegmente und Technologiebereiche der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft**

| Teilmarkt | Marktsegmente | Technologiebereiche |
|---|---|---|
| ETS | Erneuerbare Energien | Beratung und Forschung |
| | | Bioenergie |
| | | Geothermie |
| | | Solar |
| | | Wasserkraft |
| | | Windenergie |
| | Intelligente Energiesysteme und Netze | IKT für Energiesysteme |
| | | Netzausbau und -betrieb |
| | | Netztechnik |
| | Speichertechnologie | Elektrochemische Speicherung von Energie |
| | | Mechanische Speicherung von Energie |
| | | Thermische Speicherung von Energie |
| EEF | Energieeffiziente Gebäude | Bau- und Installationsleistungen |
| | | Dämmstoffe |
| | | Gebäudetechnik |
| | Energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien | Abwärmenutzung |
| | | Druckluft- und Pumpsysteme |
| | | Installations- und Beratungsleistungen |
| | | Prozessleit- und MSR-Technik |
| MMR | Abfallbehandlung und -verwertung | Abfallbeseitigung |
| | | Energetische Verwertung |
| | | Stoffliche Verwertung |
| | Abfallsammlung und -transport | Abfallsammlung und -transport |
| | | Straßenreinigung |
| | Materialeffiziente Produktionsprozesse und Technologien | Installations-, Reparatur und Beratungsleistungen |
| | | Materialeffiziente Verfahrenstechnologien |
| | | Mess-, Steuer- und Regeltechnik |
| | Nachwachsende Rohstoffe und umweltfreundliche Materialien | Kosmetik und Reinigungsmittel aus nachwachsenden Rohstoffen |
| | | Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen |
| | Technik für die Abfallwirtschaft | Anlagentechnik |
| | | Fahrzeugtechnik |
| | | Sammel- und Transportbehälter |
| | | Sonstiges |
| UMO | Intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur | Umweltfreundliche Verkehrsinfrastruktur |
| | | Verkehrsmanagement |
| | Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen | Öffentlicher Personenverkehr und Sharing-Systeme |
| | | Umweltfreundliche Logistik |
| | Umweltfreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien | Alternative Fahrzeuge |
| | | Antriebstechnologien |
| | | Fahrzeugtechnologien |
| WAS | Monitoring und Analyseverfahren, Wasser- und Abwassermanagement | Wasserwirtschaft 4.0 (Messen, Analysieren, Steuern, Regeln) |
| | Wasser- und Abwasserinfrastruktur | Wasser- und Abwassernetz |
| | Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserbehandlung | Abwasserbehandlung |
| | | Wassergewinnung und -aufbereitung |
| MST | Bodenschutztechnologien und -sanierung | Bodensanierung |
| | | Bodenschutztechnologien |
| | Lärmminderungs- und Luftreinigungstechnologien | Abgasrückführungssysteme |
| | | Filtertechnik und Katalysatoren |
| | | Lärmschutz in Gebäuden |
| | | Messtechnik und Dienstleitungen |
| | | Verkehrlicher Lärmschutz |
| NHF | Holzbearbeitung und Holzwerkstoffe | Holzwerkstoffe |
| | | Sägeindustrie |
| | Nachhaltige Forstwirtschaft | Forstwirtschaft |
| | Nachwachsende Holzbaustoffe | Holzbaustoffe |
| ULA | Umweltfreundliche Technologien für die Landwirtschaft | Grüne Agrartechnologien |
| | | Neue Formen der Landwirtschaft |
| | | Umweltfreundliche Tierhaltungstechnologien |
| | Ökologische und Regionale Landwirtschaft | Ökologische und Regionale Landwirtschaft |
| | Agrarumweltmaßnahmen | Agrarumweltmaßnahmen |

Quelle: Prognos 2020

Der Begriff der *Umweltwirtschaft* ist im Zuge der ressortübergreifenden Umweltwirtschaftsstrategie für Nordrhein-Westfalen wissenschaftlich weiterentwickelt und insbesondere auf der Grundlage der vorliegenden Berichtsreihe in den landespolitischen Diskurs gestellt worden. Rund um die ökologische Transformation der Wirtschaft in Nordrhein-Westfalen prägt er die politischen und behördlichen Aktivitäten ebenso wie das Engagement von Unternehmen, Verbänden und Netzwerken. Etablierte Angebote wie der Gründungswettbewerb Umweltwirtschaft (KUER.NRW), das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW oder der 2020 erstmals ausgelobte Umweltwirtschaftspreis NRW stehen beispielhaft für den erfolgreichen Kurs, den Nordrhein-Westfalen mit seiner Umweltwirtschaftsstrategie eingeschlagen hat.

In der Literatur wird der Begriff der Umweltwirtschaft nicht einheitlich definiert und mit unterschiedlichen Erfassungsansätzen untersucht. Zur Harmonisierung der Ansätze wird derzeit auf unterschiedlichen Ebenen nach Lösungen gesucht.

Auf der EU-Ebene werden unter Federführung von Eurostat Diskussionen zur Erfassung des dort so bezeichneten Environmental *Goods and Services Sector* (EGSS) geführt. Die bisher erarbeiteten Leitlinien empfehlen grundsätzlich eine angebotsorientierte Herangehensweise auf Basis statistischer Klassifikationen, wie es dem Vorgehen im vorliegenden Bericht entspricht. Derzeit bieten die Leitlinien jedoch noch keine exakte Definition der zu berücksichtigenden Güter- und Wirtschaftszweige.

Auf nationaler Ebene wird die Harmonisierung von Definitionen, Erfassungs- und Abgrenzungsmethoden der Umweltwirtschaft ebenfalls diskutiert. In der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit", einem Arbeitsgremium der Umweltministerkonferenz (UMK), wird das Ziel verfolgt, den Indikator Umweltwirtschaft zukünftig einheitlich auf Ebene des Bundes und der Bundesländer statistisch erheben und darstellen zu können. Die Vorzüge eines empirisch ermittelten Indikators zur Umweltwirtschaft liegen in seinem weiten Bedeutungsraum: Die Umweltwirtschaft umfasst zentrale Zukunftsthemen wie den Klimaschutz, die Ressourceneffizienz, die Kreislaufwirtschaft und die Erneuerbaren Energien. Zugleich sind die Teilmärkte von der umweltfreundlichen Landwirtschaft über die umweltfreundliche Mobilität bis hin zur Wasserwirtschaft und mithin ein breites Spektrum an Marktsegmenten und Technologien in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung abgedeckt.

Somit geht das Konzept der Umweltwirtschaft über den Begriff des Umweltschutzes – wie er etwa in der statistischen *Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz* zum Tragen kommt – hinaus. Einbezogen wird nicht nur der in der Regel reaktive Umweltschutz, sondern auch ökologische Transformationsprozesse. Somit sind ebenfalls Technologien und Dienstleistungen berücksichtigt, die – beispielsweise als umweltfreundliches Substitut für ein konventionelles Produkt – Möglichkeiten einer ökologischeren Ausrichtung der jeweiligen Branche aufzeigen.

Auf Bundesebene haben sich weitere Begriffe etabliert, die bei näherer Betrachtung viele Gemeinsamkeiten ausweisen. So verwendet das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit den Begriff *GreenTech*, der vom Wortlaut her zunächst eine Fokussierung auf technologische Güter vermuten lässt. Die im Rahmen der bekannten *GreenTech made in Germany Reporte* dargestellten Leitmärkte umfassen jedoch auch Dienstleistungen und weisen hohe Schnittmengen mit den in diesem Bericht betrachteten Teilmärkten auf. Auch die Schriftenreihe Wirtschaftsfaktor *Umweltschutz* des Umweltbundesamts untersucht wirtschaftliche Aktivitäten in verschiedenen Umweltbereichen, legt dabei aber eine engere Definition an und verfolgt einen anderen methodischen Ansatz (nachfrageseitige Abschätzung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte indirekt über Investitionsgrößen).

Auch die Begriffe *Green Economy* und *Green Growth* beschreiben umweltbezogene Wirtschaftsaktivitäten. Insbesondere auf internationaler Ebene hat sich der Begriff der *Green Economy* etabliert und wird dort federführend vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) konzeptioniert. In Deutschland findet er insbesondere in Veröffentlichungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung Anwendung. Die Terminologie setzt einen breiteren Fokus an und bezieht sich auf eine gesamtwirtschaftliche Transformation der Wirtschaft. Die Umweltwirtschaft bezieht sich konkret auf die Anbieter von Umweltwirtschaftsprodukten und -dienstleistungen. Sie lässt sich somit als in der Rolle des zentralen *Enabler* einer Green Economy verstehen.

Die OECD und die Weltbank fokussieren vor allem auf den Terminus *Green Growth*. Dabei wird ein besonderer Schwerpunkt auf den Wachstumsaspekt gelegt, was etwa der Weltbank ermöglicht, ihr wirtschaftspolitisches Konzept für die ökologische Transformation mit Entwicklungszusammenarbeit mit dem globalen Süden zu verknüpfen.

Der indeland Windpark in Frohnhoven im Rheinischen Revier

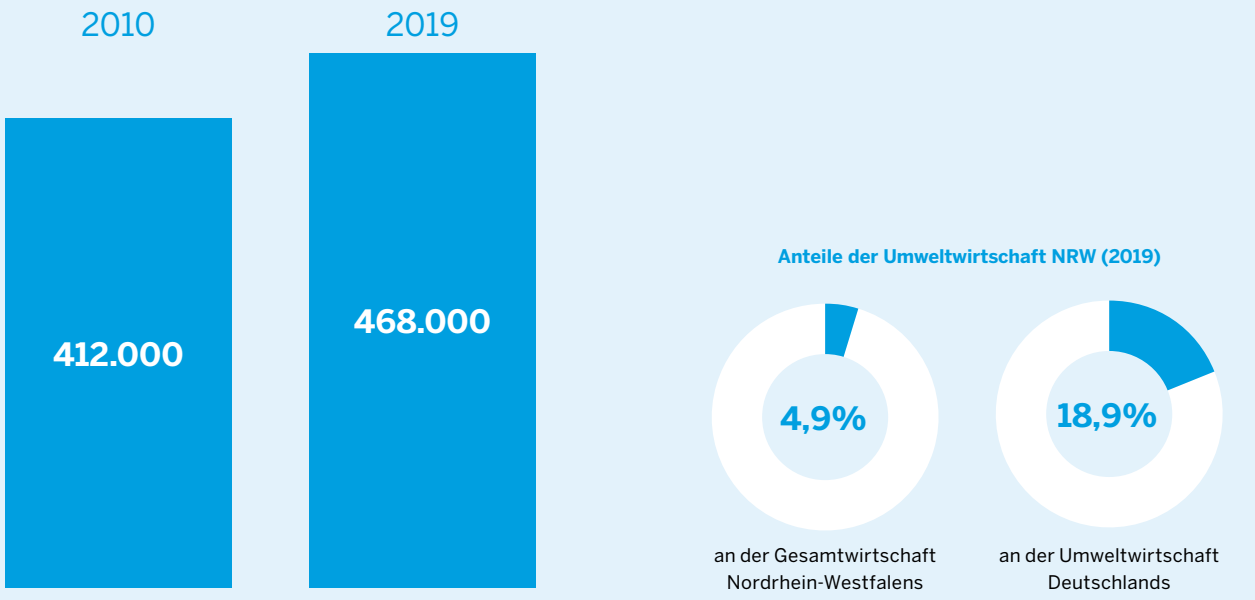



**Abbildung 6: Erwerbstätige der Umweltwirtschaft NRW, 2010 und 2019**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

## WIRTSCHAFTLICHER ÜBERBLICK UND ENTWICKLUNG DER UMWELTWIRTSCHAFT

Die Umweltwirtschaft stellt in Nordrhein-Westfalen einen bedeutenden und entwicklungsstarken Wirtschaftsfaktor dar: Jeder bzw. jede 20. Erwerbstätige in Nordrhein-Westfalen ist aktuell in der Umweltwirtschaft beschäftigt. Zwischen 2010 und 2019[1] stieg die Erwerbstätigenzahl um 56.000 auf rund 468.000 an. Die durchschnittliche Wachstumsrate der Erwerbstätigen von 1,4 % p. a. entspricht damit derjenigen in der Gesamtwirtschaft des Bundeslandes.

Den Großteil der Erwerbstätigen stellen sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (373.000, 80 %). Nimmt man die Gruppe der Selbstständigen (34.000; 7 %) hinzu, kommt man auf 407.000 Personen in der Umweltwirtschaft. An diesem Wert misst sich das in der Nachhaltigkeitsstrategie NRW verankerte Wachstumsziel für die Umweltwirtschaft: 460.000 Erwerbstätige (Berechnungsgrundlage ohne geringfügig Beschäftigte) bis zum Jahr 2030. Gegenüber dem Jahr 2010 ist dieser Wert um 53.000 Personen gestiegen. Nordrhein-Westfalen ist somit auf dem richtigen Kurs, das Ziel zu erreichen.

In der aktuellen Ausgabe des Umweltwirtschaftsberichts wurden erstmals auch geringfügig Beschäftigte im Zeitraum von 2010 bis 2019 erfasst. Die Anzahl der geringfügig Beschäftigten stieg moderat von 58.000 Personen 2010 auf 61.000 Personen 2019.

Die Bedeutung der Umweltwirtschaft und auch ihr Wachstumskurs spiegeln sich insbesondere in den monetären Indikatoren wider. Im Vergleich zur nordrhein-westfälischen Gesamtwirtschaft wuchs die Bruttowertschöpfung der Umweltwirtschaft mit 3,6 % p. a. überdurchschnittlich gut (2010 – 2018). Im Jahr 2018 erwirtschaftete die Umweltwirtschaft mit 35,8 Mrd. Euro insgesamt rund 6 % der gesamten nordrhein-westfälischen Bruttowertschöpfung. Umsatzseitig zeigte die Querschnittsbranche ebenfalls eine positive Entwicklung (2,8 % p. a.), die sich sehr deutlich von der Gesamtwirtschaft (1,9 % p. a.) abhebt.

## DIE TRANSFORMATIONSTHEMEN ENERGIE, MATERIALIEN UND MOBILITÄT PRÄGEN DIE ÖKONOMISCHE LEISTUNG DER UMWELTWIRTSCHAFT

Annähernd zwei Drittel der Bruttowertschöpfung gehen auf drei der Teilmärkte zurück: *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*; *Umweltfreundliche Mobilität* sowie *Energieeffizienz und Energieeinsparung*. Nimmt man den Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* hinzu, entfallen auf die vier Teilmärkte über drei Viertel (rund 80 %) des Umsatzes der Umweltwirtschaft.



Endnoten auf Seite 154

## UMWELTWIRTSCHAFT SCHNEIDET IM VERGLEICH MIT SCHLÜSSELBRANCHEN GUT AB

Mit rund 468.000 Erwerbstätigen stellt die Umweltwirtschaft eine Schlüsselbranche Nordrhein-Westfalens dar. Ihr Anteil an der Gesamtbeschäftigung betrug im Jahre 2019 4,9 % – und liegt damit höher als der entsprechende Anteil vieler anderer Schlüsselbranchen des Landes (ABBILDUNG 8). Im Vergleich konnte die Umweltwirtschaft zudem ein höheres Wachstum der Erwerbstätigkeit verzeichnen. Das jährliche Wachstum seit 2010 liegt mit 1,4 % p. a. über dem der Chemie- und Pharmabranche (1,2 % p. a.) und deutlich höher als etwa im Maschinenbau (0,7 % p. a.), Fahrzeugbau (0,9 % p. a.) oder in der Elektroindustrie (0,4 % p. a.). Die nordrhein-westfälische Metallindustrie stagnierte nahezu.

Als Querschnittsbranche beinhaltet die Umweltwirtschaft Teile der dargestellten Schlüsselbranchen. Jeweils rund 11 – 12 % der Branchen Maschinenbau, Fahrzeugbau und Elektroindustrie werden der Umweltwirtschaft zugeordnet (ABBILDUNG 8). Im Maschinen- und Fahrzeugbau und der Chemie- und Pharmabranche erweist sich die Umweltwirtschaft dabei als Wachstumstreiber. Betrachtet man nur den umweltwirtschaftlichen Anteil dieser Branchen, liegen die Wachstumsraten der Erwerbstätigkeit jeweils deutlich höher als in den Branchen insgesamt. Die Bedeutung der umweltwirtschaftlichen Aktivitäten in diesen Branchen steigt somit an.

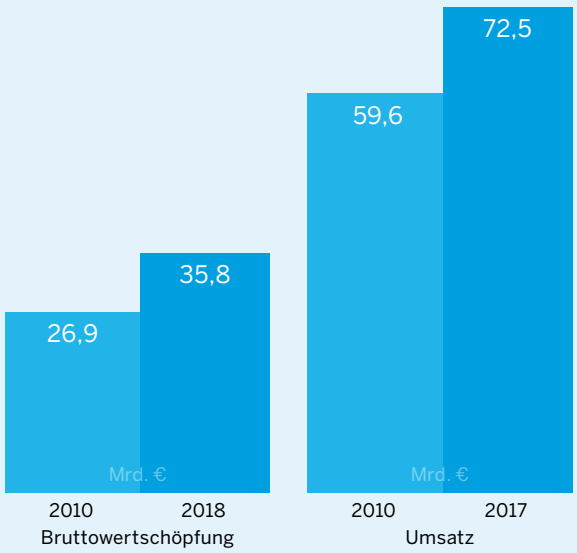



**Abbildung 7: Ökonomische Leistung der Umweltwirtschaft NRW, 2010 und 2017 bzw. 2018, in Mrd. Euro**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Statistischen Bundesamtes

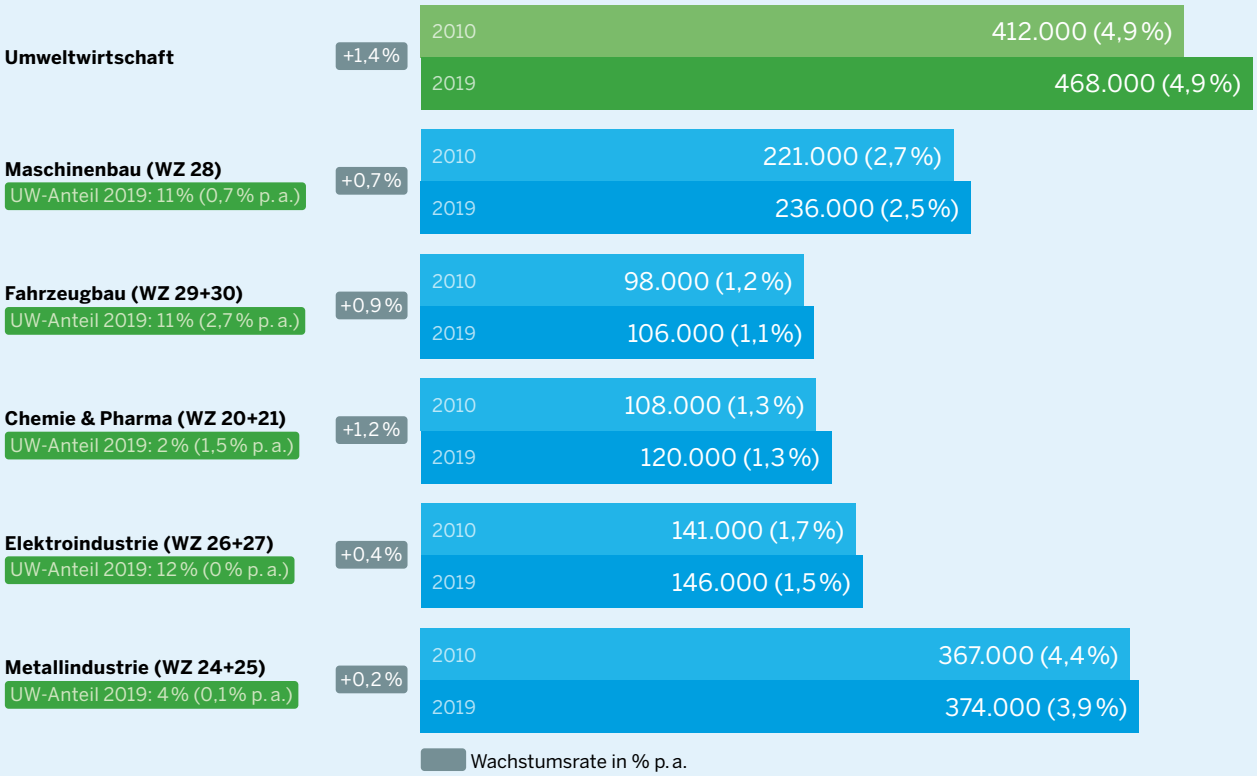



**Abbildung 8: Erwerbstätige in Schlüsselbranchen Nordrhein-Westfalens 2010 und 2019, ihr Anteil an der Gesamtwirtschaft und Umweltwirtschaft sowie ihre Entwicklung**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

## ERWERBSTÄTIGE DER UMWELTWIRTSCHAFT IM DETAILBLICK: BESCHÄFTIGUNGSVERHÄLTNISSE

Die überwiegende Mehrzahl der Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft arbeitet in sozialversicherungspflichtigen Beschäftigungsverhältnissen (80 %). Der Anteil geringfügig Beschäftigter liegt mit etwa 13 % etwas niedriger als in der Gesamtwirtschaft, aber markant höher als in den Vergleichsbranchen (ABBILDUNG 9). Dies ist auf die deutlich größere Anzahl an geringfügig Beschäftigten in den Teilmärkten *Umweltfreundliche Landwirtschaft* und *Umweltfreundliche Mobilität* zurückzuführen. Einen Anteil von 7 % nehmen Selbstständige unter den Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft ein. Der hohe Anteil sozialversicherungspflichtiger Beschäftigungsverhältnisse und Selbstständiger ist ein Anzeichen für ein relativ hohes Qualifikationsniveau in der Querschnittsbranche. Anspruchsvolle Tätigkeiten in der Umweltwirtschaft werden in der Regel von gut ausgebildeten Fachkräften oder in akademischen Berufen ausgeführt. Gerade die Selbstständigkeit setzt fachliche Qualifikationen voraus.

Insgesamt hat sich die Erwerbstätigkeit in der Umweltwirtschaft mit einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 1,4 % zwischen 2010 und 2019 sehr positiv entwickelt. Je nach Beschäftigungsverhältnis unterscheidet sich jedoch diese Entwicklung. Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten wuchs mit 1,6 % p. a. stärker als die übrigen Beschäftigungsverhältnisse. Die Zahl der Selbstständigen stieg um 0,9 % p. a., die der geringfügig Beschäftigten wuchs mit 0,7 % p. a. am langsamsten.

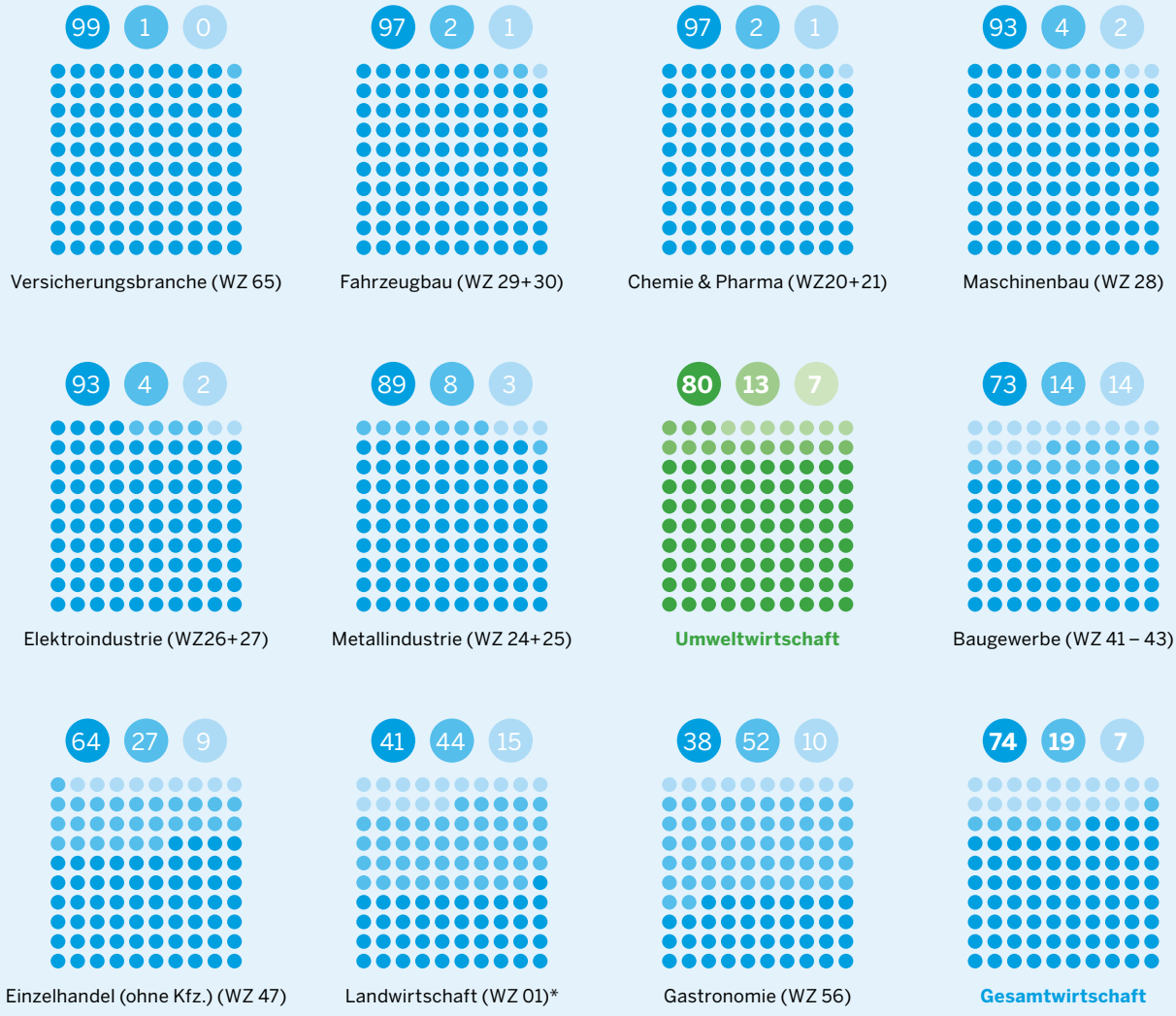



**Abbildung 9: Verhältnis der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, geringfügig Beschäftigten und Selbstständigen in ausgewählten Branchen Nordrhein-Westfalens (2019)**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

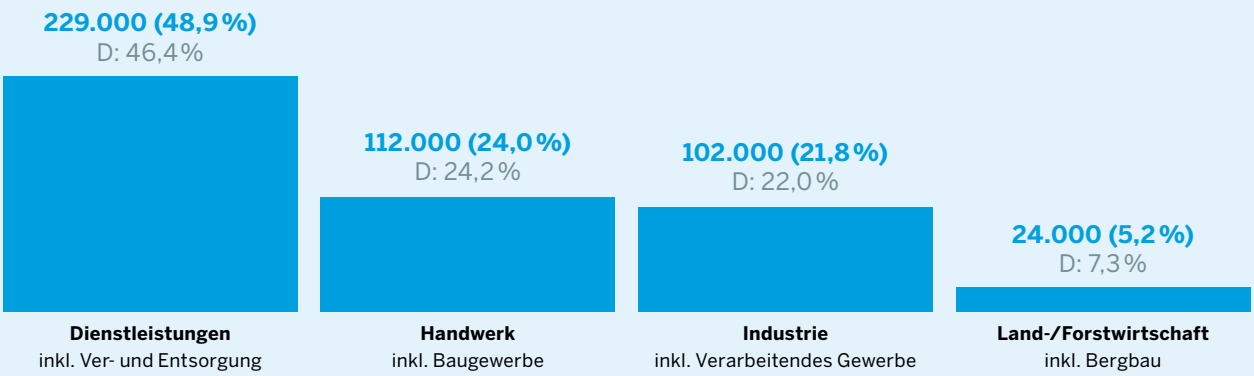



**Abbildung 10: Struktur der Umweltwirtschaft, Erwerbstätige und jeweilige Anteile nach Sektoren in Nordrhein-Westfalen und Deutschland 2019**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

## STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT UND DIE BEDEUTUNG DER SEKTOREN

Die nordrhein-westfälische Umweltwirtschaft erweist sich in ihrer Struktur als vielschichtig. Sie umfasst Dienstleistungen, Handwerk (inkl. Baugewerbe), Industrie sowie Land- und Forstwirtschaft.

Mit 48,9 % ist fast die Hälfte der Erwerbstätigen der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft im Dienstleistungssektor tätig (ABBILDUNG 10). Maßgeblich sind hierbei die Teilmärkte *Umweltfreundliche Mobilität* und *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*, die 41 % respektive 29 % der Erwerbstätigen im Dienstleistungsbereich ausmachen.

Gleichwohl stellt die Industrie mit 21,8 % mehr als ein Fünftel der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft. Sie ist über alle Teilmärkte hinweg elementarer Bestandteil und technologischer Kern der Umweltwirtschaft. Eine wichtige Rolle kommt darüber hinaus dem Handwerk zu. Dieses macht mit 24 % fast ein Viertel der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft aus.

Zwischen den einzelnen Sektoren bestehen Wechselwirkungen in der Wertschöpfungskette. Dienstleistungen, Handwerks- und Bauleistungen übernehmen eine Transmitter-Funktion, fungieren also als Schnittstelle zwischen Technologieentwicklung und Marktdiffusion. Sie tragen damit maßgeblich dazu bei, die Umwelttechnologien weiter zu entwickeln und zu verbreiten.

## VERGLEICH DER UMWELTWIRTSCHAFT NORDRHEIN-WESTFALENS MIT ANDEREN BUNDESLÄNDERN

Nordrhein-Westfalen ist der größte Anbietermarkt für Produkte und Dienstleistungen der Umweltwirtschaft in Deutschland. Im Bundesländervergleich nimmt Nordrhein-Westfalen bei der Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten weiterhin vor Bayern und Baden-Württemberg die Spitzenposition ein. Im relativen Vergleich agiert die nordrhein-westfälische Umweltwirtschaft sowohl mit Blick auf die Entwicklung – gemessen an der Wachstumsrate der Beschäftigung – als auch auf die Ausprägung – gemessen am Lokalisationsquotienten[2] – annähernd auf dem Niveau des bundesdeutschen Durchschnitts (ABBILDUNG 11).

Die Bundesländer lassen sich, was Größe und Entwicklung der Umweltwirtschaft betrifft, in zwei Gruppen unterteilen. Auf der einen Seite stehen Länder – darunter auch Nordrhein-Westfalen – mit in der Regel vielen Beschäftigen und überdurchschnittlichen bis leicht unterdurchschnittlichen Beschäftigtenentwicklungen, gleichwohl aber auch lediglich durchschnittlichen Ausprägungen (Lokalisationsquotient um 1). Demgegenüber stehen Bundesländer mit einem hohen Anteil der Umweltwirtschaft an der Gesamtbeschäftigung und somit einem überdurchschnittlichen Lokalisationsquotienten, aber einer unterdurchschnittlichen Beschäftigtenentwicklung und meist geringeren Beschäftigtenzahlen.

In letztere Gruppe fallen ausschließlich ostdeutsche Bundesländer. Ihr hoher Lokalisationsquotient lässt sich teilweise darauf zurückführen, dass dort nach der Wende klassische Industriestrukturen weggebrochen sind und mit dem Wiederaufbau ein Modernisierungsprozess ein-

## TECHNOLOGIEN UND DIENSTLEISTUNGEN DER „KLIMAANPASSUNGSWIRTSCHAFT“

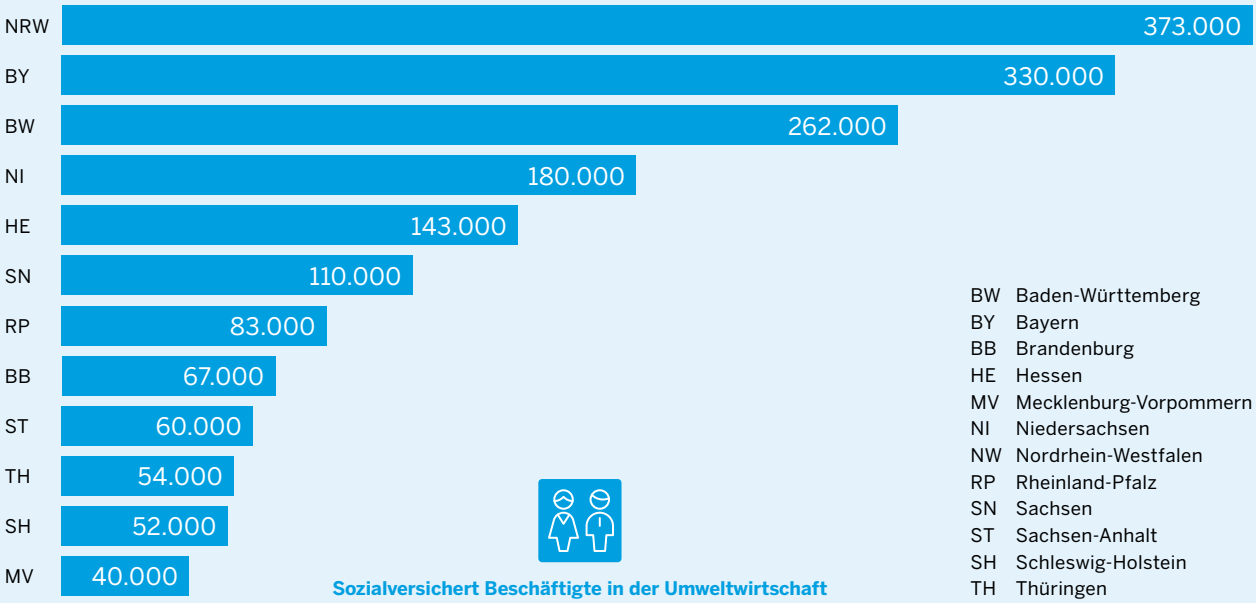
Die Auswirkungen des Klimawandels werden auch bei Erreichen der in Paris gesetzten Klimaschutzziele bedeutende Risiken mit sich bringen – sowohl global als auch für den Standort Nordrhein-Westfalen. Maßnahmen zur Klimaanpassung stellen daher neben dem primär fokussierten Klimaschutz ein wichtiges Element zeitgemäßer Klimapolitik dar. Sowohl in der öffentlichen Wahrnehmung (beispielsweise durch die Hitzesommer 2018 und 2019) als auch in der politischen Schwerpunktsetzung (u. a. European Green Deal) nimmt die Notwendigkeit der Anpassung an die Folgen des Klimawandels weiter an Bedeutung zu. Unternehmen nehmen in dieser Thematik eine dreifache Rolle ein: Sie sind einerseits Mitverursacher des Klimawandels, andererseits Betroffene von Klimafolgen. Darüber hinaus fungieren sie über die Bereitstellung von Technologien und Dienstleistungen zur Klimaanpassung als Problemlöser. Hier bieten sich für Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen enorme wirtschaftliche Chancen. Dabei zeigen sich viele Schnittmengen zur Umweltwirtschaft.

Die aktuell größte grüne Fassade Europas: der Kö-Bogen II in Düsseldorf

Die „Klimaanpassungswirtschaft“ lässt sich mit ihren Produkten und Technologien in drei infrastrukturelle Handlungsfelder einordnen: graue, grüne und blaue Infrastruktur. Allen Handlungsfeldern ist dabei gemeinsam, dass die Nachfrage nach Technologien aus diesem Bereich, getrieben durch das immer weitere Voranschreiten des Klimawandels, zukünftig weiter steigen wird. In Gebäuden als Teil der **grauen Infrastruktur** können verschiedene umweltwirtschaftliche Technologien neben einer physischen Entlastung der Nutzerinnen und Nutzer auch zur Verringerung des Energieverbrauchs beitragen. Beispiele hierfür sind materialeffiziente Gebäudedämmungen, eine Kombination von Photovoltaik-Anlagen und Dachbegrünungs- bzw. Abflusssystemen oder die Verwendung von Verschattungs- oder Lüftungssystemen, die auf intelligenter Sensortechnik basieren. Auch die helle Gestaltung von Oberflächen (beispielsweise von Dächern, Fassaden oder Straßenbelägen), um die Wärmespeicherung zu verringern, fällt unter den Bereich der grauen Infrastruktur.

Neben dem Gebäudebetrieb ist der öffentliche Raum und in ihm insbesondere die **grüne und blaue Infrastruktur** für die Klimaanpassung relevant. Die Umweltwirtschaft kann in diesen Bereichen sowohl durch den Anbau trocken- oder hitzeresistenter Baumarten und die sogenannten Agrarumweltmaßnahmen als auch durch ein intelligentes Wassermanagement Akzente setzen. In Kombination mit Sensortechnik können beispielsweise Mulden-Rigolen-Systeme, unterirdische Wasserspeicher oder intelligente Bewässerungseinrichtungen einerseits den Wasserverbrauch verringern und andererseits ein schnelles Versickern oder Ablaufen im Falle eines Starkregenereignisses gewährleisten. Ein bedeutender Treiber effektiver und handlungsfeldübergreifender Klimaanpassungsbestrebungen ist die Digitalisierung. Intelligente und systemintegrierte Warnsysteme im Sinne einer Smart City können in Kombination mit Minderungs- und Schutztechnologien frühzeitig auf Extremereignisse reagieren, die Bevölkerung warnen und automatisiert Schutzmaßnahmen ergreifen, um Schäden zu vermeiden.

Neben den Technologien spielen auch **Dienstleistungen** für die Anpassung an den Klimawandel eine wichtige Rolle: Diese decken von Planungsleistungen durch Ingenieur- und Architekturbüros bis hin zu Finanzierungs- und Versicherungsdienstleistungen gegen Klimawandelschäden ein breites Spektrum ab. An Bedeutung gewinnen darüber hinaus Beratungsangebote auf Grundlage datengetriebener Dienstleistungen, die einerseits durch intensives Monitoring Entscheidungsfindungen über Anpassungsmaßnahmen erleichtern und andererseits durch Wirkungsüberprüfungen Evaluierungen bestehender Maßnahmen oder übergreifender Anpassungsstrategien beinhalten.



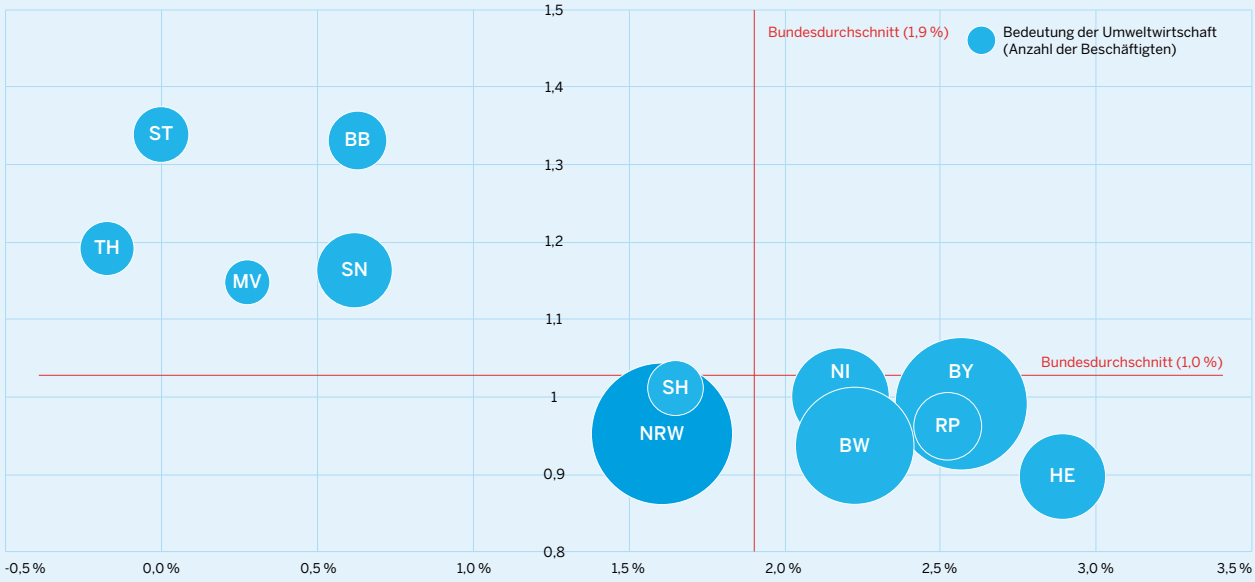




**Abbildung 11: Bundesländervergleich der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Umweltwirtschaft, Anzahl (oben), Entwicklung und Ausprägung (Lokalisation) (unten)**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit

hergegangen ist, in dem sich die Umweltwirtschaft als Wirtschaftsfaktor etabliert hat. Darüber hinaus lassen sich mit der Kreislaufwirtschaft, der Wasserwirtschaft und dem öffentlichen Verkehr Teile der Umweltwirtschaft dem Bereich der Daseinsvorsorge zuordnen, der in strukturschwachen Regionen ökonomisch einen größeren Stellenwert einnimmt. Allerdings deutet die Entwicklung der letzten neun Jahre darauf hin, dass sich diese spezielle Situation der ostdeutschen Bundesländer zunehmend wandelt.

Als Gegenpol hierzu stellt sich die Entwicklung der Umweltwirtschaft in Hessen dar. Während der Lokalisationsquotient für 2019 noch deutlich unterdurchschnittlich ist, stieg die Beschäftigungsentwicklung von 2010 bis 2019 mit jährlichen 2,9 % überdurchschnittlich an. Hessen ist in dieser Hinsicht im deutschlandweiten Vergleich Spitzenreiter vor Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz.

## DIE UMWELTWIRTSCHAFTSSTRATEGIE NORDRHEIN-WESTFALENS

Die Umweltwirtschaftsstrategie ist eine ressortübergreifende Politikstrategie der Landesregierung Nordrhein-Westfalens und reicht zurück bis ins Jahr 2010. In der aktuellen Legislaturperiode wird sie weiterentwickelt und fortgeschrieben und ist dazu im Koalitionsvertrag 2017 verankert. Die Umweltwirtschaft wird darin nicht nur als Problemlöser im Umweltbereich, sondern auch als bedeutender Wirtschaftsfaktor für das Land beschrieben.

Das übergeordnete Ziel der Umweltwirtschaftsstrategie ist es, Nordrhein-Westfalen zu einem national und international führenden Standort für die Entwicklung, Fertigung und Etablierung umwelt- und klimaschützender Technologien, Produkte, Produktionsweisen und Dienstleistungen zu machen und damit einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz sowie zu Klimaschutz und -anpassung zu leisten. Dieses Ziel wird in fünf strategischen Handlungsfeldern verfolgt:

- **Innovationen** werden auf Produkt-, Prozess- und Technologie- und Dienstleistungsebene gefördert, um für Wachstum und Beschäftigung in der nordrhein-westfälischen Wirtschaft zu sorgen.

- Unternehmensgründungen sowie kleine und mittlere Unternehmen werden bei der **Markteinführung, Marktentwicklung und Internationalisierung** unterstützt, um den Einstieg in die und das Wachstum in den dynamischen Märkten der Umweltwirtschaft zu erleichtern.

- Die **Vernetzung, Kommunikation und Standortentwicklung** dient der gegenseitigen Sichtbarkeit und Wahrnehmung der vielfältigen Akteure der Umweltwirtschaft. Die Synergieeffekte führen zum Aufbau, zur Ausweitung und Stärkung regionaler Wertschöpfungsketten.

- Um die Wettbewerbsposition der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft langfristig zu sichern und auszubauen, wird das Handlungsfeld **Ausbildung von Fachkräften** als Schlüssel für die Innovations- und Leistungsfähigkeit der Betriebe gezielt gefördert.

- Schließlich ist auch die umweltpolitische **Rahmensetzung und Normung** ein wesentliches Handlungsfeld, um einerseits die erforderliche Rechtssicherheit für das Handeln beteiligter Akteure zu geben und andererseits Impulse für den Wachstumsmarkt der Umweltwirtschaft zu liefern.

Die NRW Umweltwirtschaftsstrategie basiert auf einem breiten Portfolio an Maßnahmen, die sowohl teilmarktspezifischer, regionalspezifischer als auch übergreifender Natur sind und durch eine Vielzahl von Akteuren realisiert werden. Bereits im ressortabgestimmten Masterplan Umweltwirtschaft[3] sind strategische Ziele und konkrete Maßnahmen für jedes Handlungsfeld sowie für die acht Teilmärkte und die Regionen Nordrhein-Westfalens hinterlegt.

Die Erfolgskontrolle der Umsetzung der Umweltwirtschaftsstrategie erfolgt im Rahmen regelmäßig veröffentlichter Informationen durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Der alle zwei Jahre erscheinende Umweltwirtschaftsbericht stellt die aktuelle Situation sowie Chancen und Perspektiven der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft auf Grundlage ausgewählter empirischer Daten dar. In den Zwischenjahren veröffentlichte Impulspapiere zeigen gutachterliche Empfehlungen für die Fortentwicklung der Umweltwirtschaftsstrategie auf. Statusberichte und Innovationsradare liefern darüber hinaus die Möglichkeit, aktuelle Trends und Entwicklungen der Umweltwirtschaft in der Regierungsarbeit aufzugreifen und politisch in Wert zu setzen.

Das komplett $CO_2$-neutrale ICE-Instandhaltungswerk in Köln-Nippes wurde 2018 eröffnet und bietet 400 Arbeitsplätze.

# 1.2 DIGITALE WACHSTUMSCHANCEN UND DISRUPTIONSPOTENZIALE

Der digitale Wandel, dessen Tempo, Umfang und Durchdringungskraft sich zukünftig noch deutlich steigern werden, ermöglicht den Unternehmen der Umweltwirtschaft zahlreiche neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen. Gerade für die Umweltwirtschaft, die ja im Kontext eines wirtschaftlichen Transformationsprozesses bzw. der EU-weiten Anstrengungen der Dekarbonisierung und des europäischen Green Deals zu begreifen ist, erwachsen aus der Digitalisierung Chancen und Herausforderungen.

Der vorliegende Bericht beleuchtet in unterschiedlichen Kontexten den vielfältigen Einfluss der Digitalisierung auf die Umweltwirtschaft. An dieser Stelle wird einordnend den grundlegenden Wirkmechanismen der Digitalisierungstechnologien auf die Umweltwirtschaft nachgegangen. Zudem wird auf Basis einer innovativen Indikatorik der Grad der Digitalisierung der Umweltwirtschaft quantifiziert. Kapitel 2 konkretisiert dann Innovations- und Disruptionspotenziale für die einzelnen Teilmärkte der Umweltwirtschaft. Kapitel 3 zeigt schließlich herausragende Beispiele und Projekte in den Regionen Nordrhein-Westfalens auf.

## EINFLUSS DIGITALER TECHNOLOGIEN: UMWELTWIRTSCHAFT 4.0

Viele digitale Anwendungen bieten Chancen für die Umweltwirtschaft und ermöglichen neue Lösungsansätze auf dem Weg zu einer Umweltwirtschaft 4.0. Gleichzeitig werden etablierte Akteure vor neue Herausforderungen gestellt. In der Analyse der Wirkmechanismen lassen sich vier zentrale Einflussebenen unterscheiden:

- **Grundlegende Veränderungen des Marktumfelds und des Marktgeschehens:** In erster Linie ist Digitalisierung ein Treiber, der über technologische Entwicklungen, Anforderungen von Kunden, Wettbewerbszwänge und politische Anreize wirkt. Zudem kommen neue Anforderungen auf Unternehmen zu, nicht nur im Hinblick auf das Produktportfolio (siehe nächster Punkt), sondern etwa auch im Hinblick auf den Schutz des eigenen Know-hows. Cybersecurity erhält vor dem Hintergrund der umfassenden Vernetzung von IT-Systemen und Produkten innerhalb und außerhalb der eigenen Organisation eine essenzielle Bedeutung.

- **Produktinnovationen und neue Geschäftsmodelle:** Die technologischen Möglichkeiten der Digitalisierung eröffnen grundsätzlich neue umweltwirtschaftliche Lösungsansätze. Diese reichen von erweiterten bzw. smarten Produktfunktionen bis hin zu gänzlich neuen Geschäftsmodellen. Beispiele sind etwa Effizienztechnologien durch Industrie-4.0-Lösungen, wie smarte Steuerungssysteme auf Basis von Blockchain-Verfahren oder Ressourceneinsparungen durch Virtualisierung. Auch das mittlerweile sehr vielfältige Angebot kommerzieller und nicht-kommerzieller Sharing-Plattformen kann dazu beitragen, Güter und Ressourcen effizienter zu nutzen. Eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit Digitalisierungslösungen kommt Big-Data-Anwendungen zu. Diese vernetzen beispielsweise individuelle Mobilitätsinformationen und Verkehrssysteme (modal shift). Auch verknüpfen diese Anwendungen Verbrauchs- und Umgebungsdaten für ein verbessertes Energiemanagement (Smart Grids) oder werden im Kontext der Präzisionslandwirtschaft eingesetzt.

- **Neue Wertschöpfungsarchitekturen:** Die neue Konnektivität verändert bestehende Verflechtungen in der Wertschöpfungskette. Neben einer engeren Verzahnung und Kooperation der Wertschöpfungsstufen ermöglicht die Digitalisierung auch veränderte Vertriebsstrukturen und Kundenbeziehungen („Prosumer"; „Kunden-Partner-Ökosysteme"). Darüber hinaus bietet die Verknüpfung von Einzelkomponenten zu Systemlösungen ein wichtiges Innovationsfeld für die Umweltwirtschaft (vgl. Kap. 3.2). Hier liegen in Anbetracht des allgemein bereits hohen technologischen Niveaus der Umweltwirtschaft vielversprechende Potenziale.

- **Disruptionen:** Als Kehrseite der Entwicklungsmöglichkeiten kann die disruptive Kraft der Digitalisierung auch zur existenziellen Herausforderung für althergebrachte Produkte und Unternehmen der Umweltwirtschaft werden. Als Beispiel kann die Blockchain-Technologie genannt werden, von der u. a. durch automatisierte Abläufe mittels Smart Contracts ein Disruptionspotenzial für Energieversorger ausgehen kann. Um diese Herausforderungen zu adressieren, müssen Unternehmen den Wandel proaktiv mitgestalten, digitale Kompetenzen und Qualifikationen aufbauen, flexibel auf Veränderungsprozesse reagieren, den Kundenzugang sichern und neue Formen der Zusammenarbeit besser nutzen.

In den einzelnen Teilmärkten der Umweltwirtschaft gehen diese vier Einflussebenen mit jeweils unterschiedlichen Entwicklungspotenzialen einher (siehe Kap. 2). Ausschlaggebend dafür sind das jeweilige Marktumfeld und die Bedeutung unterschiedlicher Digitalisierungstechnologien.

## TECHNOLOGISCHE KOMPONENTEN DER DIGITALISIERUNG

| | |
|---|---|
| Big Data | Big Data beschreibt das Erfassen, Strukturieren, Verknüpfen und Auswerten großer Datenmengen von Kunden, Prozessen, Objekten und Geschäftsbeziehungen. Dies beinhaltet zudem die Umwandlung bislang analog vorliegender Informationen in digitale Daten. |
| Cloud Computing | Cloud Computing ermöglicht das dynamische Nutzen und Anbieten von Speicher-, Rechen- und Rechnerleistungen in einer externen IT-Infrastruktur mit Zugang über das Internet. Die Cloud stellt dem Unternehmen Speicherplatz, Daten und IT-Services zur Verfügung, die von ihm nicht mehr zwingend selbst vorgehalten werden müssen. |
| Blockchain | Blockchain beschreibt das Verketten und verschlüsselte Transferieren von Daten in Blöcken mit Bestätigung von mehreren Rechnern. Es entstehen digitale, im Nachhinein nicht mehr veränderliche, gesicherte oder „echte“ Datensätze, die in einer konditionalen Logik vereinbarte, automatisierte Folgeprozesse auslösen. |
| Internet of Things (IoT) | Internet of Things bzw. IoT meint das Ausstatten von Objekten jeglicher Art (Maschinen, Alltagsgegenstände) mit digitaler Technik, um einen Datenaustausch über das Internet zu ermöglichen. Die Objekte sind mit Sensoren für unterschiedlichste Zwecke ausgestattet (z. B. Smart Meter, GPS) und können dabei untereinander und auch mit Nutzerinnen bzw. Nutzern kommunizieren. |
| Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) | Virtual Reality meint die meist visuelle Vorspiegelung einer computergenerierten Schein-Wirklichkeit. Mit Bildschirmen oder auch 3D-Datenbrillen können Nutzerinnen und Nutzer künstlich geschaffene Objekte und Umfelder – Orte, Gebäude, Entwürfe für Maschinenteile, visualisierte Patientendaten – realitätsnah wahrnehmen. Augmented Reality beschreibt die computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung, beispielsweise durch Diagramme, Karten, Foto- oder Videomontagen. Auf dieser Grundlage sollen Situationen besser bewertet und Entscheidungen objektiver getroffen werden können. |
| Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz (KI) | Maschinelles Lernen ahmt das menschliche Lernen aus Erfahrungen nach, um die Programmierung von Maschinen bzw. Algorithmen mit komplexen Verfahrensmustern zu automatisieren. Maschinen „lernen“, indem sie bei der Verarbeitung von komplexen Daten ihre Programmierung abhängig von den erzielten Ergebnissen immer wieder optimieren und anpassen. Die so entstehenden Verfahrensmuster können dann in ähnlichen Kontexten angewendet werden.<br>Von Künstlicher Intelligenz spricht man im Allgemeinen, wenn durch Programmierung menschliche Entscheidungsstrukturen nachgebildet werden, um komplexe Probleme zu bearbeiten. |
| Robotic Process Automation | Zentrale Elemente der Robotic Process Automation (RPA) sind das Beobachten, Aufzeichnen und Nachahmen operativer Prozesse durch eine erkennende Software. Die RPA loggt sich in repetitive Routinearbeiten ein und adaptiert operative Arbeitsschritte (Umgang mit Daten, Formularen, Dokumenten und Bildern). Durch das Imitieren wird eine separate Programmierung obsolet. |

Um die Einflussebenen für alle Teilmärkte zu durchdringen und so das Innovations- und Disruptionspotenzial durch Digitalisierung zu erfassen, müssen die verschiedenen technologischen Komponenten von Digitalisierung (siehe Infobox) differenziert betrachtet werden. Diese Analyse, bezogen auf die einzelnen Technologien und deren Wirken auf die Teilmärkte, wird in Kapitel 3 vorgenommen.

## DIGITALISIERUNGSGRAD DER UMWELTWIRTSCHAFT

Um einzuordnen, wie stark die Digitalisierung bereits in der Umweltwirtschaft vorangeschritten ist, wurde ein quantitativer Ansatz entwickelt. Dieser stützt sich auf fünf

Indikatoren, die unterschiedliche Dimensionen der Digitalisierung abdecken:

| Digitalisierungsaspekt | Indikator |
|---|---|
| Veränderung der Arbeitswelt | Stellenausschreibungen mit Digitalbezug |
| Innovation | Patentanmeldungen mit Digitalbezug |
| Gründungen | Unternehmensgründungen mit digitalem Schwerpunkt |
| Investitionen | FuE-Investitionen in Digitaltechnologien |
| Strategische Ausrichtung | Öffentliche Auseinandersetzung mit digitalen Themen |

Alle Indikatoren werden auf Ebene der einzelnen Teilmärkte und vergleichend für die Gesamtwirtschaft erhoben. Sie werden sowohl einzeln betrachtet als auch in einem Gesamtindex, dem „Digitalisierungsgrad", zusammengeführt (siehe Infobox „Methodischer Ansatz").

Diese Datenbasis ermöglicht die Untersuchung unterschiedlicher Aspekte: Es wird gezeigt, wie umfassend sich Unternehmen der Umweltwirtschaft mit Digitalisierungsthemen auseinandersetzen. Dazu wird der Vergleich mit der Gesamtwirtschaft herangezogen. Außerdem wird betrachtet, inwieweit die Teilmärkte bereits von der Digitalisierung geprägt sind. Eine weitere Betrachtungsebene liegt im Vergleich der verschiedenen Indikatoren. Welche Digitalisierungsaspekte spielen für die Umweltwirtschaft eine stärkere Rolle, welche sind nachgeordnet?

## DIE UMWELTWIRTSCHAFT IN NORDRHEIN-WESTFALEN IST ÜBERDURCHSCHNITTLICH DIGITALISIERT

Insgesamt kommt die Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens auf einen Digitalisierungsgrad von 1,15. Im Vergleich zur nordrhein-westfälischen Gesamtwirtschaft weist die Umweltwirtschaft somit einen um 15 % höheren Wert auf. Daraus lässt sich ableiten, dass die Querschnittsbranche sich aktiv mit der Digitalisierung auseinandersetzt und stärker vom digitalen Wandel geprägt ist als der gesamtwirtschaftliche Durchschnitt.

Dies wird durch den Blick auf die Teilindikatoren (ABBILDUNG 12) unterstrichen. Insbesondere bei Stellenausschreibungen wird die Durchdringung der Umweltwirtschaft durch die Digitalisierung deutlich (1,51). Rund 15 % der Stellenausschreibungen in der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft weisen einen Digitalbezug auf. Das ist um die Hälfte mehr als in der Gesamtwirtschaft (9 %). Zugleich beschäftigen sich die Unternehmen der Querschnittsbranche – auch in ihrer Außenkommunikation – besonders intensiv mit Digitalisierungsthemen (1,49). Auf den Webseiten findet eine deutlich stärkere Auseinandersetzung mit Digitalisierungsthemen statt als in der Gesamtwirtschaft. Thematische Schwerpunkte liegen bei Begriffen im Kontext mobile Dienste, Industrie 4.0 (Maschine-zu-Maschine-Interaktion und Automatisierungstechnik), Softwarelösungen sowie Smart Services. Ein dritter Befund knüpft daran an: Die Umweltwirtschaft investiert überdurchschnittlich viel in digitale Forschung und Entwicklung (1,28). Insbesondere Umweltwirtschaftsunternehmen aus Chemie, Elektronik, Fahrzeugbau und Grund-

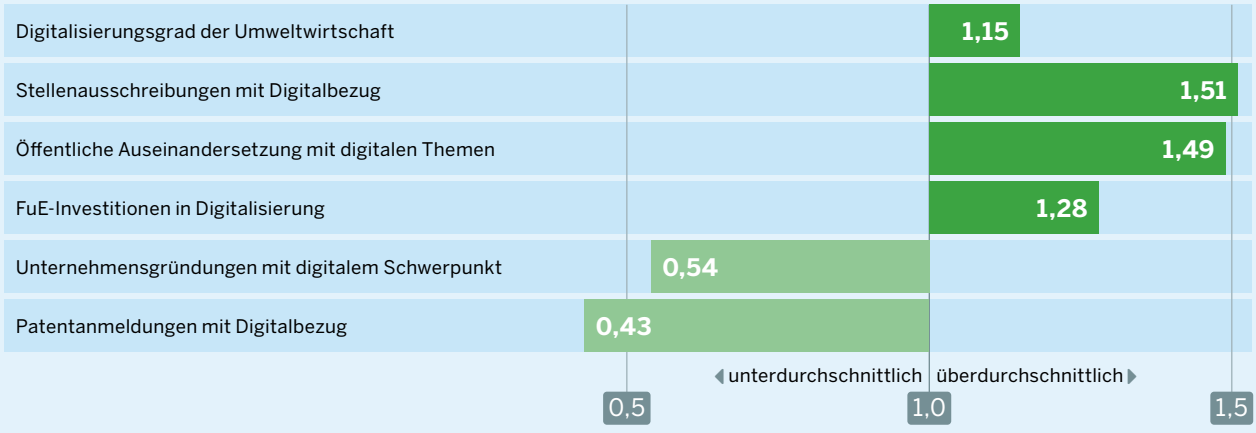



**Abbildung 12: Digitalisierungsgrad der Umweltwirtschaft NRW**

Quelle: Prognos AG auf Basis verschiedener Datenquellen (siehe Methodik)

## METHODISCHER ANSATZ

Die quantitative Indikatorik stützt sich auf verschiedene Datenquellen, um die unterschiedlichen Facetten der Digitalisierung zu erfassen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Indikatoren und das analytische Vorgehen.

| Indikator | Quelle | Bezugs-jahr(e) | Erhebung & Berechnung | Gewichtung |
|---|---|---|---|---|
| Stellenausschreibungen mit Digitalbezug | Index Research | 2019 | Erhebung: Analyse aller Stellenausschreibungen des Jahres 2019. Zuordnung zu Teilmärkten und Digitalbezug mittels Schlagwort- und Branchenkombinationen. | 30 % |
| Patentanmeldungen mit Digitalbezug | PATSTAT | 2017 | Erhebung: Anknüpfend an die Patentanalyse (siehe Kap. 2.3). Identifikation des Digitalbezugs über Patentverweise auf digitale Technologieklassen. | 20 % |
| FuE-Investitionen in Digitaltechnologien | Arendi Zahlenwerk | 2017 | Erhebung: Betrachtung der internen FuE-Aufwendungen in IKT. Zuordnung zu Teilmärkten auf Basis der WZ-Abgrenzung. Regionalisierung für NRW anhand der branchenspezifischen FuE-Aufwendungen nach Bundesländern. | 20 % |
| Öffentliche Auseinandersetzung mit digitalen Themen | Prognos Web Intelligence Tool | 2019 | Erhebung: Big-Data-Analyse mittels Webcrawling. Samplebildung von je 100 Unternehmen pro Teilmarkt und Gesamtwirtschaft nach disproportionaler Schichtung (jeweils ca. 30 % große Unternehmen, 70 % KMU und regionaler Proporz). Crawling von insgesamt 734 Domains (mit 28.698 Unterseiten). Auszählung der Häufigkeit von 179 Digitalisierungsbegriffen auf Deutsch und Englisch. | 20 % |
| Unternehmensgründungen mit digitalem Schwerpunkt | ORBIS | 2010 – 2020 | Erhebung: Betrachtung aller Neugründungen von 2010 bis April 2020 in der Umweltwirtschaft. Zuordnung zu Teilmärkten und digitalem Schwerpunkt mit Schlagwortanalysen auf Basis der Tätigkeitsbeschreibungen und Branchen. | 10 % |

### NORMIERUNG DURCH VERGLEICH ZUR GESAMTWIRTSCHAFT

Die Berechnung der verschiedenen Teilindikatoren führt zu unterschiedlichen Ergebnissen, die nominal nicht vergleichbar sind. Dazu müssen sie zunächst normiert werden. Ein gewöhnliches Normierungsverfahren anhand der Minimal- und Maximalwerte scheidet hierfür aus, da die Anzahl der erhobenen Erfassungsbereiche (acht Teilmärkte und Gesamtwirtschaft) zu gering ist. Stattdessen wurden die Werte anhand ihres Verhältnisses zum Referenzwert der Gesamtwirtschaft normiert. Dies ermöglicht zudem eine Einordnung der Ergebnisse (siehe Infobox: Wie sind die Werte zu interpretieren?). Im Gegensatz zu weiteren Normierungsverfahren (beispielsweise einem Scoring auf Basis der Rangfolge oder festgelegter Kategorien) bleibt die nominale Aussagekraft erhalten.

### BILDUNG EINES INDEXWERTS & GEWICHTUNG

Aus den fünf Teilindikatoren wurde der Gesamtindex „Digitalisierungsgrad“ gebildet. Um die vorhandenen Unterschiede in der Datenqualität und die inhaltliche Relevanz der Teilindikatoren abzubilden, erfolgte eine entsprechende Gewichtung (siehe Tabelle).

### BEZUGSRAUM

Nur Teile der Indikatorik lassen sich bis auf einzelne Wirtschaftsregionen in Nordrhein-Westfalen herunterbrechen. Für den Indikator „Stellenausschreibungen mit Digitalbezug“ stehen kleinräumige Daten zur Verfügung. Er wurde daher in die Regionalprofile aufgenommen (siehe Anhang).

lagenforschung tätigen hohe FuE-Aufwendungen in IK-Technologien.

Bei den Patentanmeldungen liegt der Digitalisierungsgrad der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens (0,43) hingegen deutlich unterhalb des gesamtwirtschaftlichen Durchschnitts. Das ist jedoch kein Phänomen, das auf Nordrhein-Westfalen beschränkt ist: Auch bei den deutschen und den weltweiten Patentanmeldungen liegt der digitale Patentanteil in der Umweltwirtschaft jeweils um rund die Hälfte niedriger als bei der Gesamtwirtschaft. Grund dafür ist, dass ein sehr großer Teil der Umweltwirtschaft von „klassischen Industriefirmen" geprägt wird. In diesem Bereich werden üblicherweise nach wie vor überdurchschnittlich viele nicht-digitale Patente angemeldet, insbesondere im Vergleich zu den originären Branchen der Digitalisierung wie den IKT-Technologien. In der Folge weisen nur sehr wenige Industriebranchen wie der Bereich DV-Geräte, Elektronik, Optik einen ähnlich hohen Anteil an Digitalpatenten auf wie Dienstleistungsbranchen, die sich bereits sehr umfassend digitalisiert haben (etwa audiovisuelle Medien und Rundfunk, Telekommunikation oder IT- und Informationsdienstleister). Auch bei Unternehmensgründungen fällt der Digitalisierungsanteil der Umweltwirtschaft gering aus (0,54). Hier wird der Einfluss einiger gründungsintensiver digitaler Bereiche (IT-Start-ups, Fintechs) deutlich, die den Wert für die Gesamtwirtschaft nach oben hin beeinflussen.

Der übergeordnete Befund für die Umweltwirtschaft zeigt sich quer über die Teilmärkte hinweg (ABBILDUNG 13): Mit einer Ausnahme verfügen alle Teilmärkte der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft über einen überdurchschnittlichen Digitalisierungsgrad. Herausragend ist dabei der Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität*, bei dem mit einem Wert von 1,61 deutlich wird, wie stark umweltgerechte Zukunftslösungen für Mobilität von digitalen Möglichkeiten beeinflusst sind. Auch die beiden energiebezogenen Teilmärkte *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* (1,55) sowie *Energieeffizienz und*

## DIGITALISIERUNGSGRAD: WIE SIND DIE WERTE ZU INTERPRETIEREN?

Die Digitalisierung lässt sich nicht über einen Leisten schlagen: Weder an der Anzahl der Prozessoren noch der Softwareingenieurinnen und -ingenieure, noch an der steigenden Leistungsfähigkeit von Rechenzentren oder an der Anzahl von UX-Architektinnen und -architekten in einer Branche lässt sich der Grad ihrer Digitalisierung ablesen, geschweige denn mit anderen Branchen oder der Gesamtwirtschaft vergleichen. Der über fünf Indikatoren ermittelte Digitalisierungsgrad der Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen (siehe Methodikbox) führt daher mehrere nicht-technische Aspekte aussagekräftig und objektiv vergleichbar in einem Wert zusammen.

Der ermittelte Digitalisierungsgrad ist dabei kein absoluter Maßstab, sondern ein für einen gegebenen Zeitpunkt ermittelter relativer Wert. Um diesen zu bilden, setzt der Digitalisierungsgrad die Werte für die acht Teilmärkte der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft jeweils in Relation zum Durchschnittswert der Gesamtwirtschaft des Bundeslandes – und z. B. nicht zu dem des Silicon Valleys in Kalifornien.

Der gesamtwirtschaftliche Durchschnitt ist jeweils mit dem Wert 1,0 dargestellt. Bei einem Wert von über 1 handelt es sich also um ein in Nordrhein-Westfalen überdurchschnittliches Ergebnis. Je weiter sich der Wert vom Referenzwert 1 entfernt, desto größer ist der Grad der Digitalisierung. Ein Wert von 1,5 ist dabei schon als sehr hoch anzusehen: Er drückt aus, dass der Digitalisierungsgrad um 50 % über dem Durchschnitt aller Branchen liegt. Dies ist zum Beispiel für den Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* mit dem Digitalisierungsgrad von 1,55 der Fall.

### BEWERTUNG DER DIGITALISIERUNG

Grundsätzlich bringt die Digitalisierung wie eingangs dargestellt Chancen und Risiken mit sich. Ein überdurchschnittlicher Digitalisierungsgrad drückt eine überdurchschnittliche Durchdringung der Digitalisierung aus. Dies ist in erster Linie positiv zu deuten: Daraus lässt sich ableiten, dass sich die Umweltwirtschaft aktiv mit dem digitalen Wandel auseinandersetzt, anstatt ihn zu verdrängen oder reaktiv geschehen zu lassen.

Im vorliegenden Bericht sollen sowohl Chancen als auch Herausforderungen der Digitalisierung für die Unternehmen der Umweltwirtschaft betrachtet werden. Gleichwohl kann im Rahmen dieses Umweltwirtschaftsberichts keine grundlegende Bewertung der digitalen Transformation und ihrer gesamtheitlichen wirtschaftlichen, ökologischen oder sozialen Auswirkungen vorgenommen werden.

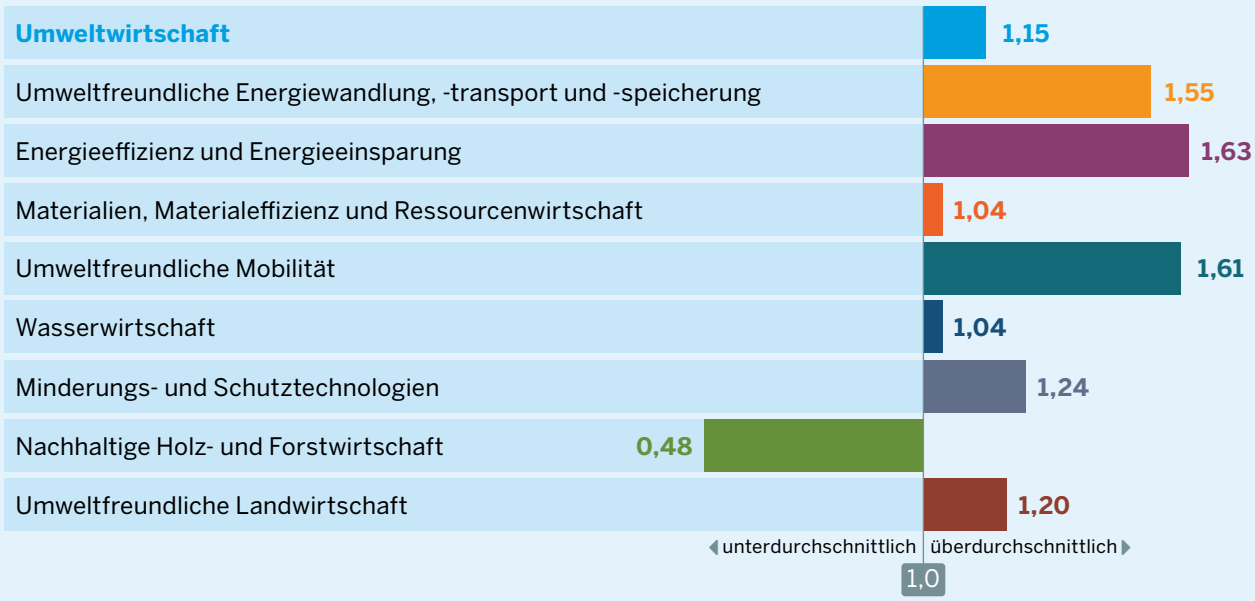



**Abbildung 13: Digitalisierungsgrad der Teilmärkte der Umweltwirtschaft NRW**

Quelle: Prognos AG auf Basis verschiedener Datenquellen (siehe Methodik)

*Energieeinsparung* (1,63) stehen deutlich im Zeichen des digitalen Wandels. Ein unterdurchschnittlicher Wert liegt lediglich für den Teilmarkt *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* vor. Während zwar auch in diesem Teilmarkt digitale Lösungen – wie u. a. Waldwirtschaft 4.0, digitale Vermessung, virtueller Wald oder autonome Maschinen – an Bedeutung gewinnen, scheinen sich diese im Vergleich zu anderen Teilmärkten noch weniger für eine breite Nutzung durchgesetzt zu haben.

## IM DETAIL WIRD DIE DIVERSITÄT DER TEILMÄRKTE UND DIGITALISIERUNGSTHEMEN DEUTLICH.

ABBILDUNG 14 zeigt die Detailergebnisse für die fünf Digitalisierungsindikatoren. In der Zusammenschau wird deutlich, dass die Digitalisierung in den Teilmärkten durchaus unterschiedlich ausgeprägt ist.

- **Stellenausschreibungen mit Digitalbezug:** Zur Bemessung des digitalen Wandels der Arbeitswelt in der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft wurden die Stellenanzeigen des Jahres 2019 aus allen führenden Portalen und Zeitungen als Analysegrundlage herangezogen. Diese umfassende und zugleich inhaltlich wie regional sehr differenzierte Datenbasis verfügt über eine hohe Datenqualität. Daher kann „Stellenausschreibungen mit Digitalbezug“ als der wichtigste der fünf Teilindikatoren angesehen werden und wurde auch im Gesamtindex entsprechend hoch gewichtet. In der Auswertung zeigt der Teilindikator mit 1,51 einen stark überdurchschnittlichen Wert für die gesamte Umweltwirtschaft. Dieses Ergebnis ist insbesondere auf vier Teilmärkte zurückzuführen, wie im Folgenden dargestellt wird. Eine sehr hohe Relevanz haben Digitalisierungskompetenzen zunächst in den zwei Energieteilmärkten *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* sowie *Energieeffizienz und Energieeinsparung*. Die meisten Stellengesuche beziehen sich hier auf die Bereiche Solar und energieeffiziente Gebäude. Auch im Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* weist ein hoher Anteil der Gesuche einen digitalen Bezug auf. Schwerpunkte der Ausschreibungen liegen in den Bereichen Elektromobilität, Verkehrsmanagement, öffentlicher Verkehr und Logistik. Während die hohen Werte dieser drei Teilmärkte einen Beleg für deren insgesamt starke digitale Prägung darstellen, ist das mit 1,2 recht hohe Ergebnis für den Teilmarkt *Umweltfreundliche Landwirtschaft* auf den ersten Blick überraschend. Die Gründe dafür sind vor allem methodischer und inhaltlicher Natur. So umfasst die Datengrundlage insbesondere technologiebezogene Stellen, während Stellenausschreibungen für rein landwirtschaftliche Tätigkeiten weniger stark in der Datengrundlage repräsentiert sind. Zudem besteht speziell in diesem Fall die Schwierigkeit, die zur Umweltwirtschaft gehörigen Bereiche zu identifizieren (z. B. bleibt meist unklar, ob ein Bezug der Tätigkeit zur regionalen Landwirtschaft oder zu Agrarumweltmaßnahmen besteht). Nichtsdestotrotz wird mit Blick auf den technologischen Bereich der Landwirtschaft eine außerordentlich hohe Bedeutung digitaler Lösungen deutlich, die sich in entsprechenden Kompetenzanforderungen der Unternehmen spiegelt.

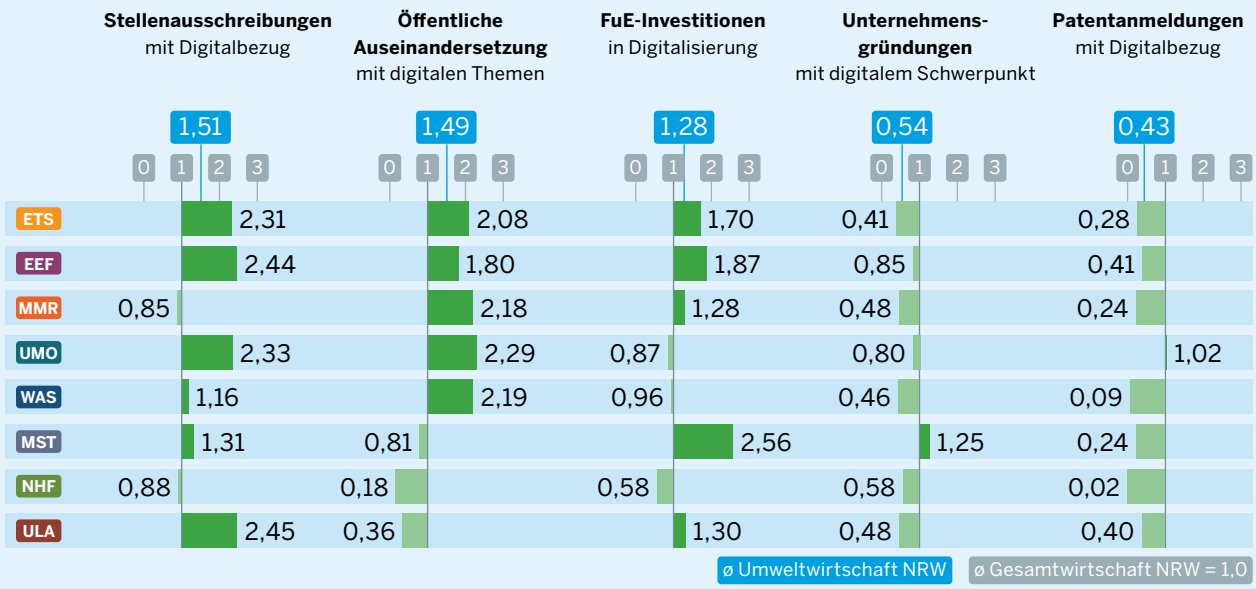



**Abbildung 14: Blick ins Detail – Ergebnisse der fünf Digitalisierungsindikatoren nach Teilmärkten**

Quelle: Prognos AG auf Basis verschiedener Datenquellen (siehe Methodik)

- **FuE-Investitionen in Digitalisierung:** Als Indikator für die Investitionen der Umweltwirtschaft in die Digitalisierung werden FuE-Aufwendungen in IKT und digitale Infrastrukturen herangezogen. Das überdurchschnittliche Ergebnis für die gesamte Umweltwirtschaft spiegelt sich in den meisten Teilmärkten wider. Einen herausragenden Wert zeigt der Teilmarkt *Minderungs- und Schutztechnologien*. In Relation zur vergleichsweise geringen Anzahl an Erwerbstätigen verzeichnet dieser Teilmarkt hohe Investitionstätigkeiten, insbesondere in den Bereichen digitale Messtechnik und Umweltanalytik. Auch die beiden energiebezogenen Teilmärkte weisen deutlich überdurchschnittliche Werte auf. Investitionsschwerpunkte liegen hier in Steuer- und Regeltechnik für Energieeffizienz, in der allgemeinen Energieforschung und in Softwarelösungen.

- **Gründungen mit digitalem Schwerpunkt:** Die Auswertung der grünen digitalen Neugründungen erfolgte über die Unternehmensdatenbank ORBIS. Dabei handelt es sich um die größte Unternehmensdatenbank weltweit mit über 250 Millionen Unternehmen. Auf Basis der Tätigkeitsprofile und Branchenzugehörigkeiten wurden die digitalen Gründungen der Jahre 2010 bis 2020 in den Teilmärkten und der Gesamtwirtschaft identifiziert und mittels Schlagwortsuchen auf Grundlage einer Ontologie mit Digitalisierungsbegriffen analysiert. Aufgrund der gemischten Qualität der in der Datenbank hinterlegten Tätigkeitsprofile wurde dieser Indikator im Gesamtindex geringer gewichtet. Gleichwohl geben die Ergebnisse einen interessanten Einblick in das Gründungsgeschehen der Umweltwirtschaft. Der Digitalisierungsgrad bei den Gründungen in der Umweltwirtschaft ist niedrig. Nur 13 % der jungen Umweltwirtschaftsunternehmen haben einen digitalen Schwerpunkt, während der Wert der Gesamtwirtschaft bei 23 % liegt. Grund hierfür ist, dass der Durchschnitt der Gesamtwirtschaft unter anderem durch den IKT-Sektor (79 % digitaler Schwerpunkt) und die Finanz- und Versicherungswirtschaft bzw. Fintechs (39 % digitale Neugründungen) nach oben getrieben wird. Im Vergleich zu klassischen Schlüsselbranchen wie Automobilwirtschaft (0,32), Energiewirtschaft (0,29) und Maschinenbau (0,44) fällt der Wert für die Umweltwirtschaft (0,54) dagegen höher aus.

- **Öffentliche Auseinandersetzung mit digitalen Themen:** Das Ausmaß, in welchem sich Unternehmen der Umweltwirtschaft mit digitalen Themen auseinandersetzen, wurde anhand einer Webcrawling-Analyse mit dem Prognos Web Intelligence Tool untersucht. Diese erfolgte in zwei Schritten. Zunächst wurde auf Basis der vorliegenden Unternehmensdatenbank für jeden der acht Umweltwirtschaftsteilmärkte sowie für die Gesamtwirtschaft jeweils ein Sample von 100 Unternehmen gebildet. Dabei wurde eine disproportionale Schichtung vorgenommen, um verschiedene Unternehmensgrößen und die regionale Verteilung abzubilden. Im zweiten Schritt wurden die Teilmarkt-Samples anhand einer Ontologie mit Digitalisierungsbegriffen durch-

sucht. Dabei wurden die vollständigen Webseiten der Unternehmen betrachtet. Nach Bereinigung von Dopplungen und Fehltreffern gingen so über 700 Domains mit insgesamt knapp 30.000 Unterseiten in die Untersuchung ein. Aus der relativen Häufigkeit von Digitalisierungsbegriffen wird deutlich, wie stark ein Unternehmen sich in der Außenkommunikation mit der Digitalisierung beschäftigt. Daraus können Rückschlüsse zum Stellenwert von Digitalisierungsthemen in der Unternehmensstrategie gezogen werden. Im Ergebnis zeigt sich eine deutliche Konvergenz in den Teilmärkten. Sechs Teilmärkte weisen sehr hohe Werte auf und verdeutlichen die vielfältigen Synergiepotenziale von Digitalisierung und Umweltwirtschaft. Die beiden Teilmärkte *Umweltfreundliche Landwirtschaft* sowie *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* zeigen hingegen sehr niedrige Werte. Eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Digitalisierung, die sich auch in der Außendarstellung niederschlägt, findet bei einem großen Teil der Betriebe offenbar nicht statt.

- **Patentanmeldungen mit Digitalbezug:** Die digitale Innovationsdynamik lässt sich anhand von Patentanalysen sichtbar machen. Dabei wird bei jedem Patent der Umweltwirtschaft (vgl. Kapitel 2.3) überprüft, inwiefern es (auch) auf eine oder mehrere digitale Technologieklassen verweist. Falls die im Patent dokumentierte Innovation eine digitale Technologieklasse nutzt, wird es als „digitales Umweltwirtschaftspatent“ gezählt. Zu den digitalen Technologien gehören insbesondere die IPC-Technologieklassen Computertechnologie, Halbleiter, Audiovisuelle Technologien, Digitale Kommunikation sowie IT-Methoden für Managementaufgaben. Die so ermittelten grünen digitalen Patentanmeldungen lassen sich als Indikator für die digitale Innovationsdynamik der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft heranziehen. Wie bereits dargestellt, weist die Umweltwirtschaft mit ihrer in weiten Teilen industriegeprägten Struktur hier einen geringen Wert auf. Positiv davon abheben kann sich der Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität*, der einen leicht überdurchschnittlichen Wert aufweist. Hier zeigt sich die hohe Innovationsdynamik im Bereich digitaler Verkehrslösungen. Die übrigen Teilmärkte patentieren weiterhin vor allem nicht-digitale Innovationen.

Komplexe Schaltungen im Verteilnetz können in AR-Umgebungen geprobt werden.

# 1.3 INNOVATIV UND ZUKUNFTS-ORIENTIERT – PATENTE DER UMWELTWIRTSCHAFT

Aus Perspektive der Umweltwirtschaft beinhaltet der Innovationsbegriff nicht nur technische Innovationen, die zur Umsetzung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Ideen in marktgängige Produkte führen, sondern auch die nicht-technischen Innovationen, die sich aus den Anwendungszusammenhängen und Nutzungsmöglichkeiten der eingesetzten Technologien ergeben sowie soziale Praktiken und Organisationsmodelle die zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen beitragen.

Die Umweltwirtschaft adressiert die Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen in besonderem Maße: Klimawandel, Ressourcenwende, Digitalisierung und Urbanisierung verlangen nach neuen Lösungen und Ansätzen. Im Kontext dieser komplexen Herausforderungen ist die Umweltwirtschaft durch Innovationen geprägt und darauf angewiesen.

Innovationen sind in der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft deshalb omnipräsent und zeugen von einem F&E-orientierten Unternehmergeist. Allen voran die Digitalisierung wirkt als bedeutender Innovationstreiber (siehe Kap. 2.2 und 3). Präzisionslandwirtschaft, intelligente Stromnetze, smarte Gebäude, eine digitale Entsorgungslogistik, ein umfassendes städtisches Mobilitätsmanagement, Wasser 4.0, vernetzte Messsonden oder auch der virtuelle Wald – in allen Teilmärkten sind digitale Innovationen prägend. Ein weiteres querschnittsorientiertes Innovationsthema sind neue und intelligente Materialien. Als bedeutend erweist sich darüber hinaus das Thema Energieeffizienz, das im Innovationsgeschehen der verschiedenen Teilmärkte eine wichtige Rolle spielt.

Im Rahmen der Schwerpunktbetrachtung im Umweltwirtschaftsbericht 2017 fand eine vertiefte Analyse der Innovationsthemen statt (vgl. MULNV: Umweltwirtschaftsbericht 2017). Die im vorliegenden Bericht vorgenommene Fortschreibung basiert hingegen auf einer quantitativen Analyse. Obgleich Patentanmeldungen nicht per se mit Produktinnovationen gleichzusetzen sind, stellen sie dennoch den besten verfügbaren Gradmesser für Innovationsleistungen dar. Umfangreiche Daten dazu sind in der PATSTAT-Datenbank des Europäischen Patentamts (siehe Box) verfügbar. Auf dieser Grundlage wurde die im Folgenden dargestellte Patentanalyse durchgeführt. Sie macht die hohe Innovationskraft der Umweltwirtschaft – und die Bedeutung des Standorts Nordrhein-Westfalen – quantitativ sichtbar. Und verdeutlicht darüber hinaus: Die Querschnittsbranche Umweltwirtschaft ist in weiten Teilen *hightech*.

## METHODIK UND DATENGRUNDLAGE FÜR DIE PATENTANALYSE

Zur Durchführung der Patentanalyse werden zunächst die Daten des Europäischen Patentamtes (EPO Worldwide Patent Statistical Database, PATSTAT) ausgewertet. In dieser Datenbank sind über 75 Millionen Patente von über 80 nationalen und internationalen Patentämtern und damit aller ökonomisch bedeutenden Staaten der Erde hinterlegt. Die Daten liegen auf Postleitzahlebene aufgeschlüsselt vor. Damit ist die Möglichkeit einer Regionalisierung der Innovationsanalyse gegeben.

In der Analyse wird die Abgrenzung der Querschnittsbranche Umweltwirtschaft mit ihren Teilmärkten in die IPC-Patentklassifikation (International Patent Classification) der World Intellectual Property Organisation mit über 640 IPC-Technologieklassen übertragen. Auf Basis einer Konkordanztabelle lässt sich bestimmen, welchen Technologieklassen die identifizierten Güter aus der Umweltwirtschaft zugeordnet sind. Im Ergebnis zeigt die Patenanalyse, in welchen Bereichen der Umweltwirtschaft die Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen und Deutschland eine besonders hohe Patenttätigkeit – und damit Innovationskraft – aufweisen.

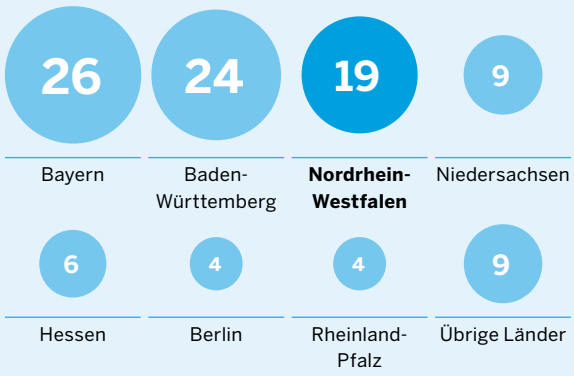



**Abbildung 15: Anteil der Bundesländer an den deutschlandweit angemeldeten Patenten im Bereich Umweltwirtschaft, 2017, in %**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Europäischen Patentamts

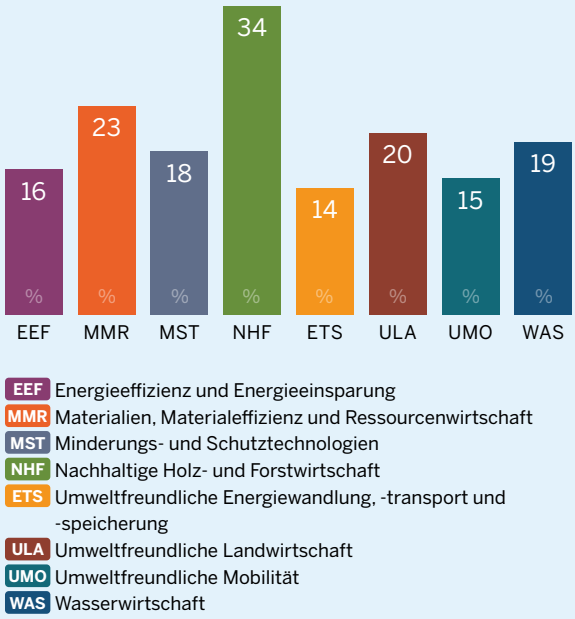



**Abbildung 16: Anteil Nordrhein-Westfalens an den deutschlandweit angemeldeten Patenten nach Teilmärkten, 2017**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Europäischen Patentamts

# UMWELTWIRTSCHAFTLICHE PATENTSTÄRKE NORDRHEIN-WESTFALENS

## NORDRHEIN-WESTFALEN GEHÖRT ZU DEN PATENTSTÄRKSTEN INNOVATIONSSTANDORTEN IN DEUTSCHLAND

Die vorangehenden Abschnitte haben bereits gezeigt: Nordrhein-Westfalen ist, gemessen an der Wertschöpfung und der Beschäftigung, ein führendes Zentrum der Umweltwirtschaft in Deutschland. Die Patentanalyse zeigt, dass das Land auch im Bereich Innovationen erfolgreich ist. So wurden im Jahr 2017 rund 19 % aller bundesweiten Umweltwirtschaftspatente in Nordrhein-Westfalen angemeldet (ABBILDUNG 15), ein Ergebnis, das Nordrhein Westfalen bereits seit 2010 stabil halten kann. Damit gehört das Land neben Bayern und Baden-Württemberg zur Spitzengruppe der drei patentstärksten Innovationsstandorte.

Eine besonders starke Stellung hat Nordrhein-Westfalen bei Innovationen im Teilmarkt *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft*. Deutschlandweit jedes dritte Patent in diesem Bereich wird in Nordrhein-Westfalen angemeldet (ABBILDUNG 16). Auch im Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* liegt das Land mit einem Patentanteil von 23 % gleichauf mit den beiden anderen führenden Innovationszentren Bayern und Baden-Württemberg. Dies spiegelt die führende Rolle des Landes in der Recycling- und Kreislaufwirtschaft wider. Den hoch innovativen Unternehmen aus der Landmaschinentechnik verdankt

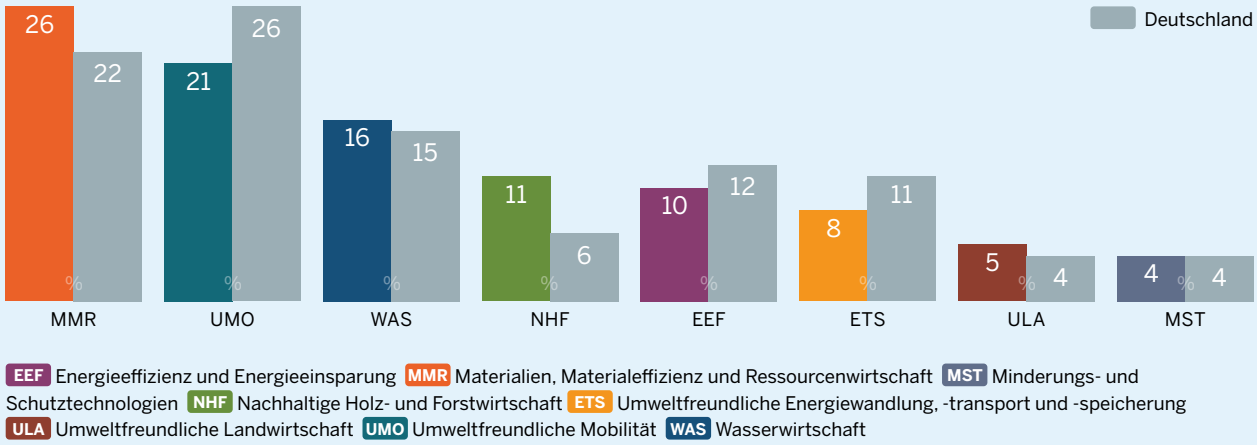



**Abbildung 17: Verteilung der in Nordrhein-Westfalen und Deutschland angemeldeten Umweltwirtschaftspatente nach Teilmärkten, 2017 in %**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Europäischen Patentamts

Nordrhein-Westfalen das ebenfalls überdurchschnittliche Ergebnis im Teilmarkt *Umweltfreundliche Landwirtschaft*.

Die einzelnen Teilmärkte der Umweltwirtschaft sind unterschiedlich patentstark. In Nordrhein-Westfalen entfallen mehr als ein Viertel aller Umweltwirtschaftspatente auf den Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* (ABBILDUNG 17). Im Bundesvergleich liegt der Wert bei lediglich 22 %. Den zweitgrößten Patentanteil verbucht in Nordrhein-Westfalen der Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität*. Hier liegt deutschlandweit der Anteilswert höher. An dritter Stelle folgt der Teilmarkt *Wasserwirtschaft* mit einem Anteil von 16 % in Nordrhein-Westfalen und 15 % in Deutschland. Zudem zeigt sich auch aus dieser Perspektive die überdurchschnittlich starke Stellung Nordrhein-Westfalens im Teilmarkt *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft*.

## PATENTINTENSITÄT IM BENCHMARK

### AUF INTERNATIONALER EBENE HOLT CHINA IM INNOVATIONSWETTBEWERB MASSIV AUF

Im weltweiten Vergleich kamen 2017 gut 2 % aller angemeldeten Umweltwirtschaftspatente aus Nordrhein-Westfalen. Auf Deutschland insgesamt entfielen im gleichen Jahr rund 12 % aller Patentanmeldungen (ABBILDUNG 18). Damit ist Deutschland in Europa der mit großem Abstand führende Innovationsstandort der Umweltwirtschaft. An der globalen Spitze stehen mit Japan (19 %) und China (18 %) jedoch zwei asiatische Länder, dicht gefolgt von den Vereinigten Staaten (18 %). In Kürze dürfte China die Spitzenposition erobern, denn in den vergangenen Jahren hat das Land bereits rasant aufgeholt: Noch im Jahr 2010 lag der chinesische Patentanteil in der Umweltwirtschaft bei lediglich 6 %.

**Abbildung 18: Anteil von Ländern an den weltweit angemeldeten Patenten im Bereich Umweltwirtschaft, 2017, in %**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Europäischen Patentamts

### DEUTSCHLAND IST VOR ALLEM IM BEREICH *UMWELTFREUNDLICHE MOBILITÄT* SEHR PATENTSTARK

Insgesamt entfallen rund 12 % aller Umweltwirtschaftspatente auf Deutschland. In einigen Teilmärkten liegt dieser Wert jedoch höher. Besonders stark sind Forschende aus Deutschland bei der Entwicklung und Patentierung von Lösungen im Bereich *Umweltfreundliche Mobilität*. Sie kommen hier auf einen Weltpatentanteil von 17 % (ABBILDUNG 19). Lediglich Forschende aus China haben 2017 noch mehr Patente angemeldet (21 %). Der ehemalige Innovationsführer USA hat hier in den letzten Jahren weiter an Boden verloren (14 %) und fiel auf Rang vier hinter Japan zurück (16 %). Überdurchschnittlich hohe Patentanteile weist Deutschland zudem in den Teilmärkten *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* sowie *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* auf.

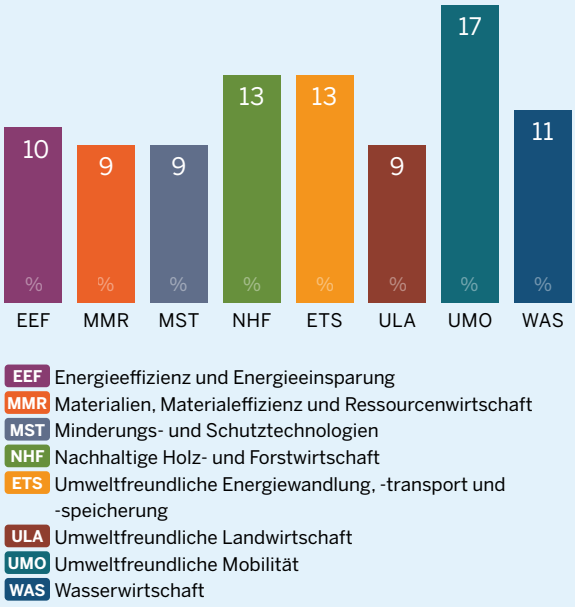



**Abbildung 19: Anteil Deutschlands an den weltweit angemeldeten Patenten nach Teilmärkten, 2017**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Europäischen Patentamts

# 1.4 INTERNATIONALE MÄRKTE – VERFLECHTUNGEN UND NEUE CHANCEN

Eine internationale Orientierung der Unternehmen ist von entscheidender Bedeutung für den Erfolg der Umweltwirtschaft. Das gilt auch für Nordrhein-Westfalen. Globale Herausforderungen und steigende Umweltstandards sorgen für Wachstum und weitere Absatzchancen auf internationalen Märkten. Viele Unternehmen bauen daher bereits ihre internationalen Aktivitäten aus. Die systematische Internationalisierung der Umweltwirtschaft ist ein zentrales Handlungsfeld zur Förderung der Branche.

Seit 2010 ist das Exportvolumen der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft insgesamt stark angestiegen und lag 2019 bei 11,6 Mrd. Euro. Davon wird beinahe jeder dritte Euro im Ausland verdient: Die Exportquote der Umweltwirtschaft (das Verhältnis zwischen Exportvolumen und den gesamten umweltwirtschaftlichen Güterumsätzen) lag im Jahr 2017 bei 28 %.

## GLOBALE ÖKOLOGISCHE HERAUSFORDERUNGEN ERFORDERN LÖSUNGEN

Gesetzliche Umweltschutzstandards werden weltweit angehoben, ebenso steigen die Anforderungen an die nachhaltige Gestaltung internationaler Lieferketten. Die globalen Herausforderungen wie Klimawandel und Ressourcenknappheit gehen ebenfalls einher mit einer gesteigerten Nachfrage nach Umwelttechnologien und umweltfreundlichen Lösungen. Die positiven Entwicklungen des globalen Export- und Importvolumens von Umweltwirtschaftsgütern zeigen vor diesem Hintergrund auf, dass weltweit vielfältige Absatzchancen für nordrhein-westfälische Unternehmen im Umweltbereich bestehen. Die globale Nachfrage nach Klima- und Umweltschutztechnologien kann die nordrhein-westfälische Umweltwirtschaft durch Know-how und innovative Ingenieurskunst hervorragend bedienen, wie die steigenden Exporte aus Nordrhein-Westfalen seit 2010 zeigen. Das enorme Wachstumspotenzial für Exportaktivitäten gilt es noch stärker zu erschließen.

## WELTMARKT FÜR UMWELTWIRTSCHAFTSGÜTER SEIT 2010 VERDOPPELT – ZULETZT JEDOCH MIT ABFLACHENDER ENTWICKLUNG

Nachdem sich bis 2015 eine steile, kontinuierliche Erfolgskurve des weltweiten Exports von Umweltwirtschaftsgütern abzeichnete und 2015 ein Spitzenvolumen von 567 Mrd. Euro erreicht wurde, verliefen die globalen Exporte bzw. entwickelte sich der Weltmarkt von 2015 bis 2018 wieder leicht rückläufig (ABBILDUNG 20). Besonders der starke Rückgang in den beiden Teilmärkten *Energieeffizienz und Energieeinsparung* sowie *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* führte zu den Einbußen. Auch im Handelsstreit zwischen den USA und China könnte ein möglicher Grund für die rückläufige Tendenz der letzten Jahre liegen. Jedoch erreichte der Weltmarkt im Handel mit Gütern der Umweltwirtschaft mit 542 Mrd. Euro im Jahr 2018 ein mehr als doppelt so hohes Volumen wie noch zur Jahrtausendwende. Im Vergleich zum globalen Handel insgesamt entwickelte sich der globale Export im Bereich Umweltwirtschaft im Zeitraum 2010 bis 2018 allerdings weniger dynamisch. Das jährliche Wachstum des Exports an Umweltwirtschaftstechnologien weltweit betrug 1,2 % p. a., das Wachstum der globalen Exporte aller Gütergruppen 4,6 % p. a. (2010 – 2018).

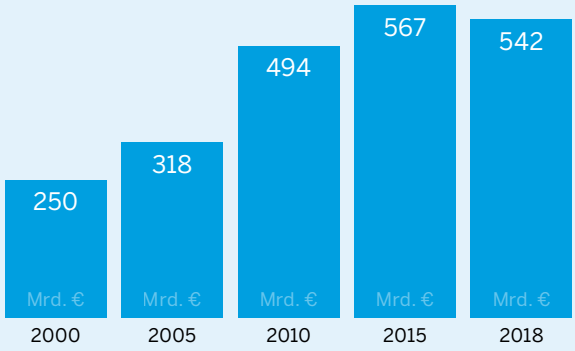



**Abbildung 20: Positive Tendenz auf dem Weltmarkt für Umweltwirtschaftsgüter. Entwicklung der globalen Exporte von 2000 bis 2018, in Mrd. Euro**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Prognos Welthandelsmodells

Über den Gesamtzeitraum 2010 bis 2018 stagnierte sowohl das US-amerikanische als auch das chinesische Exportvolumen im Bereich Umweltwirtschaft (0 % und 0,4 % p. a.), während ihr Importvolumen in den USA um 3,5 % p. a. – und in China mit 0,8 % p. a. etwas weniger – stieg. Das gleiche Bild zeichnet sich bei den asiatischen Märkten Japan und Südkorea: Das Exportvolumen im Bereich Umweltwirtschaftsgüter sank um 3,1 % bzw. 5,1 % p. a., während das Importvolumen stieg bzw. stagnierte (Japan 1,1 % p.a., Südkorea 0,3 % p. a.). Ein entgegengesetztes Bild zeigt sich bei den kleineren Ländern: Hier wuchsen sowohl

die Umweltwirtschaftsimporte als auch die -exporte im einstelligen Bereich.

Auch im exportstarken Deutschland verläuft die Tendenz umgekehrt zu den Entwicklungen auf dem US-amerikanischen und dem chinesischen Markt: Während sich Importe nach Deutschland negativ entwickelten (Rang 3, –1,1 % p. a.), nahm der deutsche Export kontinuierlich um 2,5 % p. a. zu. In der Folge stieg der deutsche Exportüberschuss im Bereich Umweltwirtschaftsgüter nochmals deutlich an. In Nordrhein-Westfalen war die Dynamik etwas schwächer: Das jährliche Wachstum der Exporte betrug hier im Durchschnitt 1,4 % p. a.

Im Folgenden wird detailliert auf die Entwicklungen in den größten internationalen Absatzmärkten eingegangen und untersucht, inwiefern Nordrhein-Westfalen die bestehenden Chancen bereits nutzt. Hier werden auch die erfolgreichsten Exportprodukte dargestellt. Zur internationalen Konkurrenz auf dem Weltexportmarkt und den Handelsverflechtungen werden abschließend Kerndaten bereitgestellt. Die Betrachtung erfolgt jeweils pro Teilmarkt und für die größten Märkte.

## ABSATZMÄRKTE – DIE GRÖSSTEN IMPORTEURE WELTWEIT

Die hohe Nachfrage nach Umweltwirtschaftsgütern auf internationalen Märkten bietet für Unternehmen noch viele ungenutzte Chancen. Das globale Importvolumen beträgt 487 Mrd. Euro (2018). Daraus wird ersichtlich, in welchem Maße die Länder ihre Nachfrage auf dem Weltmarkt (statt dem Binnenmarkt) decken. Die Dynamik des weltweiten Imports von Umweltwirtschaftsgütern ist mit 1,6 % p. a. im Gesamtzeitraum 2010 – 2018 insgesamt positiv. Die Abflachung des weltweiten Exports von 2015 bis 2018 zeigt sich jedoch spiegelbildlich bei den globalen Importen, die in diesem Zeitraum um durchschnittlich 1,0 % p. a. zurückgingen.

### DIE NACHFRAGE NACH UMWELTWIRTSCHAFTSGÜTERN WÄCHST, DIE ENERGIETEILMÄRKTE SCHRUMPFEN

Alle Teilmärkte der Umweltwirtschaft – mit Ausnahme von *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* und *Energieeffizienz und Energieeinsparung* – verzeichneten zwischen 2010 und 2018 teils deutliche Wachstumstendenzen (ABBILDUNG 21). Die größte Nachfrage weltweit bot sich in den Teilmärkten *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* (154 Mrd. Euro im Jahr 2018), *Umweltfreundliche Mobilität* (93 Mrd. Euro) und *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* (70 Mrd. Euro). Diese wuchsen mit 1 bis 4 % jährlich moderat bis gut. Die – gemessen am Importvolumen – kleinen Teilmärkte *Wasserwirtschaft*, *Minderungs- und Schutztechnologien* und *Umweltfreundliche Landwirtschaft* weisen hingegen hohe jährliche Wachstumsraten von 4 bis 6 % auf. Nur die Energieteilmärkte *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* und *Energieeffizienz und Energieeinsparung* verloren jeweils rund 1 % p. a. Ihre Marktgröße liegt im Mittelfeld (48 bzw. 46 Mrd. Euro).

### 25 % DER UMWELTWIRTSCHAFTSGÜTER AUF DEM WELTMARKT GEHEN IN DIE USA UND NACH CHINA

Die größten internationalen Absatzmärkte für Umweltwirtschaftsgüter sind die USA und China (ABBILDUNG 22). Im Jahr 2018 importierten beide Staaten jeweils Waren im Wert von rund 60 Mrd. Euro. Dahinter folgt der deutsche Absatzmarkt mit einem Importvolumen von 47 Mrd. Euro.

Als methodische Grundlage dient das **Prognos Welthandelsmodell.** Die Basis für diese umfassende Datenbank bilden die Handelsströme zwischen 42 Volkswirtschaften auf detaillierter Gütergruppenebene für den Zeitraum 1995 bis 2018. Die berücksichtigten Länder erwirtschaften zusammen 90 % des globalen Bruttoinlandsprodukts. Exporte in die übrigen Ländern bzw. Importe aus diesen werden ebenfalls erfasst (Kategorie „Rest der Welt“).

Insgesamt werden über 3.000 SITC-Gütergruppen erfasst, sie bilden das Grundgerüst des Welthandelsmodells. Neben Informationen zu den bilateralen Export- und Importwerten, die aus der Comtrade-Datenbank der Vereinten Nationen stammen, wird jede Gütergruppe einer Branche und einer Technologie zugeordnet und anteilig als Vorleistungs-, Investitions- oder Konsumgut klassifiziert. Darüber hinaus werden mittels Patentdaten Informationen zur Forschungs- und Innovationstätigkeit zugeordnet.

Für die vorliegende Analyse wurde das Prognos Welthandelsmodell um Informationen aus der im Rahmen des Umweltwirtschaftsberichts erarbeiteten statistischen Abgrenzung von Umweltwirtschaftsgütern ergänzt. Im Ergebnis liefert das Modell eine Vielzahl von Erkenntnissen bezüglich der globalen Wirtschaftsbeziehungen, Welthandelsanteile, Wertschöpfungsstrukturen und der internationalen Arbeitsteilung in Fertigung und Forschung.

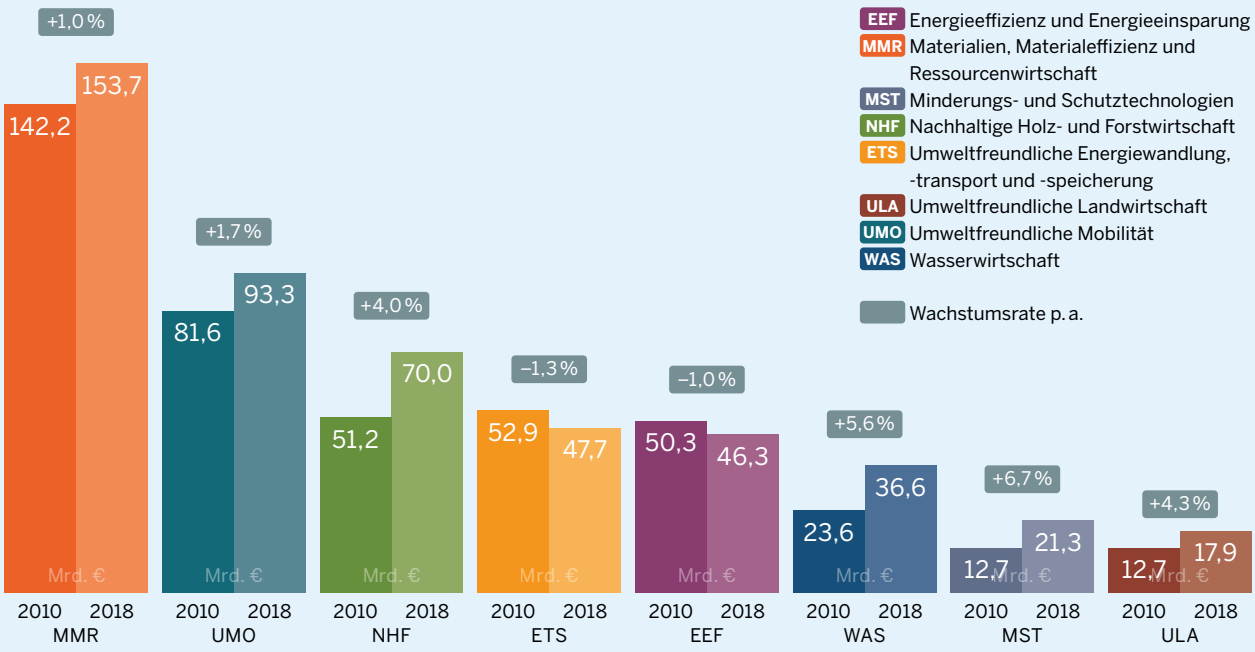



**Abbildung 21: Weltweite Nachfrage von 487 Mrd. Euro. Globales Importvolumen aller Länder nach Teilmärkten der Umweltwirtschaft, 2010 und 2018, in Mrd. Euro sowie Wachstum 2010 – 2018 in % p. a. (in Grau)**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Prognos Welthandelsmodells

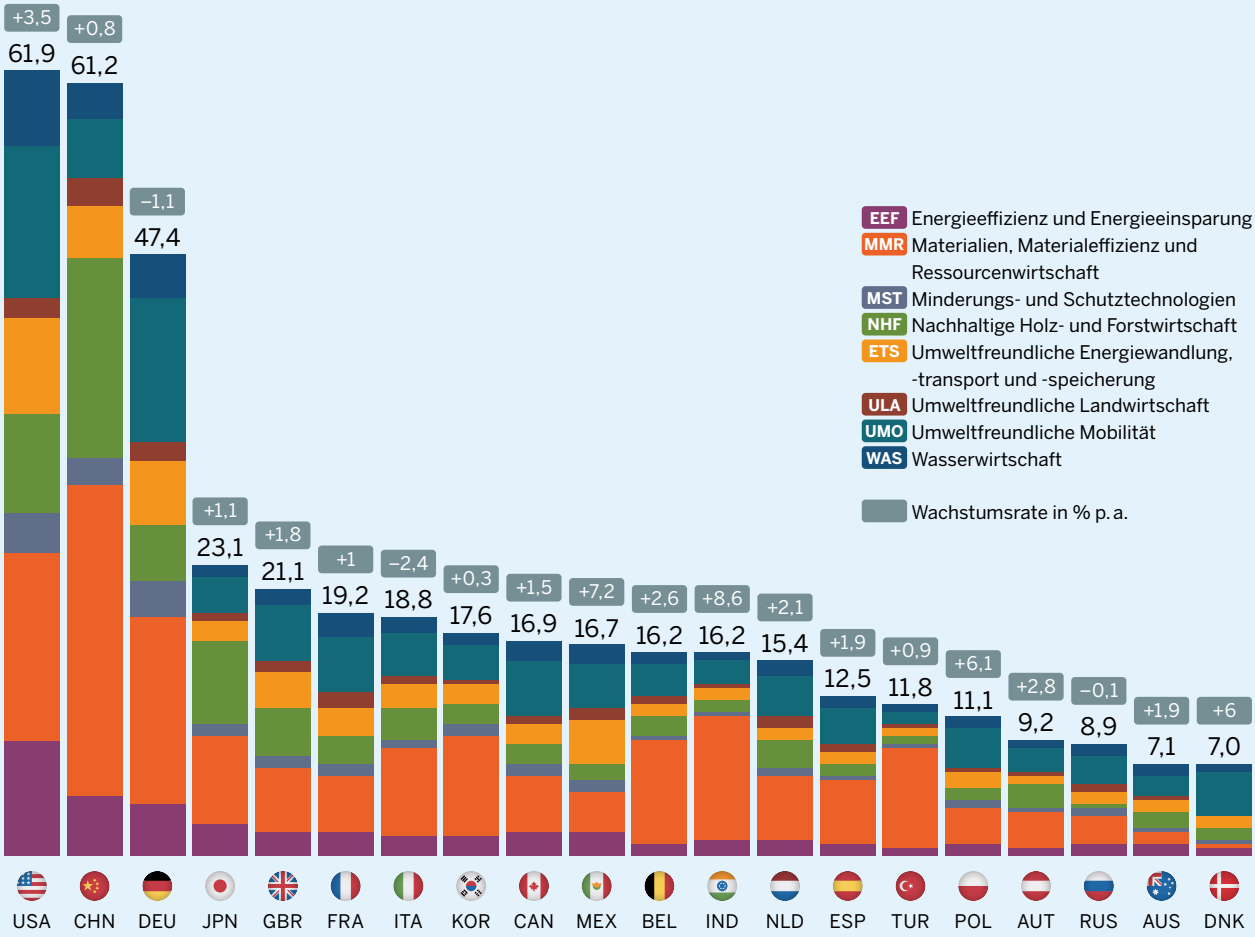



**Abbildung 22: Die größten Absatzmärkte weltweit: die 20 größten Importeure 2018 in Mrd. Euro, nach Teilmärkten, sowie Wachstum 2010 – 2018 in % p. a.**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Prognos Welthandelsmodells

Die Wachstumsraten des US-amerikanischen und chinesischen Imports waren von 2010 bis 2018 mit 3,5 % und 0,8 % p. a. insgesamt positiv. Der deutsche Import schrumpfte im Gesamtzeitraum hingegen um 1,1 %. p. a.

Die kleineren Märkte weisen – mit Ausnahme von Italien (–2,4 % p. a.) – durchweg positive Entwicklungen auf. Nach Japan, Großbritannien und Frankreich folgen Italien, Südkorea, Kanada und Mexiko als wichtigste Importmärkte weltweit. Die höchste Wachstumsdynamik tritt dabei in den Schwellenländern Mexiko und Indien (7,2 % bzw. 8,6 % p. a.) sowie in Polen und Dänemark auf (beide rund 6 % p. a.). Südafrika, Russland und Brasilien verlieren als Absatzmärkte an Bedeutung (Spannweite von –3,7 % bis +0,2 % p. a.).

Ein besonders starkes Wachstum zeigt sich auf den kleinen Absatzmärkten der baltischen Staaten Litauen, Lettland und Estland (Spannweite von 7,9 % bis 10,1 % p. a.), Neuseeland (7,6 % p. a.) sowie der mittelost- und südosteuropäischen Staaten Rumänien, Bulgarien und Ungarn (Spannweite von 5,8 bis 6,9 % p. a.).

## EXPORTE – NUTZUNG INTERNATIONALER POTENZIALE

### VOLATILES EXPORTGESCHÄFT IN DEN GROSSEN TEILMÄRKTEN, DYNAMISCHES WACHSTUM IN KLEINEN MÄRKTEN

Die nordrhein-westfälische Umweltwirtschaft exportierte im Jahr 2019 Waren im Wert von fast 12 Mrd. Euro. Das entspricht 6 % aller Exporte Nordrhein-Westfalens für dieses Jahr. Insgesamt wuchs das Exportgeschäft 2010 bis 2019 leicht um 1,4 % jährlich. Die Exportleistung der Umweltwirtschaft in Deutschland wuchs im gleichen Zeitraum mit 3,3 % p. a. deutlich stärker.

Wie ABBILDUNG 23 zeigt, unterlagen die Exporte aus Nordrhein-Westfalen konjunkturellen Schwankungen. Während das Exportvolumen in den Nach-Krisenjahren 2010 bis 2012 ein kräftiges Wachstum von jährlich 6,4 % auswies, verlief diese Entwicklung in einer Konsolidierungsphase in den Folgejahren wieder rückläufig (–1,2 % p. a.). Von 2016 bis 2018 stieg das Exportvolumen wieder um 7,5 % p. a. an, sank allerdings 2019 erneut auf das Niveau von 2016. Diese Schwankungen zeigen sich vor allem in den Teilmärkten *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*, *Umweltfreundliche Mobilität* und *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung*. Die NRW-Exporte im Teilmarkt Energieeffizienz und in den kleinen Teilmärkten entwickelten sich hingegen durchweg kräftig.

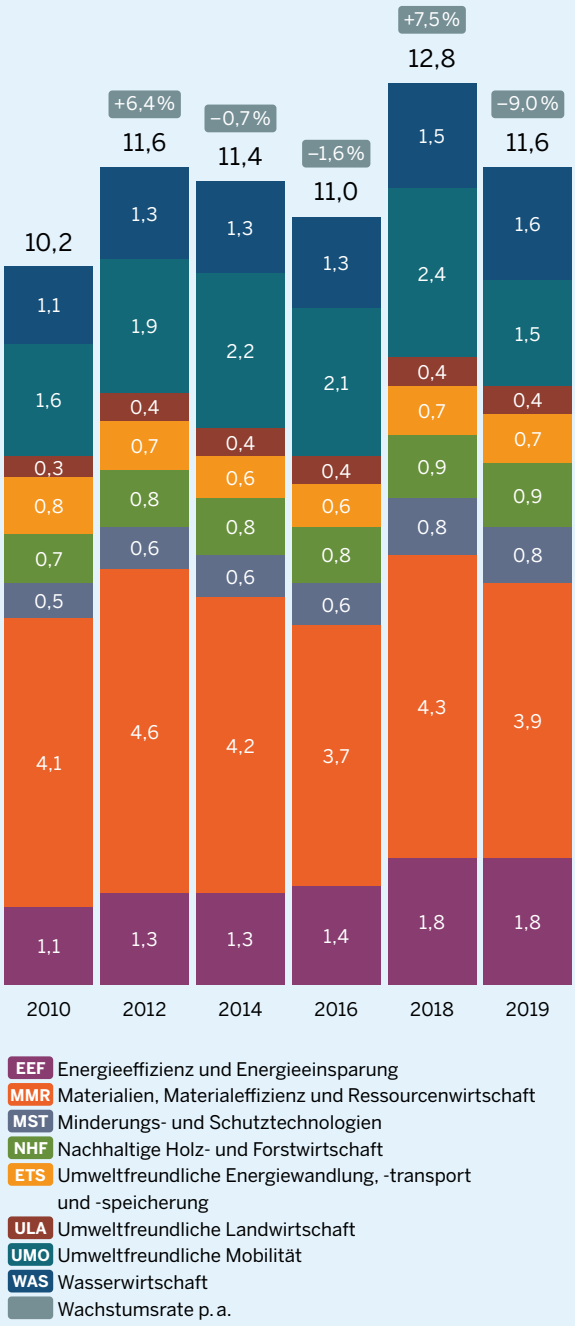



**Abbildung 23: Exporte aus Nordrhein-Westfalen**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Statistischen Bundesamtes

### EIN DETAILLIERTER BLICK IN DIE TEILMÄRKTE: EXPORTHIGHLIGHTS SIND SEKUNDÄRROHSTOFFE, WASSERINFRASTRUKTURGÜTER UND SCHIENENFAHRZEUGE

ABBILDUNG 24 zeigt die Exportentwicklung der verschiedenen Teilmärkte auf. TABELLE 1 gibt einen detaillierten Blick auf die 20 wichtigsten Exportgüter der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft. Die Vielschichtigkeit der Branche wird im Hinblick auf den internationalen Handel besonders deutlich.

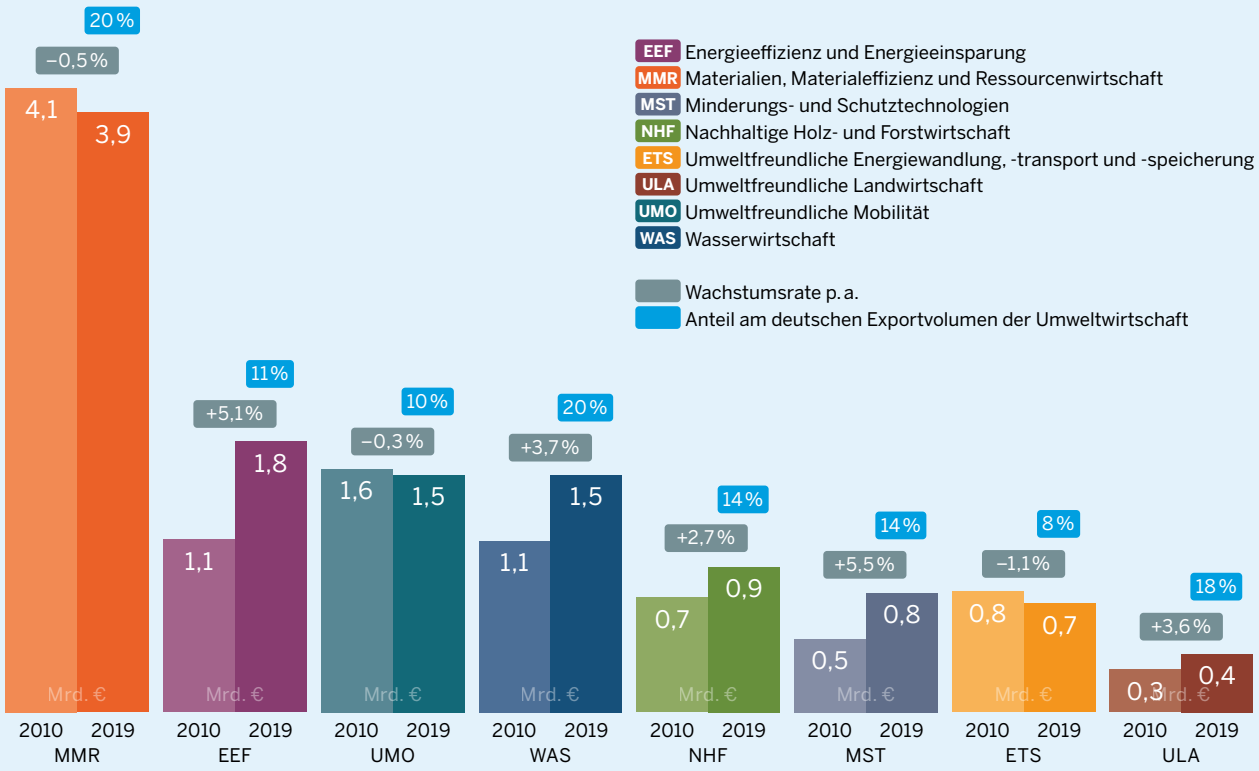



**Abbildung 24: Entwicklung der nordrhein-westfälischen Exporte nach Teilmärkten – Exportvolumen der Teilmärkte der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft 2010 und 2019 in Mrd. Euro, Wachstum in % p. a. sowie Anteil am deutschen Exportvolumen der Umweltwirtschaft**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Statistischen Bundesamtes

MMR

***Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft:*** Knapp 34 % der umweltwirtschaftlichen Exporte entfielen 2019 auf diesen Teilmarkt. Die an sich leicht negative Entwicklung der Exporte von −0,5 % p. a. (2010 – 2019) wirkt sich daher stark auf die Gesamtexportbilanz der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft aus. Positiv entwickelte sich der Teilmarkt zunächst von 2010 bis 2012 sowie sprunghaft zwischen 2016 und 2018. Von diesem erneut hohen Wert sank der Export 2019 auf 3,9 Mrd. Euro. Ein Grund für diese Verluste liegt in den um 2,2 % p. a. sinkenden Exporten im wichtigsten Technologiebereich der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens. Mit einem nur leicht gesunkenen Exportvolumen stellen **Sekundärrohstoffe** dennoch weiterhin das mit Abstand stärkste Exportprodukt des Teilmarkts dar. Andere wichtige Exportprodukte des Teilmarkts kommen aus dem Bereich der **Anlagentechnik,** etwa Maschinenbauerzeugnisse zur Bearbeitung und Sortierung von Papier oder Abfall (Rang 4). Die Exporte in dieser Sparte entwickelten sich leicht positiv. Insbesondere Mess-, Steuer- und Regeltechnik zur Prozessoptimierung (Rang 16) weist ein starkes Wachstum von 10,9 % p. a. auf.

EEF

***Energieeffizienz und Energieeinsparung:*** Der 2019 zweitgrößte Exportteilmarkt für Nordrhein-Westfalen wuchs seit 2010 kontinuierlich von 1,1 Mrd. auf 1,8 Mrd. Euro (5,1 % p. a.). Bei den weltweiten Im- und Exporten liegt der Teilmarkt nur auf Rang 4 bzw. 5 – Nordrhein-Westfalen ist hier also im internationalen Vergleich sehr gut aufgestellt. Am erfolgreichsten waren **Prozessleit- und MSR-Technik zum Regeln energieeffizienter Produktion/Industrieroboter** (Rang 5). Die MSR-Technologien zur Optimierung von Energie- und Rohstoffeinsatz wiesen beide ein starkes Wachstum von 8,5 % und 10,9 % p. a. auf (s.o.). Auch die **Gebäudetechnik** – IKT für Smart Home, effiziente Stromaggregate, Abgaswärmetauscher, Wärmerückgewinnung u. ä. – entwickelte sich dynamisch (7,6 % p. a., Rang 6). Dämmstoffe aus mineralischen Stoffen (Rang 10) und energieeffiziente Pumpsysteme (Rang 14, 3,6 % p. a.) stellen weitere bedeutende Exportgüter des Teilmarkts dar.

UMO

***Umweltfreundliche Mobilität:*** Der größte globale Exportmarkt stellt bei den NRW-Exporten nur den drittgrößten Teilmarkt dar. Das Exportvolumen wuchs bis 2018 auf 2,4 Mrd. Euro an. Im Jahr 2019 erlebte der Teilmarkt jedoch wieder einen Rückgang der Exporte um 900 Mio. Euro und fiel auf das Niveau von 2010 zurück (−0,3 % p. a. 2010 – 2019). Diese Schwankungen hängen

insbesondere mit Großaufträgen für Schienenfahrzeuge zusammen (2018 nach Großbritannien), die das Exportgeschäft des Teilmarkts prägen und langfristige Stabilität bedeuten. Ihr monetärer Wert wird meist in einem Jahr oder über wenige Jahre kumuliert erfasst, auch wenn sie langfristig bearbeitet werden. Lokomotiven, Güterwagons und deren Fahrwerkteile belegten somit Rang 3 der erfolgreichsten Exportprodukte aus Nordrhein-Westfalen, wiesen jedoch gegenüber 2010 ein negatives Wachstum von −2,2 % p. a. auf. Andere umweltfreundliche Mobilitätstechnologien zeigten eine starke Exportdynamik: Filtertechnologien (Rang 9) und Antriebstechnologien wie Biokraftstoffe, Brennstoffzellen, Biodiesel, Hybridantriebe und Batterien (Rang 11) wuchsen um 3,0 % und 10,6 % p. a.

WAS

***Wasserwirtschaft:*** Die Exporte im Teilmarkt entwickelten sich stetig positiv von 1,1 Mrd. auf 1,6 Mrd. Euro (3,7 % p. a., 2010 – 2019) mit einem jeweils starken Anstieg zwischen 2010 und 2012 sowie zwischen 2016 und 2018. Rohr- und Schlauch-Systeme und Teile für die Wasserinfrastruktur nehmen Rang 2 unter den NRW-Exportschlagern ein. Ihr Exportvolumen wuchs von 850 Mio. auf 1,1 Mrd. Euro an (2,9 % p. a.). Auch Filtertechnologien zur Abwasserbehandlung zählen zu den erfolgreichen Exportprodukten (Rang 6) mit einem hohen Wachstum von 6,1 % p. a.

NHF

***Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft:*** Der Export im Teilmarkt wuchs kontinuierlich von 0,7 Mrd. auf 0,9 Mrd. Euro an (2,7 % p. a.). Holzwerkstoffe (Spanplatten, Faserplatten und Verbundplatten aus Holz) belegen mit 478 Mio. Euro Rang 7 der erfolgreichsten Exportprodukte Nordrhein-Westfalens. Holz für den Baubereich sowie Holzleisten und -bretter (Rang 15 und 18) entwickelten sich mit 9,5 % und 1,5 % p. a. positiv.

MST

***Minderungs- und Schutztechnologien:*** Mit einem stetigen Wachstum von 0,5 Mrd. auf 0,7 Mrd. Euro entwickelten sich die Exporte sehr dynamisch (5,5 % p. a.). Abgasrückführungssysteme (Rang 13) sowie Filtertechnik und Katalysatoren (Rang 17) entwickelten sich mit jährlich 5 % und 7 % sehr kräftig.

ETS

***Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung:*** Der Energieteilmarkt verlor im Export zwischen 2010 und 2016 von 0,8 Mrd. auf 0,6 Mrd. Euro an Volumen, stieg seitdem jedoch wieder leicht auf 0,7 Mrd. Euro im Jahr 2019 an. Insgesamt ergibt sich daraus ein Rückgang um 1,1 % p. a. Unter den erfolgreichsten Exportprodukten Nordrhein-Westfalens ging z. B. die Solartechnik um 7,2 % p. a. zurück und erreicht damit 2019 nur Rang 20 der nordrhein-westfälischen Umweltexporte.

ULA

***Umweltfreundliche Landwirtschaft:*** Nach einem starken Wachstum von 2010 bis 2012 (0,3 Mrd. auf 0,4 Mrd. Euro) blieben danach die Exporte in diesem kleinen Teilmarkt in etwa gleich (durchschnittlich 3,6 % p. a.). Unter den Exportschlagern Nordrhein-Westfalens finden sich die grünen Agrartechnologien – z. B. ökologisch vorteilhafte Landwirtschaftsmaschinen und Pflanzenschutzmittel der ökologischen Landwirtschaft – mit 197 Mio. Euro 2019 auf Rang 19 (3,4 % p. a.).

## BUNDESWEITER VERGLEICH

Insgesamt fällt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesweiten Gesamtexporten der Umweltwirtschaft mit 14 % geringer aus als die exportstärksten Teilmärkte vermuten lassen: Einen mit jeweils 20 % besonders hohen Anteil am bundesweiten Export nimmt Nordrhein-Westfalens Umweltwirtschaft in den Teilmärkten *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* sowie *Wasserwirtschaft* ein. Dennoch lag das Exportwachstum dieser beiden Teilmärkte zwischen 2010 und 2019 unter dem bundesweiten Durchschnitt. Auf Rang drei der nordrhein-westfälischen Exportteilmärkte folgt die *Umweltfreundliche Landwirtschaft* mit 18 % der Exporte. Die demgegenüber niedrigeren Quoten in den Teilmärkten *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* und *Minderungs- und Schutztechnologien* (14 %), *Energieeffizienz und Energieeinsparung* und *Umweltfreundliche Mobilität* (11 % und 10 %) sowie *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* (8 %) lassen vermuten, dass hier weitere Wachstumspotenziale zu heben sind.

## ORIENTIERUNG NACH EUROPA: NIEDERLANDE, BELGIEN UND FRANKREICH SIND DIE BEDEUTENDSTEN ABSATZMÄRKTE – CHINA UND DIE USA HOLEN AUF

ABBILDUNG 25 zeigt die wichtigsten Nachfragemärkte für Umweltwirtschaftsprodukte aus Nordrhein-Westfalen. Die **Niederlande** und **Belgien** sind die wichtigsten Handelspartner der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft mit einem Exportvolumen von 1,4 bzw. 1,0 Mrd. Euro (2019). In beiden Märkten dominieren Produkte aus dem Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*, insbesondere Sekundärrohstoffe. Der negativen Entwicklung dieses Bereichs ist geschuldet, dass das Exportvolumen in die Niederlande insgesamt zurückging (−2,6 % p. a.). Die Exporte nach Belgien stagnierten mit 0,2 % p. a. (2010 – 2019). Im Handel mit den Niederlanden und **Frankreich** (Rang 3) spielten Energieeffizienzprodukte und die *Umweltfreundliche Landwirtschaft* eine verhältnismäßig wichtige Rolle. Der Export nach **China** entwickelte sich insgesamt dynamisch (2,3 %), während die Exportentwicklung nach Frankreich mit 0,9 % p. a. nur leicht po-

**Tabelle 1: Die 20 erfolgreichsten Exportprodukte der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft. Exportstärkste Technologiebereiche, Exportvolumen in Mio. Euro und Wachstum 2010 – 2019 in % p. a.**

| Technologiebereich | Zentrale Güter | Teil-markt | 2010 | 2019 | 2010 – 2019 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 **Stoffliche Verwertung** | Sekundärrohstoffe (Abfälle und Schrotte aus Eisen, Stahl, Aluminium und Kupfer) | MMR | 2.786 | 2.270 | –2,2 % |
| 2 **Wasser- und Abwassernetz** | Rohr- und Schlauch-Systeme und deren Teile für die Wasser-infrastruktur | WAS | 851 | 1.099 | +2,9 % |
| 3 **Alternative Fahrzeuge** | Lokomotiven, Güterwagons und deren Fahrwerkteile | UMO | 860 | 677 | –2,6 % |
| 4 **Anlagentechnik** | Maschinen zum Herstellen, Be- oder Verabeiten von Papier oder Pappe und Produkte daraus, Maschinenbauerzeugnisse zum Klassieren, Trennen, Sortieren von Abfall | MMR | 579 | 652 | +1,3 % |
| 5 **Prozessleit- und MSR-Technik** | Schaltungen, Instrumente, Apparate und Geräte zum Regeln von energieeffizienter Produktion, Industrieroboter | EEF | 283 | 589 | +8,5 % |
| 6 **Gebäudetechnik** | IKT für Smart-Home, Effiziente Stromaggregate, Abgaswärmetauscher, Wärmerückgewinnung u.ä. | EEF | 254 | 488 | +7,6 % |
| 7 **Holzwerkstoffe** | Spanplatten, Faserplatten und Verbundplatten aus Holz | NHF | 444 | 478 | +0,8 % |
| 8 **Abwasserbehandlung** | Apparate und deren Teile zum Filtrieren oder Reinigen von Wasser, anderen Flüssigkeiten oder Gasen | WAS | 251 | 427 | +6,1 % |
| 9 **Fahrzeugtechnologien** | Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen durch katalytisches Verfahren, Auspufftöpfe und Leichtlaufreifen | UMO | 319 | 416 | +3 % |
| 10 **Dämmstoffe** | Mischungen und Waren aus mineralischen Stoffen zu Wärme-, Kälte- oder Schallschutzzwecken, u. ä. Produkte | EEF | 360 | 364 | +0,1 % |
| 11 **Antriebstechnologien** | Biokraftstoffe, Brennstoffzellen, Biodiesel, Hybridantriebe, Batterien | UMO | 129 | 320 | +10,6 % |
| 12 **Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen** | Biokunststoffe, Naturfaserverstärkte Kunststoffe, Verbundstoffe | MMR | 264 | 283 | +0,8 % |
| 13 **Abgasrückführungssysteme** | Regelarmaturen und Teile von Apparaten zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten oder Gasen, Airhandling Equipment | MST | 177 | 277 | +5,1 % |
| 14 **Druckluft- und Pumpsysteme** | Energieeffziente Pumpsysteme (inkl. Umwälzpumpen für Heizsystem) | EEF | 197 | 270 | +3,6 % |
| 15 **Holzbaustoffe** | Holz im Baubereich | NHF | 111 | 250 | +9,5 % |
| 16 **Mess-, Steuer- und Regeltechnik** | Regel- und digitale Vernetzungstechnik und Sensorik zur material-effizienten Produktion, Prozessoptimierung und Steuerung | MMR | 97 | 247 | +10,9 % |
| 17 **Filtertechnik und Katalysatoren** | Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Luft und Gasen | MST | 136 | 239 | +6,5 % |
| 18 **Sägeindustrie** | Holzleisten und -bretter | NHF | 190 | 217 | +1,5 % |
| 19 **Grüne Agrartechnologien** | Ökologisch vorteilhafte Landwirtschaftsmaschinen, Pflanzenschutzmittel der ökologischen Landwirtschaft | ULA | 146 | 197 | +3,4 % |
| 20 **Solar** | Wechselrichter, solarthermische Anlagen, Solarzellen und Komponten | ETS | 377 | 193 | –7,2 % |

Quelle: Prognos AG auf Basis des Statistischen Bundesamts

sitiv war. Dennoch fielen 2019 die Exporte nach Frankreich mit 770 Mio. Euro etwas höher aus als die nach China (733 Mio. Euro, Rang 4). China importierte im Ländervergleich überdurchschnittlich viele Güter von nordrhein-westfälischen Unternehmen der Teilmärkte *Wasserwirtschaft*, *Umwelt-freundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* und *Minderungs- und Schutztechnologien*.

Eine positive Entwicklung zeigte der Export aus Nord-rhein-Westfalen in das **Vereinigte Königreich** (5 % p. a., Rang 5). Die positive Entwicklung ist insbesondere auf den Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* zurückzufüh-ren, da Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen wichtige Handelsverträge zur Lieferung von Schienenfahrzeugen abschließen konnten.

Die **EU insgesamt** – und vor allem die Nachbarstaaten – erweisen sich als wichtigster Absatzmarkt der Umwelt-wirtschaft Nordrhein-Westfalens. Unter den Top-15-Han-delspartnern befinden sich 9 EU-Mitgliedstaaten sowie das Vereinigte Königreich und die Schweiz. **66 %** der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaftsexporte gehen in die EU. Die **mittelosteuropäischen Märkte** und der Export in die **Türkei** entwickeln sich besonders gut: nach Polen 4,2 % (treibend ist v. a. der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*), Tschechien 7,4 % (treibend ist v. a. der Teilmarkt *Energieeffizienz und*

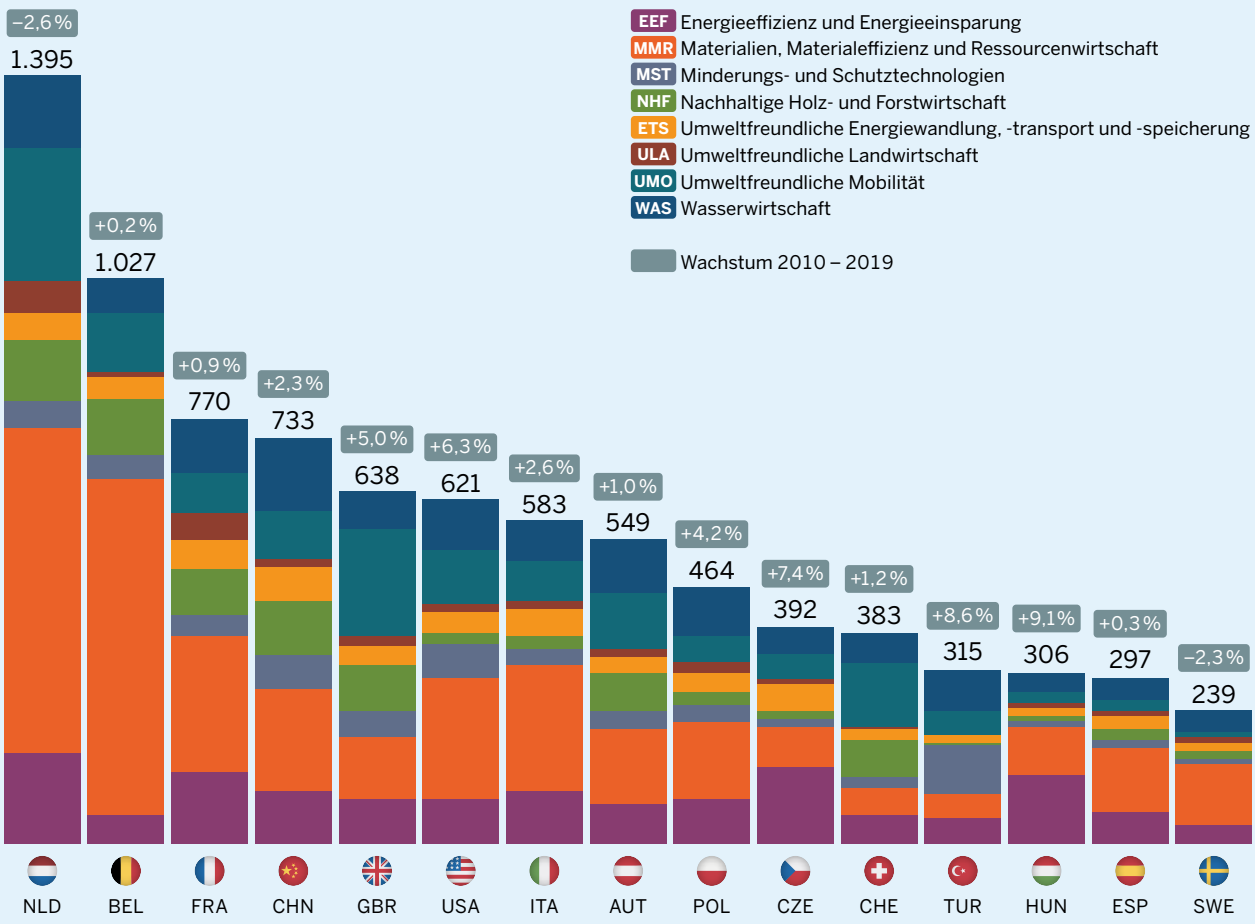



**Abbildung 25: Top 15 Abnahmeländer für Nordrhein-Westfalen. Die 15 größten Exportpartner der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft nach Exportvolumen in Mio. Euro 2019, Wachstum 2010 – 2019**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Statistischen Bundesamtes

*Energieeinsparung*), Türkei 8,6 % (treibend ist v. a. der Teilmarkt *Minderungs- und Schutztechnologien*) und Ungarn 9,1 % p. a. (treibend ist v. a. der Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung*) (2010 – 2019). Neben den Niederlanden entwickelten sich einzig die Exporte nach Schweden zwischen 2010 und 2019 negativ (−2,3 % p. a.; treibend ist v. a. der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*). Besonders stark wachsende Absatzmärkte in der EU sind dagegen Dänemark, die baltischen Staaten sowie Rumänien und Bulgarien. Sie bieten Chancen für Exporte aus Nordrhein-Westfalen.

China und die USA stellen die wichtigsten **außereuropäischen Absatzmärkte** für Nordrhein-Westfalen dar. Vor allem in den Teilmärkten *Wasserwirtschaft*, *Minderungs- und Schutztechnologien* sowie *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* sind diese beiden Volkswirtschaften wichtige Exportziele für Waren aus Nordrhein-Westfalen. Für den Export in die Vereinigten Staaten sind dazu auch Güter aus dem Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* ausschlaggebend. Die Exporte in die **Vereinigten Staaten** wuchsen um 6,3 % p. a. (Rang 6).

Chancen für den nordrhein-westfälischen Export bieten sich aber auch darin, außereuropäische Märkte mit hohem Importvolumen wie Japan, Südkorea und Kanada zu erschließen. Gleiches gilt für die Schwellenländer Mexiko und Indien mit ihren großen Märkten, die von einer besonderen Dynamik gekennzeichnet sind. Die weiteren BRICS-Staaten verloren dagegen an Bedeutung: Die größeren Absatzmärkte in Russland und Brasilien sanken um 1,2 % und 3,7 % p. a., der kleinere Markt Südafrika stagnierte bei +0,2 % p. a. Einen großen Absatzmarkt mit moderatem Wachstum bietet Australien, auch der neuseeländische Importmarkt für Umweltwirtschaftsgüter entwickelte sich kräftig.

## KONKURRENZ – DIE GRÖSSTEN EXPORTEURE WELTWEIT

Die Unternehmen der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens konkurrieren mit Anbietern aus den übrigen deutschen Bundesländern und stehen im internationalen Wettbewerb. Obwohl das globale Exportvolumen zwischen 2015 und 2018 leicht zurückging, ist es im Vergleich zum Jahr 2010 mehr als doppelt so hoch. Seit 2010 entwickelte sich vor allem der Export der europäischen Länder positiv. Das Exportvolumen von China und den USA stagnierte hingegen, Japan und Südkorea wiesen beim Export von Umweltwirtschaftsgütern sogar ein negatives Wachstum auf.

### DIE GRÖSSTEN TEILMÄRKTE STAGNIEREN, DIE KLEINEN GEWINNEN AUF DEM WELTMARKT AN BEDEUTUNG

Der – gemessen am globalen Exportvolumen aller Länder – größte Teilmarkt insgesamt ist die *Umweltfreundliche Mobilität* (ABBILDUNG 26). Knapp darauf folgt der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*. Für die Exporte aus Nordrhein-Westfalen hingegen stellt die *Umweltfreundliche Mobilität*, gleichauf mit der *Wasserwirtschaft*, nur den drittgrößten Teilmarkt dar. Der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* nimmt auch bzgl. des Exports aus Nordrhein-Westfalen mit Abstand den größten Anteil ein. Sowohl global gesehen als auch in Nordrhein-Westfalen entwickelte sich der Export in den beiden größten Teilmärkten seit 2010 nur schleppend bis leicht rückläufig.

Am globalen Export von Waren aus dem Bereich der Umweltfreundlichen Mobilität sind neben China auch Südkorea, Japan, Deutschland und die Vereinigten Staaten mit hohen Anteilen vertreten. Auch Polen, Mexiko, Spanien und Tschechien exportieren in großem Umfang Waren des Teilmarktes. Im Bereich *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* sind die Vereinigten Staaten, Deutschland, China und Japan die größten Exporteure weltweit. Dahinter folgen Frankreich, Niederlande, Großbritannien, Belgien und Australien.

Während weltweit beide Energieteilmärkte im Zeitraum 2010 bis 2018 um 0,2 % bzw. 0,7 % leicht schrumpften, nahmen die Exporte aus Nordrhein-Westfalen im (für das Bundesland zweitgrößten) Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung* bis 2019 um 5,1 % p. a. zu. Der Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* verlor auch in Nordrhein-Westfalen 1,1 % p. a. Wesentlich kräftiger entwickelte sich hingegen im gleichen Zeitraum der globale Export im drittgrößten Teilmarkt *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* mit einem Zuwachs von durchschnittlich 4,0 % p. a. Für Nordrhein-Westfalen ist dieser global relevante Exportmarkt der fünftgrößte Teilmarkt. Die kleinen Teilmärkte verzeichnen zwischen 2010 und 2018 ein zumeist starkes Exportwachstum. Dieses ist für die NRW-Exporte, wenn auch nur leicht, ebenfalls positiv.

### EUROPA AUF DER ÜBERHOLSPUR

ABBILDUNG 27 zeigt die weltweit größten Anbieter für Umweltwirtschaft – und damit die Konkurrenten für

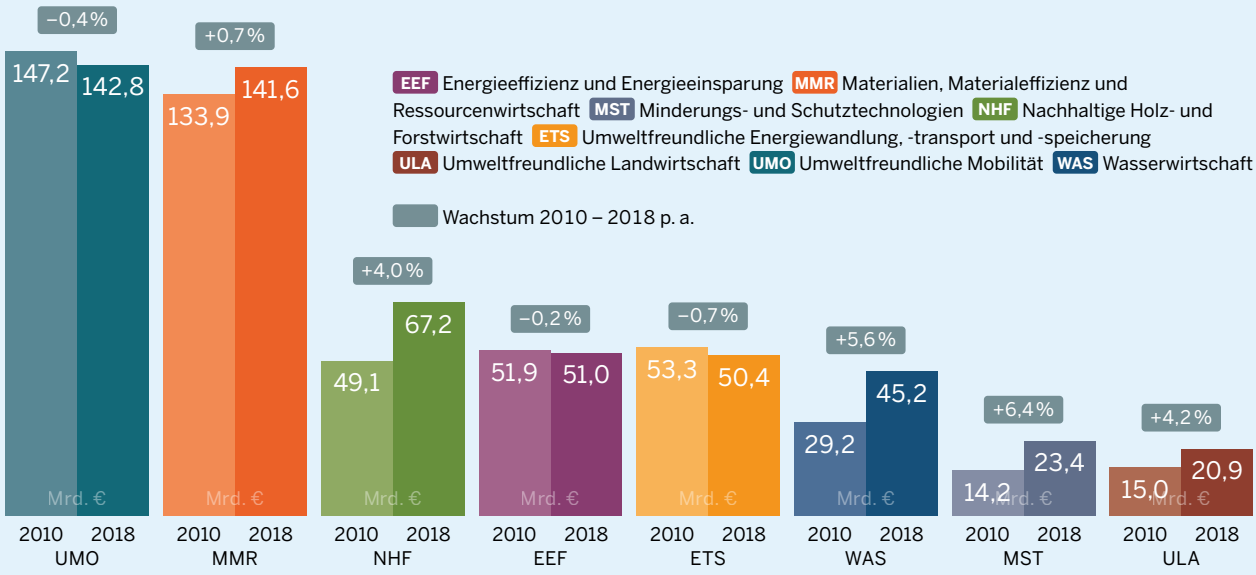



**Abbildung 26: Weltweites Angebot von 542 Mrd. Euro. Globaler Export aller Länder nach Teilmärkten der Umweltwirtschaft, 2010 und 2018, in Mrd. Euro sowie Wachstum 2010 – 2018 in % p. a.**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Prognos Welthandelsmodells

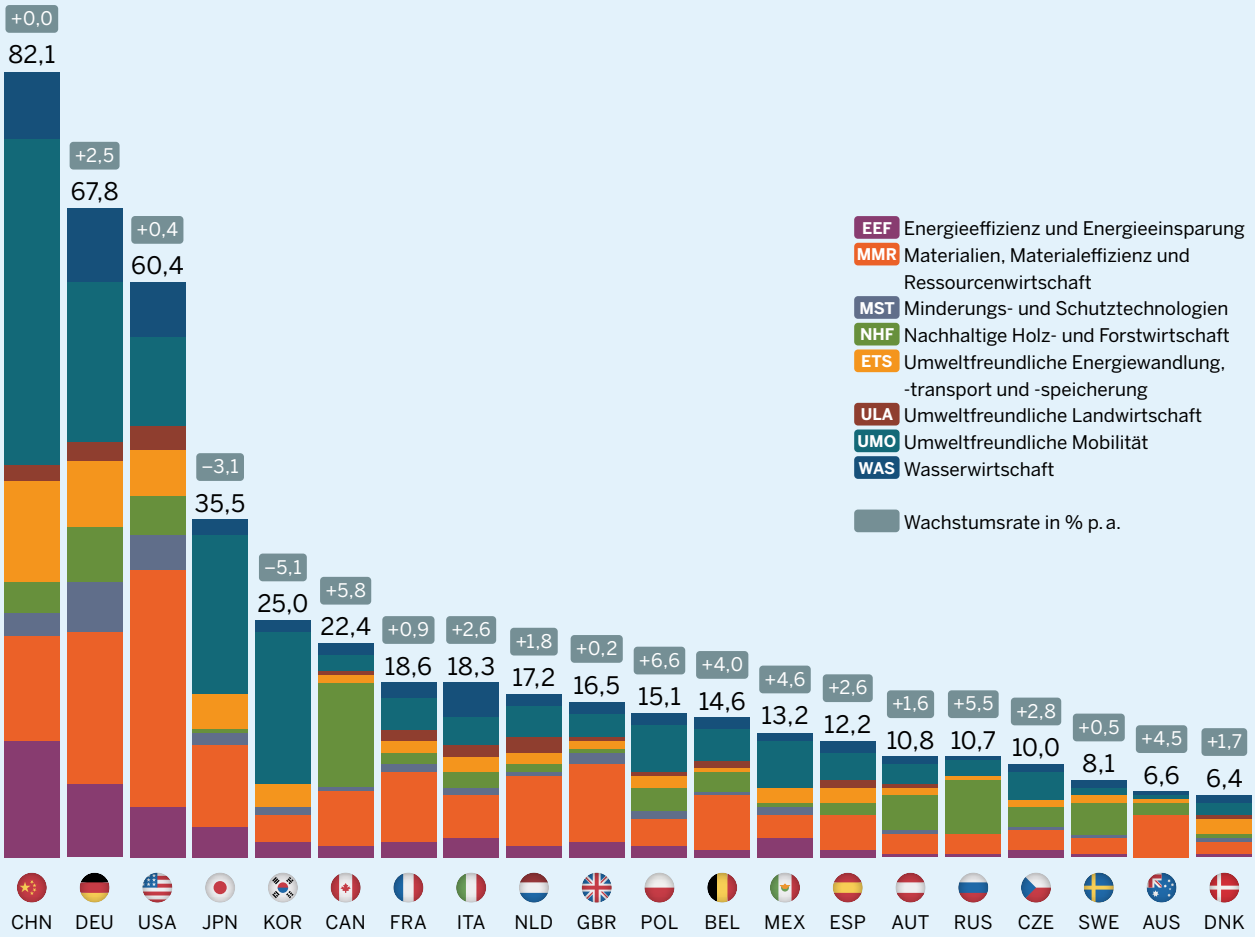



**Abbildung 27: Die 20 größten Anbieterländer (Exporteure) von Umweltwirtschaftsgütern nach Teilmärkten 2018 in Mrd. Euro sowie Wachstum 2010 – 2018 in % p. a.**

Quelle: Prognos AG auf Basis des Prognos Welthandelsmodells

Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen. China ist mit 82 Mrd. Euro weltweit der größte Exporteur von Umweltwirtschaftsgütern. Danach folgen die Exporte aus Deutschland (68 Mrd. Euro) und den Vereinigten Staaten (60 Mrd. Euro). Während die chinesischen und amerikanischen Exporte stagnierten (0 % und 0,4 % p. a., 2010 – 2018), konnten die deutschen Exporte hinzugewinnen (2,5 % p. a.). Das hohe Exportvolumen Chinas ist vor allem auf seine Stärke in der *Umweltfreundlichen Mobilität* und den beiden Energie-Teilmärkten zurückzuführen. Die Vereinigten Staaten sind führend in den Bereichen *Materialien, Materialeffizienz, Ressourcenwirtschaft* und im kleinen Teilmarkt *Umweltfreundliche Landwirtschaft*. Deutschland liegt in den *Minderungs- und Schutztechnologien* sowie der *Wasserwirtschaft* an der Spitze. Weitere wichtige Konkurrenten – vor allem im Bereich *Umweltfreundliche Mobilität* – sind Japan und Südkorea (mit 35 und 25 Mrd. Euro Exportvolumen). Beide haben jedoch in den vergangenen Jahren an Boden verloren.

Polen (6,6 % p. a.), Kanada (5,8 % p. a.), Russland (5,5 % p. a.), Mexiko (4,6 % p. a.) und Australien (4,5 % p. a.) weisen ein überdurchschnittlich starkes Wachstum beim Export von Umweltwirtschaftsgütern auf. Vor allem für Kanada und Russland ist dabei die Holz- und Forstwirtschaft entscheidend. Polen und Mexiko sind v. a. bei der *Umweltfreundlichen Mobilität* sehr exportstark, Australien hingegen im Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*.

Auch die kleineren Exportmärkte Indien (6,0 % p. a.) und Brasilien (3,0 % p. a.) entwickelten sich positiv, während Südafrika an Relevanz verlor (–1,2 % p. a.). Die politische Lage könnte jedoch in diesen Staaten die Exportdynamik in den kommenden Jahren verändern. Besonders starkes Wachstum im Export wiesen erneut die noch kleineren Märkte der baltischen Staaten Litauen, Estland und Lettland (Spannweite 5,6 % p. a. bis 9,4 %) sowie die Märkte Neuseelands (7,6 % p. a., Rang 2) und Portugals (7,0 % p. a., Rang 3) auf. Auch die Exporte aus der Slowakei, Slowenien, der Türkei, und Ungarn erfuhren ein deutliches Wachstum.

Das Hauptlabor des Zentrums für BrennstoffzellenTechnik ZBT in Duisburg

# 2 DETAILLIERTER BLICK AUF DIE TEILMÄRKTE UND IHRE MARKTSEGMENTE

Nordrhein-Westfalen ist Vorreiter bei der Herstellung von Pumpen und Messtechnik, hier der Wilo Campus im Dortmunder Stadtteil Hörde.

# 2.1 DIE TEILMÄRKTE DER UMWELTWIRTSCHAFT IM ÜBERBLICK

Die Vielfalt an Produkten, Dienstleistungen und Technologien der Umweltwirtschaft wird in den unterschiedlichen Teilmärkten konkret. Dieses Kapitel wirft einen detaillierten Blick in jeden einzelnen davon und eröffnet damit ein facettenreiches Gesamtbild der Querschnittsbranche.

ABBILDUNG 28 gibt einen Überblick über die Kennwerte und Bedeutung der einzelnen Teilmärkte in Nordrhein-Westfalen. *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* sowie *Umweltfreundliche Mobilität* stellen mit Blick auf die zentralen Indikatoren Erwerbstätigkeit und Bruttowertschöpfung die **größten Teilmärkte** dar. Fast die Hälfte der Erwerbstätigen entfällt auf diese beiden Bereiche. Mit etwas Abstand folgen die Teilmärkte *Energieeffizienz und Energieeinsparung* sowie *Wasserwirtschaft* auf den Rängen drei und vier. Der Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* ist gemessen an der Erwerbstätigkeit und Bruttowertschöpfung von geringerer Bedeutung, steht jedoch auf Grund der Umsatzstärke der Energiewirtschaft bei diesem Indikator an zweiter Stelle. Die Teilmärkte *Minderungs- und Schutztechnologien*, *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* sowie *Umweltfreundliche Landwirtschaft* sind jeweils für einzelne Regionen Nordrhein-Westfalens strukturprägend und daher trotz ihrer eher geringeren absoluten Größe von großer Bedeutung für die Umweltweltwirtschaft des Landes.

Mit Blick auf die Entwicklung zeigen die Teilmärkte ein heterogenes Bild. Obwohl die Beschäftigtenzahl in nahezu allen Teilmärkten von 2010 bis 2019 zunahm, ragen die Teilmärkte *Umweltfreundliche Mobilität* und *Minderungs- und Schutztechnologien* mit ihrem überdurchschnittlichen Wachstum hervor (ABBILDUNG 2). Der Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* verzeichnete als einziger einen Rückgang gegenüber 2010 (–2,3 % p. a.). Diese Entwicklung ist insbesondere auf die Solarkrise und die Stagnation beim Ausbau der Windkraft zurückzuführen.

Ökonomisch entwickelt sich neben *Umweltfreundliche Mobilität* und *Minderungs- und Schutztechnologien* auch der Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung* mit einem Wachstum der Bruttowertschöpfung von 4,9 % p. a. herausragend.

Die nachfolgenden Kapitel stellen die technologischen und ökonomischen Profile der einzelnen Teilmärkte ausführlich dar. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die

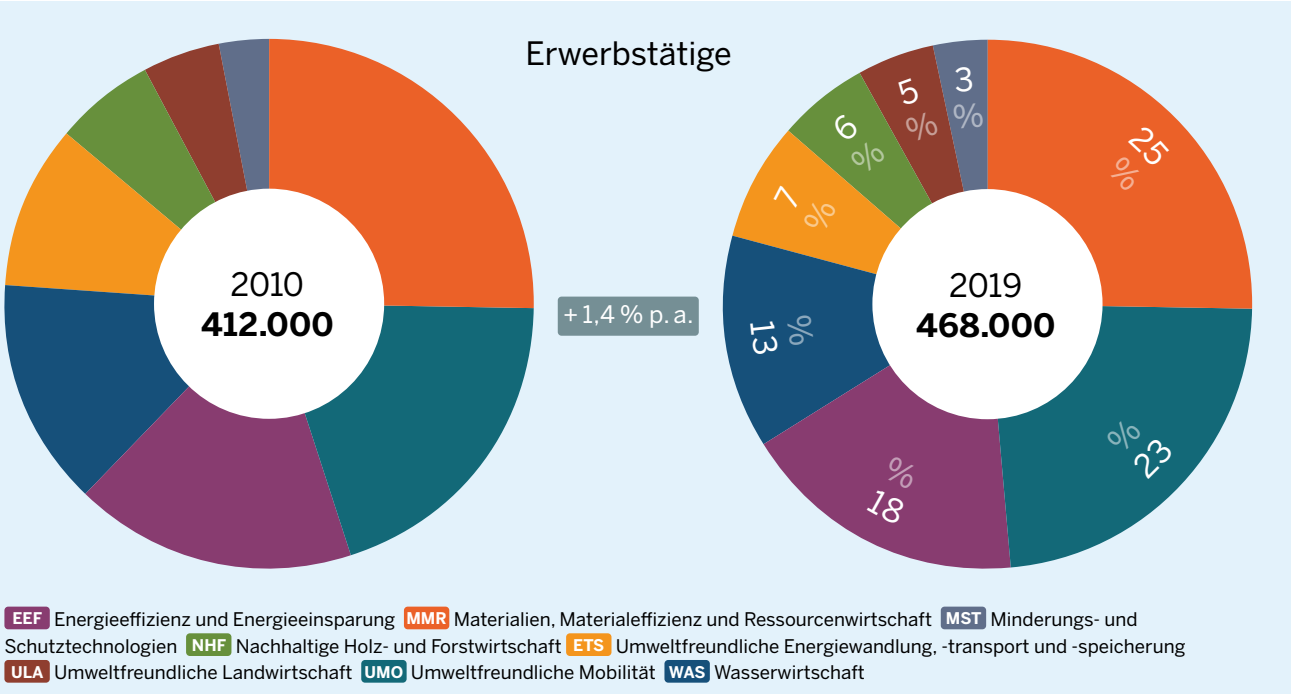



**Abbildung 28: Anteil der Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen nach Teilmarkt 2010 und 2019 und Wachstumsrate (in % p. a.)**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

App für die innerbetriebliche Logistik von thyssenkrupp

Innovations- und Disruptionspotenziale der Digitalisierung gelegt. Für jeden Teilmarkt wird gezielt auf die übergeordneten Digitalisierungstrends eingegangen, wobei unterschiedliche Schwerpunkte erkennbar sind (ABBILDUNG 29). Flächendeckend Anwendung in allen Teilmärkten finden die Technologien: Internet of Things, Big Data und Cloud Computing. Bislang weniger verbreitet sind neben Robotic Process Automation (RPA) und Augmented bzw. Virtual Reality insbesondere Blockchain-Technologien.

| | ETS | EEF | MMR | UMO | WAS | MST | NHF | ULA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Internet of Things | × | × | × | × | × | × | × | × |
| Robotic Process Automation (RPA) | × | | | | | | | × |
| Big Data | × | × | × | × | × | × | × | × |
| Cloud Computing | × | × | × | × | × | × | × | × |
| Maschinelles Lernen und KI | × | × | | × | × | × | | |
| AR und VR | × | | × | | | | × | |
| Blockchain | × | × | | | | | | |

**Abbildung 29: Anwendung digitaler Technologien in den Teilmärkten**

Quelle: Prognos AG

# 2.2 UMWELTFREUNDLICHE ENERGIEWANDLUNG, -TRANSPORT UND -SPEICHERUNG

**8,2 %**
jährliches Umsatzwachstum auf 14,6 Mrd. Euro

**Konzentriert**
in der Region Aachen und der Metropole Ruhr

**fast 8.000**
Stellen weniger seit 2010

überdurchschnittlich hohe
**Investitionen**
in die Digitalisierung

**Rund ¼**
aller Stellenausschreibungen fordern Digitalisierungskompetenzen

**Rund ¾**
arbeiten im Marktsegment Erneuerbare Energien

Die Erneuerbaren Energien verlieren jährlich
**fast 4 %**
der Stellen

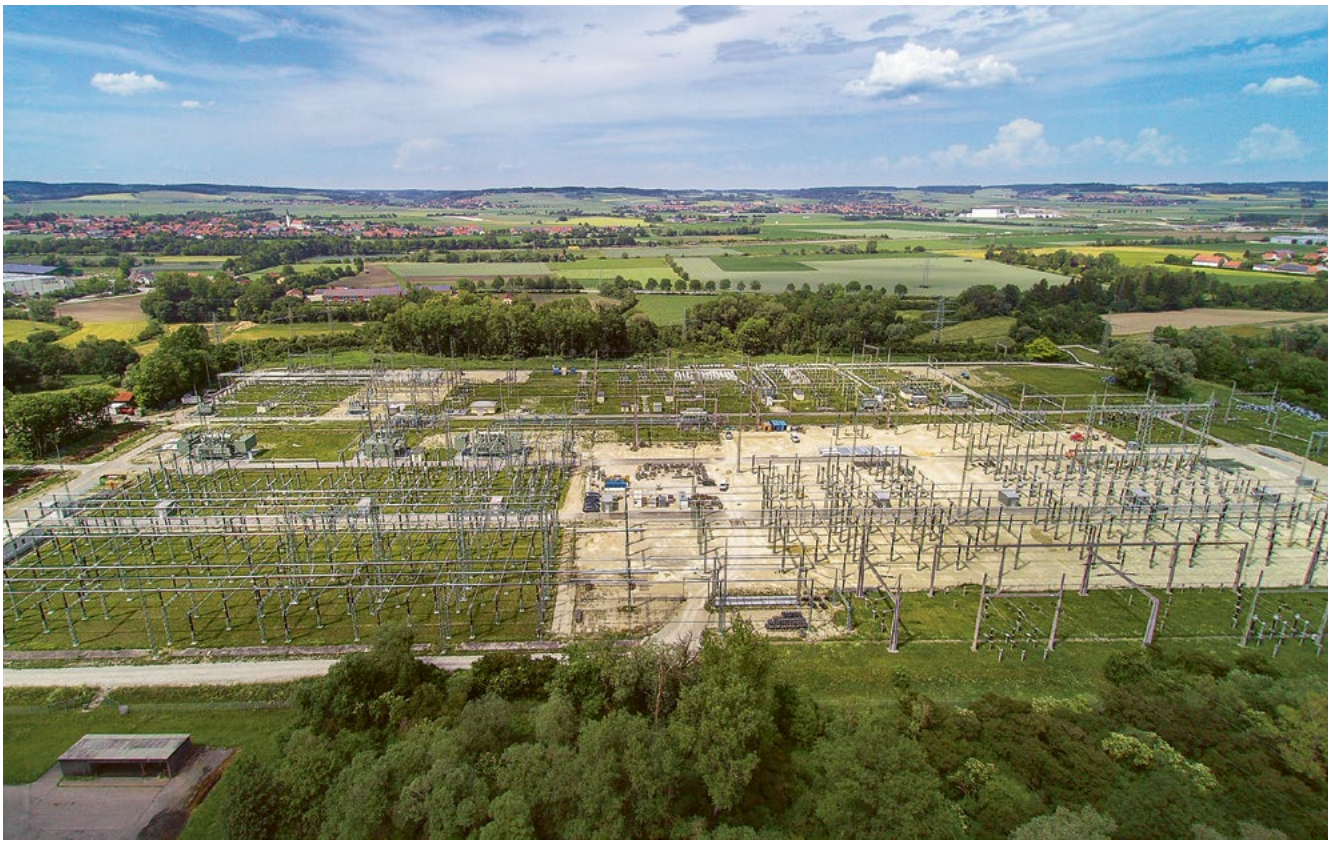
## TEILMARKT: *UMWELTFREUNDLICHE ENERGIEWANDLUNG, -TRANSPORT UND -SPEICHERUNG* (ETS)

Der Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* (ETS) umfasst Produkte und Dienstleistungen zur umweltfreundlichen Transformation des Energiesystems. Diese Transformation, also das Energiesystem von den fossilen Energieträgern hin zu erneuerbaren Energien umzubauen, ist ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen und umweltbewusst gestalteten Wirtschaft. Aufgrund von wetterbedingten Erzeugungsschwankungen liegt dabei neben der Bereitstellung ausreichender Energieerzeugungskapazitäten ein Fokus auch darauf, den $CO_2$-frei erzeugten Strom effizient und intelligent zu verteilen und zu speichern. Aus diesen Anforderungen ergeben sich Anwendungsfelder für zahlreiche Produkte und Dienstleistungen, die in diesem Teilmarkt zusammengefasst sind. Sie werden in die folgenden Marktsegmente eingeteilt.

Das Marktsegment **Erneuerbare Energien** umfasst die erneuerbare Stromerzeugung aus den Quellen Wind- und Wasserkraft, Biomasse, Geothermie, Solarthermie und Photovoltaik. Zusätzlich abgebildet werden die Forschungs- und Beratungsleistungen, die im Bereich der Erneuerbaren Energien erbracht werden.

Das Marktsegment **Intelligente Energiesysteme und Netze** erfasst Produkte und Dienstleistungen, die den Aus- und Umbau der Übertragungs- und Verteilnetze ermöglichen. Der Ausbau des Übertragungsnetzes, darunter HGÜ-Leitungen zum verlustarmen Transport von Elektrizität über lange Strecken, ermöglicht den Ausgleich regionaler Erzeugungskapazitäten, z. B. durch den Transport von Offshore-Windenergie zu Verbrauchszentren in Nordrhein-Westfalen. Der Umbau des Verteilnetzes (Niederspannungsleitungen zwischen Verbrauchern bzw. dezentralen Erzeugern und höheren Netzebenen) dient der Anpassung an den steigenden Anteil dezentraler Stromeinspeisung durch Erneuerbare-Energien-Anlagen. Ergänzend werden im Marktsegment diejenigen Technologien und Leistungen abgebildet, die im Rahmen des Smart-Grid-Ausbaus zur bedarfs- und verbrauchsorientierten Verknüpfung von Bereitstellung und Nachfrage eingesetzt werden. Vorwiegend sind dies spezielle Informations- und Kommunikationssysteme, die den Betrieb des Energiesystems optimieren und dessen Effizienz erhöhen.

Zum Marktsegment **Speichertechnologien** zählen die verschiedenen technischen Energiespeichermöglichkeiten und die für deren Wartung und Inbetriebnahme relevanten Dienstleistungen. Erfasst werden hierbei die elektrochemische, die mechanische sowie die thermische Speicherung von Energie.



Umspannwerk Altheim, Bayern, nach der Modernisierung durch die SPIE Deutschland & Zentraleuropa GmbH, Ratingen

**Tabelle 2: Zentrale Kennzahlen des Teilmarktes Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung**

| | Nordrhein-Westfalen | | | Deutschland | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **Aktuellstes Berichtsjahr** |
| **Erwerbstätigkeit** | | | | | | | |
| Erwerbstätige | 42.000 | 34.000 | –2,3 % | 262.000 | 266.000 | 0,1 % | 2019 |
| Erneuerbare Energien | 36.000 | 25.000 | –3,9 % | 222.000 | 195.000 | –1,4 % | 2019 |
| Intelligente Energiesysteme und Netze | 5.000 | 8.000 | 5,5 % | 36.000 | 66.000 | 7,1 % | 2019 |
| Speichertechnologien | 1.000 | 1.000 | 0,0 % | 4.000 | 5.000 | 0,8 % | 2019 |
| Anteil der Geringfügig Beschäftigten | 11,2 % | 8,4 % | –3,2 % | 10,0 % | 8,6 % | –1,6 % | 2019 |
| Erwerbstätigenanteil von NRW an D | 16,1 % | 12,9 % | –2,4 % | – | – | – | 2019 |
| **Ökonomische Leistung** | | | | | | | |
| Umsatz (Mio. €) | 8.411 | 14.570 | 8,2 % | 67.113 | 99.125 | 5,7 % | 2017 |
| Bruttowertschöpfung (Mio. €) | 3.177 | 3.577 | 1,5 % | 22.426 | 31.175 | 4,2 % | 2018 |
| **Internationaler Handel** | | | | | | | |
| Exportvolumen (Mio. €) | 786 | 713 | –1,1 % | 9.357 | 9.248 | –0,1 % | 2019 |
| Weltmarktanteil | 1,2 % | 1,1 % | –0,7 % | 14,3 % | 13,8 % | –0,4 % | 2018 |
| Warenbezogene Exportquote | 29,1 % | 27,2 % | –0,9 % | 43,0 % | 61,2 % | 5,2 % | 2017 |
| **Innovation und Digitalisierung** | | | | | | | |
| Anteil Patentanmeldungen an Umweltwirtschaft | 8,6 % | 7,7 % | –1,6 % | 12,2 % | 10,7 % | –1,8 % | 2017 |
| Digitalisierungsgrad | – | 1,55 | – | – | – | – | + |

+ abhängig von den Teilindikatoren (2017 – 2019)

Quellen: Prognos AG auf Basis von Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt, PATSTAT, Prognos Welthandelsmodell, Index Research, Arendi Zahlenwerk, Prognos Web Intelligence Tool, ORBIS, Erwerbstätigenzahlen mit Stichdatum 30.6. Weitere Erläuterungen zu den Indikatoren finden sich im Indikatorenglossar im Anhang.

## WIRTSCHAFTLICHER ÜBERBLICK UND ENTWICKLUNG

Die *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* stellt mit 34.000 Erwerbstätigen – bzw. 7,3 % aller Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens – einen der kleineren Teilmärkte dar. Mit 3,6 Mrd. Euro erwirtschaftet dieser 10 % der Bruttowertschöpfung der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft. Die Erneuerbare Energien prägen den Teilmarkt: 25.000 Erwerbstätige und 2,6 Mrd. Euro – bzw. 74 % der Erwerbstätigen und 71 % der Bruttowertschöpfung des Teilmarktes – sind ihnen zuzurechnen. Der Rückgang der Erwerbstätigenzahl im Marktsegment Erneuerbare Energien um 3,9 % p. a. wirkt sich daher unmittelbar auf den gesamten Teilmarkt aus, dessen Erwerbstätigenzahl um 2,3 % p. a. zurückging. Als Ursachen sind der geringe Zubau in der Windenergie und die internationale Konkurrenz in der Solarindustrie zu nennen. Die Umsätze (+8,2 % p. a.) und die Bruttowertschöpfung (+1,5 % p. a.) des Teilmarktes sind dennoch gestiegen. Treibende Kraft hierfür ist der wachsende Anteil an der Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien. Mit nur 8,4 % weist der Teilmarkt den geringsten Anteil von geringfügig Beschäftigten an den Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft auf.

Während bei Erwerbstätigen, Umsatz und Bruttowertschöpfung das Marktsegment Erneuerbare Energien klar dominiert (ABBILDUNG 30), stellt es nur 53 % der Exporte. Dieser Unterschied spiegelt die Struktur des Teilmarktes wider, vor allem den sehr hohen Anteil von Dienstleistungen im Marktsegment Erneuerbare Energien (etwa 63 % der Erwerbstätigen), die im Unterschied zu den weiteren Marktsegmenten in diesem Teilmarkt nicht in der Exportauswertung erfasst werden. Die Marktsegmente Intelligente Energiesysteme und Netze (23 %) sowie Speichertechnologien (25 %) umfassen jeweils knapp ein Viertel der Exporte.

Während die Marktsegmente Intelligente Energiesysteme und Netze sowie Speichertechnologien wachsen, ist im Marktsegment Erneuerbare Energien ein Rückgang zu verzeichnen. Da dieses Marktsegment den größten Anteil

am Export hat, ist die Gesamtexportquote in Nordrhein-Westfalen für den Teilmarkt rückläufig. Allerdings sinkt diese auf Grund der gesteigerten Umsätze nur geringfügig. Auch wenn sich die Branche seit 2016 gleichbleibend entwickelt hat, verdeutlicht ABBILDUNG 31, dass die Anzahl der Erwerbstätigen im Teilmarkt trotz einer leichten Erholung in den letzten Jahren insgesamt einen deutlichen Rückgang zeigt.

Eine besonders hohe regionale Ausprägung des Teilmarktes *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* findet sich in der Region Aachen, die erhebliche Forschungskompetenzen in diesem Bereich vorweisen kann, ebenso die Metropole Ruhr (ABBILDUNG 32). Am geringsten ist die regionale Ausprägung des Teilmarktes in der Region Düsseldorf. Die meisten Regionen weisen eine durchschnittliche regionale Ausprägung auf.

## DIGITALISIERUNG: INNOVATIONS- UND DISRUPTIONSPOTENZIALE

Ein zentrales Kennzeichen der Energiewende ist die Dezentralisierung der Energieerzeugung hin zu kleineren Einheiten (PV/Wind) und der Umbau der Stromnetze zur

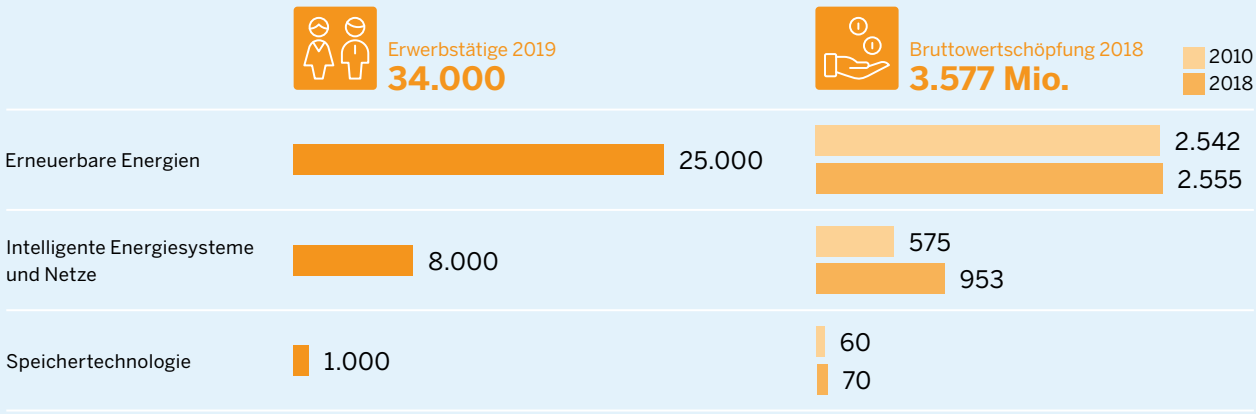



**Abbildung 30: Erwerbstätige 2019 und Bruttowertschöpfung in Mio. Euro 2010 und 2018 im Teilmarkt ETS in Nordrhein-Westfalen nach Marktsegmenten**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

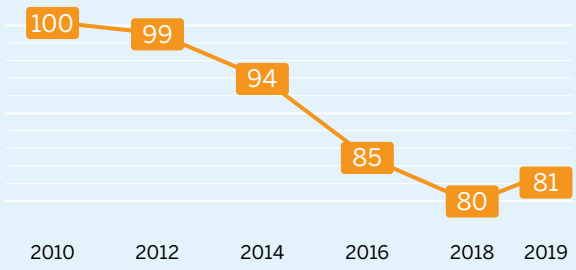



**Abbildung 31: Entwicklung der Erwerbstätigkeit im Teilmarkt ETS (Index 2010=100)**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

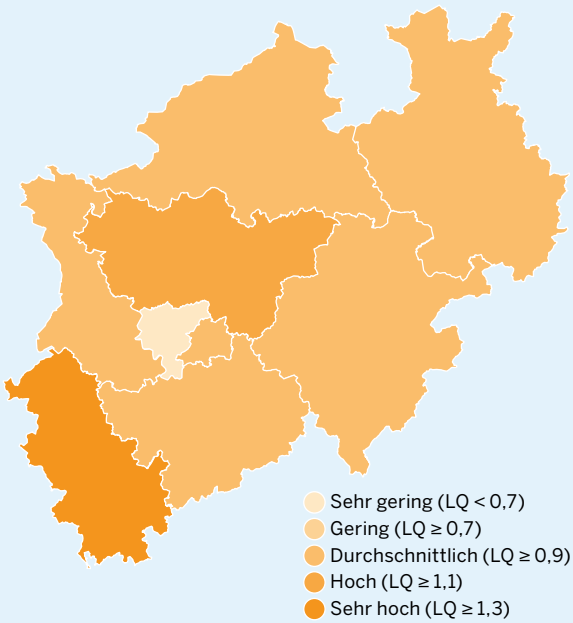



**Abbildung 32: Regionale Ausprägung (Lokalisationsquotient) des Teilmarktes ETS**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und IT.NRW

Integration Erneuerbarer Energien. Die Steigerung der Komplexität und der Zahl der Marktteilnehmer erfordert die intelligente Verknüpfung des Energiesystems und der Marktprozesse mittels digitaler Technologien. Das Digitalisierungspotenzial der Energiewirtschaft ist – sowohl im direkten Vergleich der Teilmärkte als auch im Vergleich mit anderen Branchen – überaus groß: Nur der Geld- und Zahlungsverkehr bietet ein ähnliches Volumen an Marktteilnehmern, Objekten, Daten und Transaktionen.

## DIGITALISIERUNGSGRAD DES TEILMARKTES[4]

Der Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* weist mit 1,55 einen überdurchschnittlichen Digitalisierungsgrad auf. Die hohe Relevanz zeigt sich u. a. an den FuE-Aufwendungen zu Digitaltechnologien. Die Investitionen in digitale Innovationen sind in diesem Teilmarkt, verglichen mit der Umwelt- und der Gesamtwirtschaft des Landes, überproportional hoch. Außerdem wird die Bedeutung von Digitalisierung für die Unternehmen des Teilmarkts auch bei der Analyse der Verbreitung digitaler Technologien deutlich. Die Unternehmen des Teilmarktes dokumentieren im Internet einen bedeutend höheren Bezug zur Digitalisierung als dies in der Gesamtwirtschaft und in der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalen durchschnittlich der Fall ist. Auch bei der Analyse der Stellenausschreibungen des Teilmarktes zeigt sich ein hoher Grad von Digitalisierung. Rund ein Viertel der Arbeitgeber sucht Arbeitskräfte mit Digitalisierungskompetenzen, besonders hervorzuheben ist die hohe Anzahl entsprechender Stellenangebote in der nordrhein-westfälischen Solarindustrie.

## NEUE PRODUKTE UND GESCHÄFTSMODELLE

Der Schwerpunkt der Digitalisierung liegt im Teilmarkt gegenwärtig beim **Internet of Things** in Verbindung mit dem Einsatz bzw. Aufbau von **Smart Metern und Smart Grids**. Der rechtlich induzierte Roll-out des smarten Messens und Steuerns gibt hier den Impuls für den Einsatz der **Blockchain**-Technologie, die gegenwärtig in vielen Pilotprojekten zum Handel von grünem bzw. erneuerbar generiertem Strom erprobt wird. **KI** bzw. **Maschinelles Lernen** sind digitale Technologien, die in allen IT-Anwendungen und -Modulen sukzessive implementiert werden. Größere Energieversorger nutzen sie standardmäßig für Analysen, Bewertungen und Entscheidungen zur marktbezogenen Steuerung von Energieerzeugungsanlagen. Auch die Blockchain-Anwendungen der Energiewirtschaft nutzten KI und Maschinelles Lernen. **Robotic** wird von den Energiedienstleistern als intelligente Automatisierungstechnologie im Vertriebsgeschäft erprobt. Partner sind dabei branchenübergreifend agierende IT-Dienstleister. **Cloud-Computing** findet vielfach Anwendung und stellt IT-Lösungen zur Verfügung, die kostengünstiger sind als die Investition in eigene Rechnerkapazitäten und Programmentwicklungen. **Augmented Reality** wird schließlich in zwei Bereichen eingesetzt: E.ON testet z. B. bei der Wartung von Umschaltwerken neuartige, AR-basierte Arbeitsformen. Bei Windkraftanlagen und Übertragungsnetzen stellen Augmented und Virtual Reality qualitativ neuartige Simulationstools zur Verfügung, die Planung und Engineering zu optimieren helfen und auch für die Bürgerbeteiligung bei der Planung von Windkraftanlagen und Übertragungsnetzen genutzt werden können.

Die Blockchain besitzt einen inhärent hohen Bezug zur Transformation des Energiesystems. Es handelt sich um eine dezentral angelegte Digitaltechnologie, die zur Koordination, Steuerung und Automatisierung von energiewirtschaftlichen Transaktionsvorgängen eingesetzt werden kann und dabei Maßstäbe in Hinsicht auf Transparenz, Datenschutz und Sicherheit vor Manipulationen setzt. Sie ermöglicht z. B. Smart Contracts zwischen den Marktteilnehmern wie etwa dem Peer-to-Peer-Stromhandel zwischen Haushalten: Strom (z. B. aus PV) wird zwischen Haushalten und energiewirtschaftlichen Unternehmen gehandelt. Das Geschäft erfolgt in der Blockchain automatisiert auf Grundlage von Contracts, die Bedingungen und Konditionen festlegen, ohne dass noch zentrale Vermittler benötigt würden. Ebenso funktionieren Peer-to-Peer-Großhandelsplattformen zwischen Energieversorgern, die eine Blockchain für den börsenunabhängigen Energiehandel nutzen. Weitere Beispiele für Blockchain-Anwendungen sind die Organisation dezentraler Speicher für das Netzmanagement – Energie wird aus dezentralen Speichern in

### ENERGIEWIRTSCHAFT 4.0

Digitale Technologien stellen Instrumente für die Energiewende und den effektiven Umbau des Energiesystems zur Verfügung. Den Ausgangspunkt bilden das Internet of Things und die Datenkommunikation mittels **Blockchain**. Alle Verbrauchsstellen, Produzenten, Speichereinheiten und Netze werden dazu in den nächsten Jahren miteinander vernetzt. Dies steigert die dezentrale Systemrationalität. Enorme Datenmengen – Big Data – sind dabei zu verarbeiten. **Energiewirtschaft 4.0** setzt daher auf KI und Maschinelles Lernen, um aktuelle Marktpreise, die Einspeisewerte der Erneuerbaren Energien und die Netzauslastung vorherzusagen, also die zentralen Richtwerte, um die Energieerzeugung zu steuern.

Zu 80 % autark: Das Energiekonzept der Becker GmbH – Robot Equipment Automotive Dülmen kombiniert Photovoltaik, Batteriespeicher und Wärmepumpe.

Haushalten für netzdienliche Maßnahmen entnommen bzw. darin gespeichert – und die Abrechnung von Ladevorgängen bei der Elektromobilität: Hier werden mittels Blockchain Angebot und Nachfrage abgeglichen sowie die Abrechnung zwischen privat betriebener Ladesäule und Ladekundinnen bzw. -kunden abgewickelt. Beteiligt an aktuellen Projekten sind Start-up-Unternehmen aus der IT, aber auch große Energieversorger und Energietechnikunternehmen.

Digitale Technologien werden zur Kosteneinsparung und Effizienzsteigerung auch als Automatisierungsinstrument eingesetzt. Hierfür steht in der Energiewirtschaft vorrangig die Robotic Process Automation. Neuartig an digitalen Technologien ist, dass sie den Marktteilnehmern informationell und datenbasiert ein optimales Marktverhalten ermöglicht. Smart Meter und Blockchain stellen ihnen Instrumente zur Verfügung, um jederzeit auf Marktgegebenheiten reagieren zu können. Grundsätzlich gestärkt wird dadurch die Rolle der Prosumer. Selbstproduzierter PV-Strom kann ebenso im Intradayhandel vermarktet wie zeitverzögert als bedarfsgerechte Regelleistung aus Batteriespeichern abgerufen werden. Komplexe Digitalprojekte werden daher häufig als Kooperationen von Energie- und Digitalwirtschaft umgesetzt, die gemeinsame Plattformen gründen, an denen sich die großen Energieversorgungsunternehmen und Stadtwerke beteiligen, um so ihre Marktzugänge auf eine neue Basis zu stellen. Diejenigen Stadtwerke und Verteilnetzbetreiber, die weiterhin ausschließlich klassische Geschäftsfelder verfolgen, laufen demgegenüber Gefahr, ihre bisherigen Marktpositionen mittel- bis langfristig zu verlieren.

## HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

Eine erfolgreiche Energiewende benötigt einen echten Digitalisierungsschub. Da die digitalen Technologien in einem sehr komplexen und von hohen Sicherheitserfordernissen geprägten System – bzw. in kritischen Infrastrukturen – implementiert werden, muss deren Einsatz konsequent gesetzlich und von den zuständigen Behörden wie Bundesnetzagentur und dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnologie (BSI) reguliert werden. Gerade die Blockchain besitzt ein hohes Disruptionspotenzial: Technologisch und ökonomisch könnte sie klassische Energiedienstleister erheblich unter Druck setzen oder gar obsolet machen („Streich den Mittelsmann“). Ein Teil der Energiedienstleister engagiert sich daher in Blockchain-Pilotprojekten und -Plattformen. Neben der Digitalisierung und damit smarten Vernetzung von Abläufen und Systemen benötigt die Energiewende aber auch einen (gesamtwirtschaftlichen) Effizienzschub. Hier fungiert die Digitalisierung nicht nur als Enabler und Treiber, sondern stellt selbst auch einen ganz erheblichen Energieverbraucher dar. Dieses Verhältnis sollte stets in Energiebilanzen geprüft werden.

# 2.3 ENERGIEEFFIZIENZ UND ENERGIEEINSPARUNG

**1,9 %**

jährliches Plus – ergibt 83.000 Erwerbstätige

**2,1 %**

jährliches Umsatzwachstum auf 11,6 Mrd. Euro

**71 %**

arbeiten im Marktsegment Energieeffiziente Gebäude

Überdurchschnittlich stark

**in Südwestfalen**

**1,8 Mrd. €**

Exportvolumen, ein Zuwachs von jährlich 5,1 %

Bei der

**Digitalisierung vorne**

**Rund ¼**

der Unternehmen sucht nach Arbeitskräften mit digitalen Kompetenzen

**KI und Blockchain**

zunehmend wichtiger

# TEILMARKT: *ENERGIEEFFIZIENZ UND ENERGIEEINSPARUNG*

Neben dem Ausbau von Erzeugungsanlagen und Versorgungsstrukturen für Erneuerbare Energien stellt die Verringerung des Energieverbrauchs die zweite Säule der Transformation zu einem langfristig nachhaltigen Energiesystem dar. Neue Technologien steigern dazu die Energieeffizienz und ermöglichen Energieeinsparungen.

Hierbei wird unterschieden zwischen Effizienz-Enablern und effizienten Produkten. Die Umweltwirtschaft umfasst davon nur die Effizienz-Enabler. Dies beinhaltet Technologien und Dienstleistungen, die effizientere Produktionsprozesse ermöglichen oder die Effizienz von Gebäuden erhöhen. Dagegen werden Produkte, die aus einer effizienten Produktion hervorgegangen sind, oder solche, die sich durch eine Effizienzsteigerung im Verbrauch auszeichnen, nicht zur Umweltwirtschaft gezählt bzw. bei der statistischen Abgrenzung der Umweltwirtschaft nicht erfasst.

Der Teilmarkt gliedert sich in zwei Marktsegmente: Das Marktsegment **Energieeffiziente Gebäude** vereint Produkte, welche die Energieeffizienz von Gebäuden erhöhen. Dies sind zumeist gebäudetechnisch integrierte Geräte oder Materialien, beispielsweise Dämmstoffe oder energieeffiziente Leuchttechnik. Zusätzlich erfasst werden auch die nötigen Dienstleistungen, um diese Technologien und Produkte zu installieren und einzurichten.

Im Marktsegment **Energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien** werden Produkte zusammengefasst, die in der Produktion und beim Einsatz von Maschinen und Geräten Energie einsparen können. Hierzu zählen unter anderem Vernetzungstechnik für Industrie-4.0-Lösungen und intelligente Steuerungssoftware für automatisierte Produktionsprozesse. Auch werden hier die zusätzlichen Beratungs- und Installationsleistungen erfasst, die für den Einsatz der genannten Technologien nötig sind.

**Tabelle 3: Zentrale Kennzahlen des Teilmarktes Energieeffizienz und Energieeinsparung**

| | Nordrhein-Westfalen | | | Deutschland | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **Aktuellstes Berichtsjahr** |
| **Erwerbstätigkeit** | | | | | | | |
| Erwerbstätige | 70.000 | 83.000 | 1,9 % | 367.000 | 449.000 | 2,3 % | 2019 |
| Energieeffiziente Gebäude | 51.000 | 59.000 | 1,7 % | 260.000 | 313.000 | 2,1 % | 2019 |
| Energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien | 19.000 | 24.000 | 2,6 % | 107.000 | 136.000 | 2,7 % | 2019 |
| Anteil der Geringfügig Beschäftigten | 13,0 % | 10,8 % | –2,0 % | 10,5 % | 9,0 % | –1,7 % | 2019 |
| Erwerbstätigenanteil von NRW an D | 19,0 % | 18,4 % | –0,3 % | – | – | – | 2019 |
| **Ökonomische Leistung** | | | | | | | |
| Umsatz (Mio. €)* | 10.016 | 11.574 | 2,1 % | 52.477 | 68.089 | 3,8 % | 2017 |
| Bruttowertschöpfung (Mio. €)* | 3.900 | 5.732 | 4,9 % | 20.524 | 32.017 | 5,7 % | 2018 |
| **Internationaler Handel** | | | | | | | |
| Exportvolumen (Mio. €) | 1.135 | 1.771 | 5,1 % | 10.170 | 15.854 | 5,1 % | 2019 |
| Weltmarktanteil* | 1,7 % | 1,8 % | 0,2 % | 15,6 % | 15,6 % | 0,1 % | 2018 |
| Warenbezogene Exportquote | 28,7 % | 32,9 % | 2,0 % | 41,7 % | 46,1 % | 1,5 % | 2017 |
| **Innovation und Digitalisierung** | | | | | | | |
| Anteil Patentanmeldungen an Umweltwirtschaft** | 10,4 % | 9,7 % | –1,0 % | 12,5 % | 11,6 % | –1,0 % | 2017 |
| Digitalisierungsgrad | – | 1,63 | – | – | – | – | + |

+ abhängig von den Teilindikatoren (2017 – 2019)

Quellen: Prognos AG auf Basis von Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt, PATSTAT, Prognos Welthandelsmodell, Index Research, Arendi Zahlenwerk, Prognos Web Intelligence Tool, ORBIS, Erwerbstätigenzahlen mit Stichdatum 30.6. Weitere Erläuterung zu den Indikatoren finden sich im Indikatorenglossar im Anhang.

## WIRTSCHAFTLICHER ÜBERBLICK UND ENTWICKLUNG

Mit 83.000 Erwerbstätigen rangiert der Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung* an dritter Stelle innerhalb der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft. Der Teilmarkt stellt damit 18 % der Erwerbstätigen und mit 11,6 Mrd. Euro Umsatz sowie 5,7 Mrd. Euro Bruttowertschöpfung 16 % der Wirtschaftsleistung der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft. Das Marktsegment Energieeffiziente Gebäude vereint nahezu zwei Drittel des Umsatzes und der Bruttowertschöpfung des Teilmarktes. Darüber hinaus finden hier 71 % der Erwerbstätigen des Teilmarktes ihren Arbeitsplatz.

Der Teilmarkt zeigt ein stetiges positives Wachstum über alle Kennwerte hinweg. Bruttowertschöpfung (5,1 % p. a.) und Exporte (4,9 % p. a.) entwickelten sich besonders kräftig. Auch die Erwerbstätigenzahl ist stark (+1,9 % p. a.) angewachsen, während der Anteil der geringfügig Beschäftigten um 2,2 Prozent-Punkte gesunken ist. Das Wachstum war besonders stark bei den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (2,4 % p. a.). Die zunehmende Bedeutung dieses Teilmarktes wird besonders mit Blick auf das Wachstum der Bruttowertschöpfung deutlich (4,9 % p. a.).

Das dienstleistungsintensive Marktsegment Energieeffiziente Gebäude ist das stärkere Segment in diesem Teilmarkt. Dies zeigt sich in den Indikatoren Erwerbstätige (71 %), Umsatz (65 %) und Bruttowertschöpfung (62 %). Hinsichtlich des Exportvolumens hat allerdings das Markt-

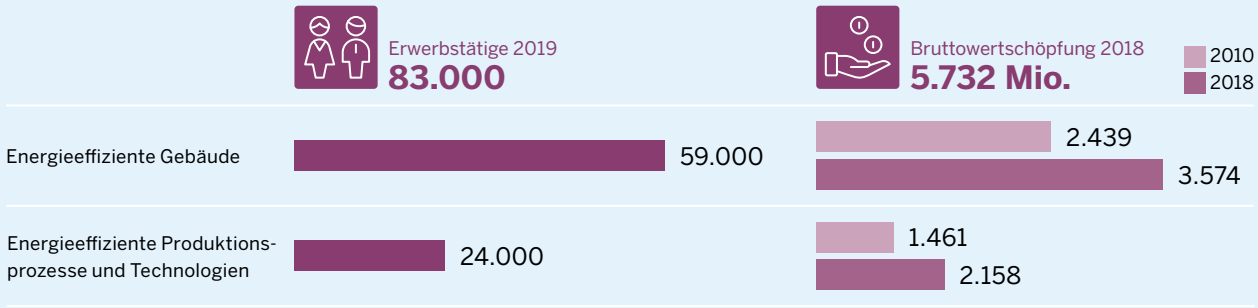



**Abbildung 33: Erwerbstätige 2019 und Bruttowertschöpfung in Mio. Euro 2010 und 2018 im Teilmarkt EEF in Nordrhein-Westfalen nach Marktsegmenten**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

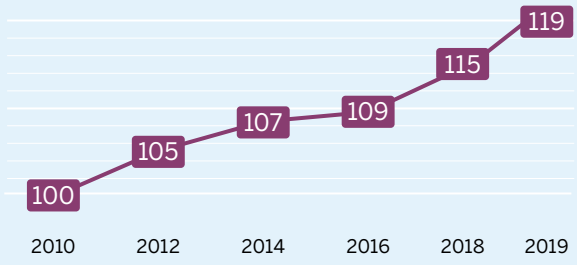



**Abbildung 34: Entwicklung der Erwerbstätigkeit im Teilmarkt EEF (Index 2010=100)**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes

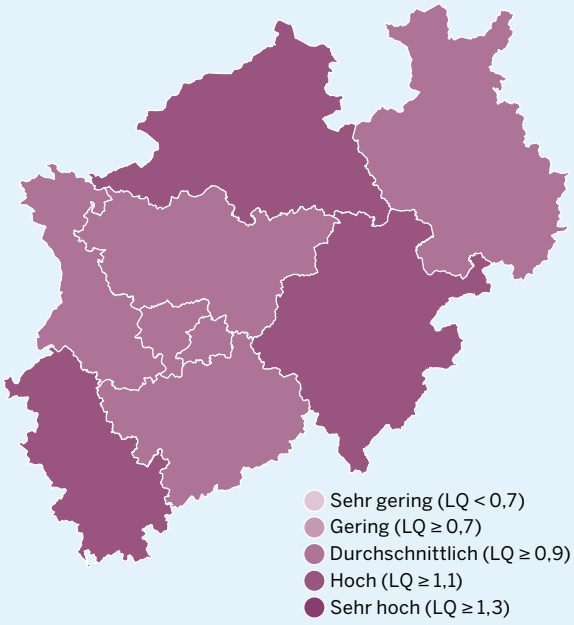



**Abbildung 35: Regionale Ausprägung (Lokalisationsquotient) des Teilmarktes EEF**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und IT.NRW

segment Energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien mit 52 % den größeren Anteil im Teilmarkt.

Die durchgehend positive Entwicklung in beiden Marktsegmenten spiegelt sich in der dynamischen Entwicklung der Erwerbstätigkeit (1,9 % p. a.) wider (ABBILDUNG 34). Hierbei wuchs das Marktsegment Energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien mit jährlichen 2,6 % gegenüber 2010 deutlich schneller als das größere Marktsegment Energieeffiziente Gebäude (+1,7 % p. a.).

Die regionale Ausprägung des Teilmarktes *Energieeffizienz und Energieeinsparung* zeigt nur geringe Abweichungen zum Durchschnitt des gesamten Bundeslandes. Am stärksten ausgeprägt ist der Teilmarkt in Südwestfalen, der Region Aachen und im Münsterland (ABBILDUNG 35).

## DIGITALISIERUNG: INNOVATIONS- UND DISRUPTIONSPOTENZIALE

In der Industrie sind es alle Maschinen und Anlagen, im Haushalt alle Haushaltsgeräte, im Verkehr Autos, Bahnen und E-Bikes, in unseren Städten die Straßenbeleuchtung und Ampelanlagen und vieles mehr. Die Rede ist von Energieverbrauchern. Smart Meter ermöglichen es, den Verbrauch an jeder einzelnen dieser Verbrauchsstellen zu messen. Diese Verbrauchsmessung ist zugleich die Basis, um die Energieverbräuche in Unternehmen, im Haushalt und im öffentlichen Raum auszuwerten und zu steuern. Messung, Datenübertragung und Steuerung machen tendenziell jede Verbrauchsstelle zu einem Objekt im Internet of Things, das mithin ein Internet von Milliarden Objekten wird. Zugleich erfolgen Integrationsprozesse. Smart Metering setzt beim Strom an und integriert dabei die Bereiche Wärme und Wasser. Smarte Produktion, Smart Home und Smart City sind Leitperspektiven dieser Entwicklung. Ihre Realisierung erscheint heute sehr wahrscheinlich.

Prüfung der Platine eines Smart Meters im Verlauf des Qualifikationsverfahrens

### DIGITALISIERUNGSGRAD DES TEILMARKTES[5]

Die hohe Relevanz von Digitalisierung und digitalen Innovationen im Teilmarkt zeigt sich u. a. bei der quantitativen Analyse des Teilmarktes. Mit einem Digitalisierungsgrad von 1,63 ist *Energieeffizienz und Energieeinsparung* **der am stärksten digitalisierte Teilmarkt.** Dies zeigt sich besonders deutlich bei den Stellenmarktausschreibungen: Rund ein Viertel der Unternehmen sucht nach Arbeitskräften mit digitalen Kompetenzen.

Darüber hinaus ist zu beobachten, dass Unternehmen aus dem Bereich *Energieeffizienz und Energieeinsparung* sich überdurchschnittlich intensiv auf ihren Webseiten mit Digitalthemen auseinandersetzen. Besonders positiv hervorgehoben werden können auch die hohen FuE-Investitionen in Digitalisierung, die im Teilmarkt zu beobachten sind.

### NEUE PRODUKTE UND GESCHÄFTSMODELLE

Der Schwerpunkt der Digitalisierung liegt im Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung* gegenwärtig beim **Internet of Things** in Verbindung mit **Smart Meter** und **Smart Grids**. Sie sind zugleich Basis für die smarte Produktion, Smart Home und Smart City unter Einschluss des Transport- und Verkehrsbereichs, welcher auch die Elektromobilität einbezieht. Das Internet of Things wird gegenwärtig in der Energie- und Immobilienwirtschaft sowie vom produzierenden Gewerbe massiv vorangetrieben. Als regulatorischer Treiber wirken das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (GDEW) und das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG). Bis 2032 werden alle analogen Zähler durch moderne digitale Messeinrichtungen bzw. intelligente Messsysteme (Msys – mit Kommunikationseinheit) ersetzt und in zertifizierte Smart-Meter-Gateways (SMG) integriert. Im Ergebnis werden das spartenübergreifende und gebündelte Ablesen von Strom, Gas, Wasser und weitere Services möglich. Datenverarbeitung in diesem Ausmaß ist **Big-Data**, sie greift auf **Cloud Computing** zurück und setzt **KI** zur Auswertung der Daten ein. An dem Punkt, wo Energieverbraucher auch Energieproduzenten werden, tritt auch die **Blockchain** in Aktion.

## SMART HOME UND SMART CITY 4.0

Die Digitalisierung ist die unverzichtbare Voraussetzung für die dezentrale Neuausrichtung der Energieerzeugung und der Versorgungsinfrastruktur unter der Prämisse einer nachhaltigen Ressourcennutzung. Das **Internet of Things** macht jeden energieverbrauchenden Gegenstand zu einem steuerbaren Objekt, egal ob es sich um eine Anlage in der Industrie, einen Alltagsgegenstand im Haushalt oder um ein Element der öffentlichen Infrastruktur handelt. Der Haushalt im Kontext von **Smart Home** erhält dabei vielfältige digitalgetriebene Erweiterungen, etwa in den Bereichen E-Health (Telemedizin / Ambient Assisted Living), E-Learning, E-Government und Telearbeit allgemein. Durch die Verkehrswende werden in die energiewirtschaftliche Versorgungsinfrastruktur weitere Objekte einbezogen, z. B. Elektroautos und E-Bikes. Aber auch klassische Elemente der öffentlichen Infrastruktur wie Verkehrsampeln, Straßenbeleuchtung (nun allerdings als LED), Regenüberlaufbecken u. a. m. werden in der Smart City digital eingebunden.

Der Roll-out der Msys und die SMG bedeuten für die nächste Dekade eine immense digitale Marktdurchdringung. Diese erfolgt vor dem Hintergrund sicherheits- und datenschutzrechtlicher Erfordernisse nicht auf einen Schlag, sondern peu à peu und sehr zielgerichtet. Messtechnikunternehmen arbeiten an digitalen IoT-Lösungen für die Haushalte und die Immobilienwirtschaft, die das Ablesen des Verbrauchs im Haushalt bündeln und zugleich die Abrechnung automatisieren. Verbrauchsdaten können bis auf Geräteebene ausgewertet werden und ermöglichen unter Nutzung von Aktoren deren präzise Steuerung, z. B. das Ein- und Ausschalten von Waschmaschine und Rasensprenger, das Hochfahren der Heizungsanlage und die Steuerung der Unterhaltungselektronik. Viele Kommunen und Stadtwerke bauen LoRaWAN-Funknetze (Long range wide area networks) mit Gateways auf, die den Energieverbrauch, aber auch Verkehrsströme messen sowie Pegel- und Füllstände überwachen können. In Betrieb ist bereits ein zertifiziertes SMG zur Steuerung der Aufladeprozesse von E-Autos, das die Verfügbarkeit im Stromnetz anpasst und Netzüberlastungen vermeidet. Bis 2022 wird dieses als bundesweite Standardlösung für die Ladesäuleninfrastruktur implementiert. Bei diesen Entwicklungen geht es um *Energieeffizienz und Energieeinsparung* in physischer Hinsicht, aber auch um um eine spezifisch neue energiewirtschaftliche Dimension. Tarife werden flexibilisiert und die Verbrauchskosten werden an die Verfügbarkeit von Energie im Netz gekoppelt. Der Verbraucher kann sich dementsprechend rational entscheiden und seinen Verbrauch an wirtschaftlichen wie auch an ökologischen Kriterien ausrichten.

Digitale Technologien stellen zusätzliche und sehr wirksame Instrumente zur Verfügung, um die Energieeffizienz zu erhöhen und Energie einzusparen. In der gewerblichen Wirtschaft wird die Effizienzsteigerung von den Unternehmen systematisch betrieben. Auch KMU haben sich hier in den letzten Jahren stark engagiert, machen sich entweder selbst stark und kundig oder kaufen entsprechende Services ein. Sie folgen diesbezüglich den Großunternehmen, für die Energiemanagement zum Qualitätsstandard im Kostenmanagement geworden ist. An der Schnittstelle von Energiewirtschaft, Engineering und IT gibt es mittlerweile eine Vielzahl von Anbietern von IT-Lösungen und Geschäftssystemen, die komplett eingekauft werden können. Für die Haushalte besteht eine größere Abhängigkeit von externem Know-how, das verteilt und nicht immer transparent ist (Gerätehersteller, Anbieter von Smart-Meter-Services, Energieversorger, IT-Anbieter u. a. m.). Hier sind zukünftig insbesondere seitens der Immobilienwirtschaft Beiträge zur Sicherung von Standards zu erwarten. Noch komplexer ist die Situation für die Haushalte, die Energie produzieren, um damit zugleich den eigenen Bedarf zu decken (z. B. Mieterstrom) oder diesen ins Netz einzuspeisen. Diese Prosumer werden in der Zukunft eine starke Rolle einnehmen (siehe auch die Ausführungen zur Blockchain), allerdings sind hierfür ggfs. auch zusätzliche regulative Anpassungen erforderlich (z. B. bei Klein-PV-Anlagen nach Ende der Förderung).

## HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

Der digitalen Transformation ist das Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz, zur $CO_2$-Minderung und zur Vermeidung von Energieverlusten einerseits inhärent. Das Beispiel Sektorenkopplung verweist darauf, dass auf örtlicher Ebene ein hohes Potenzial besteht, die Energiewende dezentral auszugestalten und die Ressourcen Strom, Wärme und Wasser nachhaltig zu bewirtschaften und dabei vielen Stakeholdern bis hin zu den Haushalten und Endverbrauchern die Möglichkeit einzuräumen, sich auch wirtschaftlich zu engagieren. Andererseits stellen die digitalen Mess- und Steuergeräte selbst Energieverbrauchsstellen dar – digitale Technologien bringen meist neue Nutzungen und Endgeräte mit zusätzlichem Energieverbrauch mit sich.

# 2.4 MATERIALIEN, MATERIALEFFIZIENZ UND RESSOURCENWIRTSCHAFT

**24,4 Mrd. €**

Umsatz (2017), ein jährliches Plus von 1,6 %

**119.000**

Erwerbstätige 2019 – damit größter Teilmarkt

**1,5 %**

mehr Erwerbstätige pro Jahr

**37 %**

der Erwerbstätigen im Marktsegment Materialeffiziente Produktionsprozesse und Technologien

Exporte im Wert von

**3,9 Mrd. €**

Materialeffizienzsteigerung durch

**Industrie 4.0**

Überdurchschnittlich hohe Aufwendungen für

**Forschung und Entwicklung mit Digitalbezug**

Überdurchschnittliche Ausprägung in der

**Region Niederrhein**

# TEILMARKT: *MATERIALIEN, MATERIALEFFIZIENZ UND RESSOURCENWIRTSCHAFT*

Der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* beinhaltet einen umweltschonenden Umgang mit Materialien und Rohstoffen. Hierbei spielen die Prinzipien von Kreislaufwirtschaft und zirkulärer Wertschöpfung im Sinne einer Circular Economy eine zentrale Rolle. Die Verwendung umweltfreundlicher, reststoffarmer und einfach rückzugewinnender Materialien, der sparsame Umgang mit Rohstoffen, die Rückgewinnung eingesetzter Wertstoffe sowie die sach- und umweltgerechte Behandlung von Abfällen stellen exemplarisch Möglichkeiten dar, die Umweltbilanz der produzierten Güter zu verbessern. Der in der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens besonders bedeutsame Teilmarkt gliedert sich in fünf Marktsegmente:

Im Marktsegment **Nachwachsende Rohstoffe und umweltfreundliche Materialien** entstehen auf Basis nachwachsender Rohstoffe neue und vielfältige Produkte aus umweltfreundlichen Materialien sowie Dienstleistungen, die in diesem Zusammenhang dazu beitragen, die Umwelt zu schonen. Neben den nachwachsenden Rohstoffen erfasst das Marktsegment auch innovative Verbundstoffe, die umweltschädliche Stoffe oder knappe Ressourcen ersetzen können.

Das Marktsegment **Technik für die Abfallwirtschaft** bildet die technologischen Enabler der Abfallwirtschaft ab, z. B. spezielle Sensoren oder Sortiersysteme. Außerdem zählen die für die Abfallwirtschaft notwendigen Produkte wie beispielsweise Müllfahrzeuge zu diesem Segment.

Das Marktsegment **Abfallsammlung und -transport** beinhaltet mit dem Sammeln und Transportieren gefährlicher und nicht gefährlicher Abfälle sowie mit der Straßenreinigung im Wesentlichen Dienstleistungen. Sie werden von der Abfallbehandlung bzw. Verwertung getrennt betrachtet.

Das Marktsegment **Abfallbehandlung und -verwertung** umfasst die fachgerechte Behandlung und Beseitigung gefährlicher und ungefährlicher Abfälle. Die hier erfassten Aktivitäten schließen dabei die Vorbehandlung und die stoffliche oder energetische Verwertung von Abfällen mit ein, z. B. das Auflösen, Zerfasern und Reinigen von Altpapier. Die stoffliche Verwertung endet mit der Bereitstellung eines Rohstoffes zur Weiterverarbeitung. Die Herstellung neuer Produkte aus den bereitgestellten Sekundärrohstoffen wird nicht in diesem Marktsegment erfasst.

Im Marktsegment **Materialeffiziente Produktionsprozesse und Technologien** werden Produkte und Dienstleistungen erfasst, die zu einer Steigerung der Materialeffizienz industrieller Produktionsprozesse beitragen. Analog zur Abgrenzung des Teilmarktes Energieeffizienz werden hier die Anbieter von Enabler-Technologien und

Pilotanlage im Entsorgungszentrum Ennigerloh (Kreis Warendorf) zum chemischen Recycling von Kunststoffabfällen

-Dienstleistungen erfasst, nicht aber die Anwender dieser Technologien und deren Produkte.

## WIRTSCHAFTLICHER ÜBERBLICK UND ENTWICKLUNG

Der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* ist mit fast 119.000 Erwerbstätigen – das entspricht einem Viertel aller Beschäftigten in der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens – der **größte der acht Teilmärkte.** Mit seinen fünf Marktsegmenten erwirtschaftet der Teilmarkt 33,6 % der Umsätze, 31,4 % der Bruttowertschöpfung und 33,8 % aller Exporte der Umweltwirtschaft im Bundesland.

Der Teilmarkt stellt den Kern der Kreislaufwirtschaft dar und ermöglicht in zunehmenden Maße zirkuläres Wirtschaften. Die wachsende Bedeutung dieses Teilmarktes wird in dessen kräftiger Entwicklung deutlich. Gegenüber 2010 hat die Erwerbstätigkeit jährlich um 1,5 %, der Umsatz um 1,6 % und die Bruttowertschöpfung um 3,3 % zugenommen. Trotz der rückläufigen Entwicklung der Exporte im Marktsegment Abfallbehandlung und -verwertung konnte 2019 ein stabiles Exportergebnis von 3,9 Mrd. Euro erzielt werden (–0,5 % p. a. gegenüber 2010). Seit 2010 konnten zudem im Vergleich mehr sozialversicherungspflichtig Beschäftige eingestellt werde: Der Anteil der geringfügig Beschäftigten sank mittlerweile um fast zwei Prozentpunkte auf 9,2 % der Erwerbstätigen.

Gemessen an den Erwerbstätigen liegt der Schwerpunkt in den Marktsegmenten Materialeffiziente Produktionsprozesse und Technologien (44.000 Erwerbstätige bzw.

**Tabelle 4: Zentrale Kennzahlen des Teilmarktes Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft**

| | Nordrhein-Westfalen | | | Deutschland | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | Aktuellstes Berichtsjahr (siehe rechts) | 2010 – aktuellstes Jahr in % p. a. | 2010 | Aktuellstes Berichtsjahr (siehe rechts) | 2010 – aktuellstes Jahr in % p. a. | Aktuellstes Berichtsjahr |
| **Erwerbstätigkeit** | | | | | | | |
| Erwerbstätige | 104.000 | 119.000 | 1,5 % | 466.000 | 542.000 | 1,7 % | 2019 |
| Abfallbehandlung und -verwertung | 33.000 | 36.000 | 1,0 % | 124.000 | 136.000 | 1,0 % | 2019 |
| Abfallsammlung und -transport | 18.000 | 23.000 | 2,7 % | 78.000 | 94.000 | 2,2 % | 2019 |
| Materialeffiziente Produktionsprozesse und Technologien | 38.000 | 44.000 | 1,5 % | 192.000 | 230.000 | 2,0 % | 2019 |
| Nachwachsende Rohstoffe und umweltfreundliche Materialien | 4.000 | 5.000 | 2,0 % | 20.000 | 25.000 | 2,6 % | 2019 |
| Technik für die Abfallwirtschaft | 11.000 | 12.000 | 0,5 % | 52.000 | 57.000 | 0,9 % | 2019 |
| Anteil der Geringfügig Beschäftigten | 11,1 % | 9,2 % | –2,1 % | 11,0 % | 9,6 % | –1,5 % | 2019 |
| Erwerbstätigenanteil von NRW an D | 22,3 % | 21,9 % | –0,2 % | – | – | – | 2019 |
| **Ökonomische Leistung** | | | | | | | |
| Umsatz (Mio. €) | 21.885 | 24.373 | 1,6 % | 67.373 | 85.042 | 3,4 % | 2017 |
| Bruttowertschöpfung (Mio. €) | 8.671 | 11.257 | 3,3 % | 35.244 | 48.655 | 4,1 % | 2018 |
| **Internationaler Handel** | | | | | | | |
| Exportvolumen (Mio. €) | 4.083 | 3.919 | –0,5 % | 16.684 | 19.506 | 1,8 % | 2019 |
| Weltmarktanteil | 2,8 % | 2,4 % | –1,8 % | 11,3 % | 11,2 % | –0,2 % | 2018 |
| Warenbezogene Exportquote | 19,8 % | 18,0 % | –1,3 % | 28,7 % | 25,8 % | –2,1 % | 2017 |
| **Innovation und Digitalisierung** | | | | | | | |
| Anteil Patentanmeldungen an Umweltwirtschaft | 30,2 % | 26,5 % | –1,8 % | 25,0 % | 21,6 % | –2,1 % | 2017 |
| Digitalisierungsgrad | – | 1,04 | – | – | – | – | + |

+ abhängig von den Teilindikatoren (2017 – 2019)

Quellen: Prognos AG auf Basis von Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt, PATSTAT, Prognos Welthandelsmodell, Index Research, Arendi Zahlenwerk, Prognos Web Intelligence Tool, ORBIS, Erwerbstätigenzahlen mit Stichdatum 30.6. Weitere Erläuterung zu den Indikatoren finden sich im Indikatorenglossar im Anhang X.

37 % des Teilmarktes) sowie Abfallbehandlung und -verwertung (36.000 Erwerbstätige bzw. 30 % des Teilmarktes). 75 % der 24,4 Mrd. Euro Umsätze des Teilmarktes werden in den zwei Marktsegmenten Abfallbehandlung und -verwertung (41,6 %) sowie Abfallsammlung und -transporte (33,5 %) erwirtschaftet. Die Marktsegmente Technik für die Abfallwirtschaft, Nachwachsende Rohstoffe und Umweltfreundliche Materialien sind trotz ihrer absoluten Größe von zusammen fast 17.000 Erwerbstätigen die kleinsten der fünf Marktsegmente.

Der Teilmarkt durchlief seit 2010 eine positive Entwicklung bei der Anzahl der Erwerbstätigenanzahl von insgesamt +1,5 % p. a. Besonders die Marktsegmente Abfallsammlung und -verwertung sowie Nachwachsende Rohstoffe und Umweltfreundliche Materialien legten deutlich zu: Die Anzahl der Erwerbstätigen stieg um 2,7 % bzw. 2,0 % p. a.,

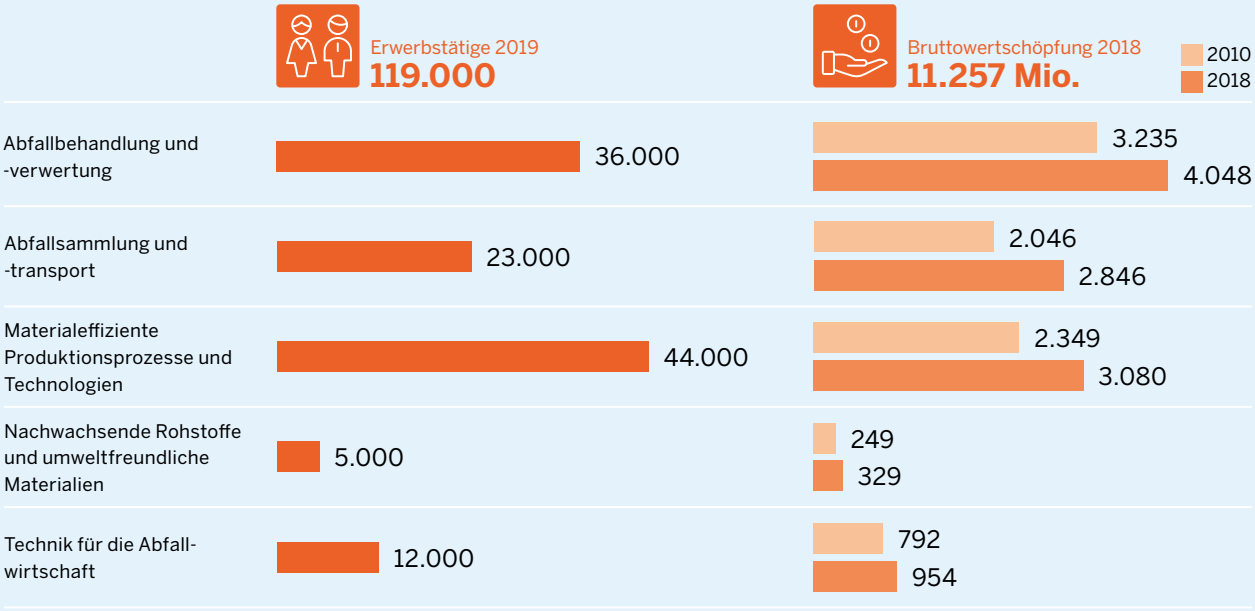



**Abbildung 36: Erwerbstätige 2019 und Bruttowertschöpfung in Mio. Euro 2010 und 2018 im Teilmarkt MMR in Nordrhein-Westfalen nach Marktsegmenten**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

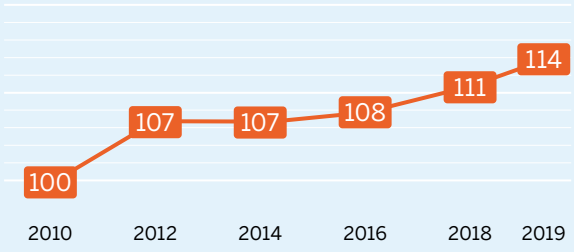



**Abbildung 37: Entwicklung der Erwerbstätigkeit im Teilmarkt MMR (Index 2010=100)**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

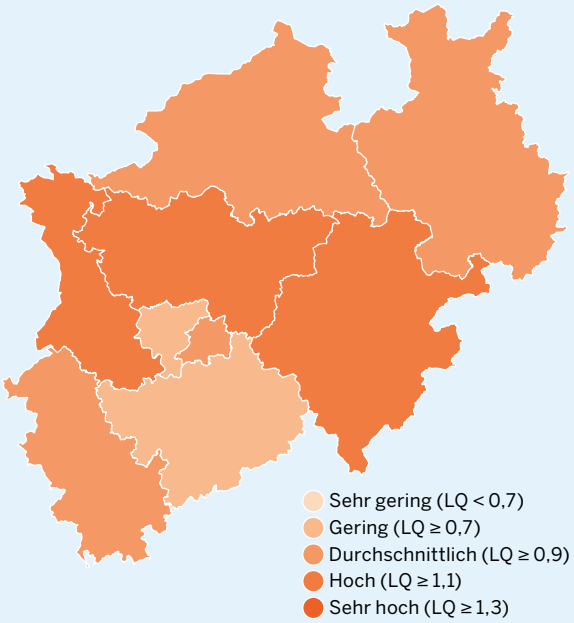



**Abbildung 38: Regionale Ausprägung (Lokalisationsquotient) des Teilmarktes MMR**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und IT.NRW

die Bruttowertschöpfung sogar um 4,2 % bzw. 3,5 % p. a. (ABBILDUNG 36 und ABBILDUNG 37).

Die regionale Ausprägung des Teilmarktes ist besonders homogen: In allen Regionen liegt der Wert maximal 0,2 Punkte über oder unter dem Landesschnitt (ABBILDUNG 38).

## DIGITALISIERUNG: INNOVATIONS- UND DISRUPTIONSPOTENZIALE

Die Digitalisierung bietet zahlreiche Möglichkeiten, den Einsatz von Rohstoffen, die Entsorgung und die Rückgewinnung von Materialien zu verbessern. Industrie-4.0-Anlagen können untereinander kommunizieren und so die Produktionsprozesse verbessern. Intelligente Entsorgungstechniken erhöhen Recyclingquoten und führen so Materialien in den Kreislauf zurück. Mit einer innovativen Kreislaufwirtschaft oder Circular Economy können Ressourcen geschont werden. Die Digitalisierung kann hier zur Verlängerung von Lebenszyklen, Steigerung der Material- und Rohstoffeffizienz, einem Rückgang des Verbrauchs und somit weitergehend zum Umweltschutz beitragen. Auch können Produkte durch ein an Nachhaltigkeitsmaßstäben orientiertes Produktdesign bereits vor der Herstellung so optimiert werden, dass ein möglichst geringer Ressourcenverbrauch anfällt und der Materialausschuss minimiert wird.

### DIGITALISIERUNGSGRAD DES TEILMARKTES[6]

Die quantitative Analyse zum Digitalisierungsgrad des Teilmarktes ergibt ein durchwachsenes Bild. Gründungen mit digitalem Schwerpunkt sind im Teilmarkt in Bezug auf die gesamte Umweltwirtschaft nur durchschnittlich vertreten, auch weisen die Stellenausschreibungen des Teilmarktes nur einen geringen Digitalbezug auf. Allerdings zeigt die öffentliche Auseinandersetzung nordrhein-westfälischer Unternehmen mit zahlreichen Technologien ein sehr hohes Bewusstsein für Digitalisierung im Teilmarkt. Die hier angewandte Big-Data-Analyse hat gezeigt, dass insbesondere Industrie 4.0 ein zentrales Thema der Unternehmen der Umweltwirtschaft ist. Dies gilt noch einmal verstärkt im Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*.

Die überdurchschnittlich hohen finanziellen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE) im Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* zeigen, dass hier eine hohe Bereitschaft besteht, in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zu investieren. Insbesondere Umweltwirtschaftsunternehmen aus Chemie, Elektronik und Grundlagenforschung verzeichnen hohe FuE-Investitionen. Besonders prägend für den Teilmarkt sind die Technologien Augmented und Virtual Reality sowie Internet of Things, Big Data und Cloud Computing.

### SMART FACTORY UND INDUSTRIE 4.0[7]

In einer **Smart Factory,** einer intelligenten Fabrik, kommunizieren die Geräte untereinander und ermöglichen so individuell und flexibel modellierbare Produktionsabläufe. Produktionsanlagen und Logistiksysteme sind so aufeinander abgestimmt, dass es in der Fabrik selbst keines menschlichen Zutuns bedarf (vgl. auch weiter unten „Herausforderungen der digitalen Transformation“). Diese vernetzte Kommunikation basiert insbesondere auf den Technologien IoT, Big Data und Cloud Computing. Die Smart Factory stellt den zentralen Baustein der Industrie 4.0 dar.

Der Begriff Industrie 4.0 steht neben der intelligent vernetzten und flexiblen industriellen Produktion im Sinne der Smart Factory auch für die intelligente Einbindung von Kunden und Geschäftspartnern in die Produktionsprozesse. Beispielsweise können Kunden Produkte nach ihren Wünschen mitgestalten. Weitergehend umfasst die Industrie 4.0 eine ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft und berücksichtigt deren Wirkungsweisen. Beispielsweise soll bereits beim Design der Produkte das Recycling mitgedacht werden. Die Industrie 4.0 befasst sich daher mit der gesamten Wertschöpfungskette.

### NEUE PRODUKTE UND GESCHÄFTSMODELLE

Die Digitalisierung kann auf alle Schritte eines Produktlebenszyklus einen relevanten Einfluss hinsichtlich der Effizienzsteigerung haben. Damit das Gesamtsystem optimiert werden kann und Rohstoffverluste verhindert werden, muss der Fokus bereits auf den Anfang der Produktkreisläufe gerichtet werden. **Augmented Reality** ermöglicht es, Produkte oder auch Prozesse virtuell erlebbar zu machen. Ein sogenannter digitaler Zwilling ist ein digitales Abbild einer bestehenden oder zukünftigen Realität. Auf Basis der Erkenntnisse in der virtuellen Welt kann so der Ressourceneinsatz verbessert werden. Beispielsweise kann im Bausektor mit Building Information Modeling (BIM) ein Gebäude zunächst virtuell geplant und gebaut

werden. Auf Basis dessen können Schwachstellen erkannt und Mängel behoben werden. Beim realen Bau werden so Fehlproduktionen verhindert und die Materialeffizienz gesteigert. Außerdem kann **Virtual Reality** dabei unterstützen, das virtuelle Bauprojekt zu begehen, um so den Ressourceneinsatz weiter zu optimieren. Weitere Einsparungen ermöglicht auch der 3D-Druck. Die additive Fertigung ermöglicht Material- und Kostenreduktionen sowie eine flexible und spontane Beschaffung beispielsweise von Ersatzteilen mit langen Lieferzeiten.

Ein weiteres zentrales Thema im Teilmarkt sind intelligente Anlagen, Prozesse und Produktionsstätten (s. Infokasten). Sowohl in der Herstellung als auch bei der Entsorgung und dem Recycling ermöglichen **IoT, Big Data** und **Cloud Technologien** Optimierungspotenziale für den Materialeinsatz und die -rückgewinnung. Das Potenzial dieser Technologien zeigt sich u. a. in der Kreislaufwirtschaft. Im Sinne der Circular Economy kann Digitalisierung die Recyclingquoten optimieren, beispielsweise indem bei der Herstellung von Geräten digitale Produktblätter, welche die eingesetzten Materialien aufführen, angelegt werden. Diese ermöglichen den Entsorgern, die Produkte effizient zu recyceln und somit den Anteil an Sekundärrohstoffen zu erhöhen.

Auch in der klassischen Abfallwirtschaft ermöglichen digitale Innovationen Effizienzsteigerungen. Technologien wie Wertstoffscanner in Abfallfahrzeugen können zur Verbesserung der Abholrouten beitragen und Sensoren in Abfalltonnen den Füllstand überwachen. Darüber hinaus ermöglichen neue innovative Produkte die direkte Erfassung von Fehlwürfen in den Abfalltonnen bei der Abholung. Dabei kann den Haushalten theoretisch ein direktes Feedback zu ihrem Abfalltrennverhalten gegeben werden. Darüber hinaus gibt es auch intelligente Ansätze für die Optimierung der Sortieranlagen. Bislang erfolgt die Qualitätssicherung in Entsorgungsbetrieben hinsichtlich der Abfallsortierung vorrangig durch Menschen. Es bestehen jedoch erste innovative Ansätze, die die Möglichkeiten von Künstlicher Intelligenz und selbstlernenden Sortieranlagen in diesem Bereich erproben.

## HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

Ressourceneffiziente Prozesse und die damit verbundenen Materialeinsparungen senken oftmals die Kosten und sind deshalb grundsätzlich im Interesse von Unternehmen. Dennoch sind viele optimierende Digitaltechnologien noch nicht der Standard unternehmerischer Prozesse. Neben den oftmals teuren und langfristig vorauszuplanenden Umbauprozessen, vor allem in der Erstanschaffung, sind auch Cybersecurity und Datenschutz für viele Betriebe oftmals eine Hürde. Die Nutzung digitaler Infrastruktur und der damit verbundene Datenaustausch bedingen den Schutz von Geschäftsgeheimnissen und Personendaten.

Außerdem benötigen viele neue Technologien und Geschäftsmodelle umfassende Datensätze. Diese werden von Unternehmen nicht immer zur Verfügung gestellt, weil damit sensible Geschäftsinformationen preisgegeben werden könnten. Unternehmen befürchten oftmals – nicht zu Unrecht – mögliche Wettbewerbsnachteile bei der Veröffentlichung interner Informationen wie beispielsweise der Materialzusammensetzung von Produkten.

Die bislang fehlende 5G-Infrastruktur und insbesondere der noch ausstehende Netzausbau in vielen ländlichen Gegenden hemmt die digitale Transformation zusätzlich und hindert Unternehmen daran, auf vernetzte Anlagen umzustellen. Eine weitere Herausforderung beim Einsatz digitaler Technologien zur Stärkung der Material- und Ressourceneffizienz besteht in dem Bedarf von Fachkräften, die über das benötigte technische Wissen verfügen. Das Aufgabenfeld der Beschäftigten ändert sich erheblich, wenn von einer konventionellen Fabrik auf eine Smart Factory umgestellt wird. Insbesondere für Geringqualifizierte bestehen hier große Risiken, die nach Möglichkeit mit Weiterbildungsprogrammen aufgefangen werden müssen.

Der Einsatz von Digitalisierung geht oftmals mit einem Anstieg des Stromverbrauchs einher. Bezogen auf Smart Factories bedeutet dies, es entstehen hohe Rechen- und Kühlleistungen. Im Sinne der Ressourceneffizienz können Unternehmen diesen Verbrauch mit einer grünen Infrastruktur, beispielsweise eigenen PV-Anlagen, abdecken und so den positiven Effekt der Digitalisierung beibehalten.

# 2.5 UMWELTFREUNDLICHE MOBILITÄT

**109.000**

Erwerbstätige, fast ein Viertel der Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft

**76 %**

davon im Marktsegment Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen

**3,1 %**

mehr Arbeitsplätze jährlich – damit der dynamischste Teilmarkt

**5,3 %**

jährliches Wachstum der Bruttowertschöpfung auf 6,3 Mrd. Euro

jährliches Umsatzwachstum von 2,1 % auf fast

**8 Mrd. €**

**¼ der Stellengesuche**

beinhalten Digitalkompetenzen

**Überdurchschnittliche Auseinandersetzung**

der Unternehmen mit Digitalisierung

Konzentriert in der

**Metropole Ruhr, dem Bergischen Städtedreieck und der Region Köln/Bonn**

## TEILMARKT: *UMWELTFREUNDLICHE MOBILITÄT*

In der immer weiter globalisierten, vernetzten Welt spielt der Mobilitätssektor eine Schlüsselrolle. Sowohl der Individualverkehr als auch der Güterverkehr steigen kontinuierlich. Dies geht mit erheblichen Treibhausgasen, Schadstoffausstößen, Lärm und Flächenverbrauch einher. Im Zuge der Klimaschutzbestrebungen finden zunehmend umweltfreundliche Mobilitätsangebote Einzug in die Gesellschaft. Hierbei soll Mobilität für alle Bevölkerungsgruppen erhalten und die negativen Effekte des Verkehrs reduziert werden.

Umweltfreundliche Mobilitätsprodukte ermöglichen eine emissionsreduzierte und ressourcenschonende Beförderung von Gütern und Personen und tragen maßgeblich zu einer nachhaltigen Transformation des Transportwesens bei. Aus diesem Grund sind sie eindeutig der Umweltwirtschaft zuzuordnen. Dieser Teilmarkt umfasst sowohl innovative Technologielinien im Mobilitäts- und Transportbereich, etwa Elektromobilität oder Biokraftstoffe, als auch etablierte Mobilitätsalternativen. Daneben umfasst der Teilmarkt auch Dienstleistungen und Konzepte wie ÖPNV und Carsharing. Produkte und Dienstleistungen zur Minderung von Lärmemissionen, die direkt in das Mobilitätssystem integriert sind, leisten ebenfalls einen Beitrag zu einer umweltfreundlichen Mobilität und werden daher ebenfalls dem Teilmarkt zugeordnet.

Das Marktsegment **Umweltfreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien** umfasst die wesentlichen technologischen Enabler-Produkte dieses Teilmarktes wie Elektro- und Wasserstoffmobilität, aber auch alternative und neue Fortbewegungsmittel.

Zum Marktsegment **Intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur** zählen Produkte und Aktivitäten zur Optimierung der Verkehrssteuerung und Infrastrukturen für umweltfreundliche Mobilität.

Das Marktsegment **Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen** umfasst alle Dienstleistungen des Personen- und Güterverkehrs, die ressourcen- bzw. klima- und umweltschonende Alternativen zum motorisierten Individualverkehr bzw. Straßengüterverkehr darstellen und eine Transformationswirkung auf den Mobilitätssektor entfalten. Neben dem ÖPNV gehören hierzu vor allem die verschiedenen Sharing-Systeme, aber auch alternative und/oder neuartige Logistik- und Transportlösungen.

## WIRTSCHAFTLICHER ÜBERBLICK UND ENTWICKLUNG

Die *Umweltfreundliche Mobilität* ist der zweitgrößte Teilmarkt: Mit 109.000 Erwerbstätigen stellt der Teilmarkt fast ein Viertel (23 %) der Erwerbstätigen der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft. Gemessen an seiner

Die Wuppertaler Stadtwerke betreiben seit Juni 2020 zehn emissionsfreie Brennstoffzellen-Busse.

ökonomischen Leistung liegt der Teilmarkt jedoch nur an dritter bzw. vierter Stelle: Mit 6,3 Mrd. Euro stellt die *Umweltfreundliche Mobilität* 18 % der Bruttowertschöpfung und mit 8 Mrd. Euro nur 11 % des Umsatzes der Umweltwirtschaft.

Dennoch verzeichnet der Teilmarkt eine durchgehend positive Entwicklung über nahezu alle Kennwerte. Die Erwerbstätigenzahl des nordrhein-westfälischen Teilmarktes hat sich mit 3,1 % Wachstum ähnlich zu Deutschland entwickelt. Auch die Bruttowertschöpfung kann im Mittel, obwohl das Exportvolumen im Jahr 2019 auf das Niveau von 2010 zurückgegangen ist, ein überdurchschnittliches Wachstum von 5,3 % p. a. vorweisen (Deutschland +4,1 % p. a.).

Das Größte der drei Marktsegmente ist Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen. Es macht 76 % der Erwerbstätigen, 71 % der Bruttowertschöpfung und 58 % des Umsatzes im Teilmarkt aus.

Während das Marktsegment Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen ausschließlich Dienstleistungen umfasst und den Großteil der Erwerbstätigen (82.000 bzw. 76 %) sowie der Bruttowertschöpfung (4,5 Mrd. Euro; 71 %) stellt, bestimmt das Marktsegment Umweltfreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien die nordrhein-westfälische Ausfuhr mit 91 % der Exporte. Die Umsätze (27 %) und Bruttowertschöpfung (14 %) des Marktsegmentes Umweltfreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien fallen, verglichen mit der Bedeutung des Exportes, gering aus.

Die allgemein positive Entwicklung der Erwerbstätigkeit lässt sich vorrangig auf das Marktsegment Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen (+16.000) zurückführen. Die gestiegene Anzahl an Erwerbstätigen hängt u. a. mit der steigenden Bedeutung des Öffentlichen Personenverkehrs und der wachsenden Nachfrage nach Sharing-Systemen zusammen. Parallel zum positiven Wachstum hat sich der Anteil der geringfügig Beschäftig-

**Tabelle 5: Zentrale Kennzahlen des Teilmarktes Umweltfreundliche Mobilität**

| | Nordrhein-Westfalen | | | Deutschland | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **Aktuellstes Berichtsjahr** |
| **Erwerbstätigkeit** | | | | | | | |
| Erwerbstätige | 82.000 | 109.000 | 3,1 % | 411.000 | 537.000 | 3,0 % | 2019 |
| Intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur | 8.000 | 16.000 | 8,2 % | 62.000 | 103.000 | 5,8 % | 2019 |
| Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen | 66.000 | 82.000 | 2,4 % | 295.000 | 367.000 | 2,5 % | 2019 |
| *Umweltfreundliche Mobilitäts*- und Antriebstechnologien | 8.000 | 10.000 | 2,8 % | 53.000 | 66.000 | 2,5 % | 2019 |
| Anteil der Geringfügig Beschäftigten | 17,4 % | 18,2 % | 0,5 % | 14,0 % | 14,0 % | 0,1 % | 2019 |
| Erwerbstätigenanteil von NRW an D | 20,1 % | 20,3 % | 0,1 % | – | – | – | 2019 |
| **Ökonomische Leistung** | | | | | | | |
| Umsatz (Mio. €) | 6.895 | 7.992 | 2,1 % | 49.015 | 64.343 | 4,0 % | 2017 |
| Bruttowertschöpfung (Mio. €) | 4.142 | 6.276 | 5,3 % | 22.785 | 31.513 | 4,1 % | 2018 |
| **Internationaler Handel** | | | | | | | |
| Exportvolumen (Mio. €) | 1.592 | 1.550 | –0,3 % | 10.658 | 15.757 | 4,4 % | 2019 |
| Weltmarktanteil | 1,1 % | 1,6 % | 5,1 % | 7,3 % | 11,7 % | 6,1 % | 2018 |
| Warenbezogene Exportquote | 65,4 % | 97,2 % | 5,8 % | 56,1 % | 75,8 % | 4,4 % | 2017 |
| **Innovation und Digitalisierung** | | | | | | | |
| Anteil Patentanmeldungen an Umweltwirtschaft | 16,3 % | 21,4 % | 3,9 % | 18,9 % | 26,3 % | 4,8 % | 2017 |
| Digitalisierungsgrad | – | 1,61 | – | – | – | – | + |

+ abhängig von den Teilindikatoren (2017 – 2019)

Quellen: Prognos AG auf Basis von Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt, PATSTAT, Prognos Welthandelsmodell, Index Research, Arendi Zahlenwerk, Prognos Web Intelligence Tool, ORBIS, Erwerbstätigenzahlen mit Stichdatum 30.6. Weitere Erläuterung zu den Indikatoren finden sich im Indikatorenglossar im Anhang.

ten an den Erwerbstätigen auf 18,2 % erhöht (+0,8 %-Punkte) und liegt damit deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Diese Entwicklung ist auf einen starken Anstieg geringfügig Beschäftigter im Marktsegment Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen zurückzuführen, beispielsweise im Öffentlichen Personenverkehr bzw. im Omnibus-Linienfernverkehr, der in den letzten Jahren einen Boom erfahren hat.

Am deutlichsten entwickelte sich bei den Erwerbstätigenzahlen das Marktsegment Intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur (+8,2 % p. a.), insbesondere im Bereich der Umweltfreundlichen Verkehrsinfrastruktur.[8] Darüber hinaus hat sich dessen Bruttowertschöpfung zwischen 2010 und 2018 mehr als verdoppelt (ABBILDUNG 39).

Die Region Köln als wichtiger Standort der Automobilindustrie sowie die Metropole Ruhr und das Bergische Städtedreieck, beides dicht besiedelte Gebiete mit starken Forschungskompetenzen im Smart-Mobility-Bereich, weisen im Teilmarkt die höchsten regionalen Ausprägungen auf. In den ländlicheren Regionen fällt diese geringer aus (ABBILDUNG 41).

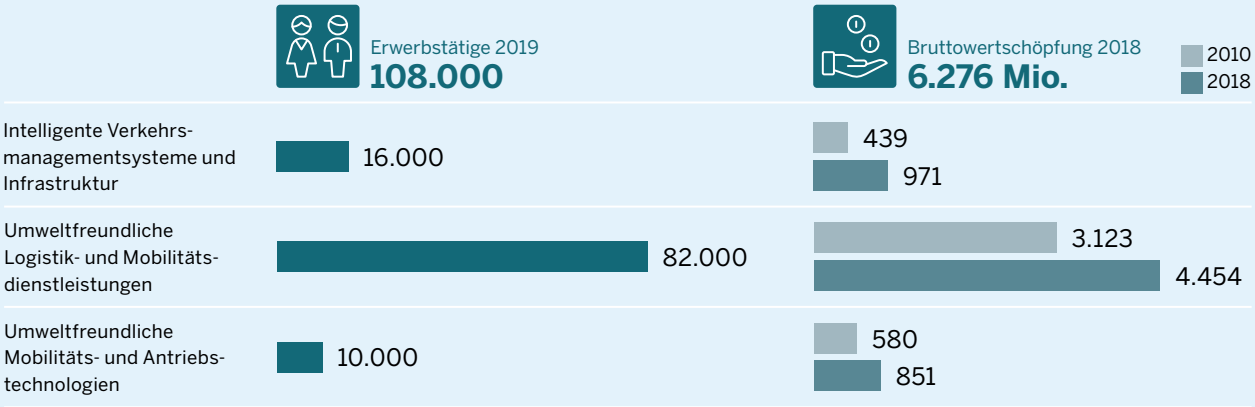



**Abbildung 39: Erwerbstätige 2019 und Bruttowertschöpfung in Mio. Euro 2010 und 2018 im Teilmarkt UMO in Nordrhein-Westfalen nach Marktsegmenten**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

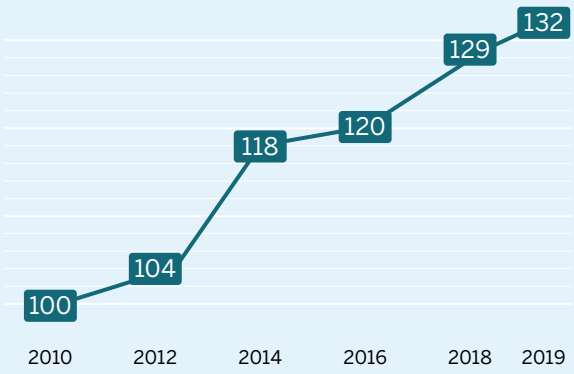



**Abbildung 40: Entwicklung der Erwerbstätigkeit im Teilmarkt UMO (Index 2010=100)**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

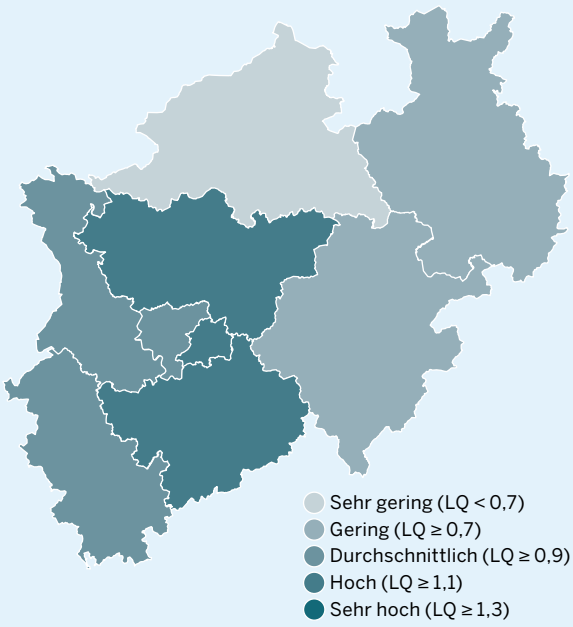



**Abbildung 41: Regionale Ausprägung (Lokalisationsquotient) des Teilmarktes UMO**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und IT.NRW.

## DIGITALISIERUNG: INNOVATIONS- UND DISRUPTIONSPOTENZIALE

Der Mobilitätssektor als ein zentraler Emittent von Treibhausgasen und Luftschadstoffen befindet sich im Umbruch: Die Mobilität soll klima- und umweltverträglicher werden. Hierbei liefert die Digitalisierung Lösungen, die prinzipiell in der Lage sind, die Emissionen des Verkehrs durch eine höhere Effizienz und Kombinierbarkeit von Verkehrsmitteln zu senken. So kann beispielsweise ein Carsharing von Lieferfahrzeugen oder der Einsatz von Lastenrädern eine große Chance für den Umweltschutz sein, sofern diese Angebote auch tatsächlich adäquat genutzt werden, sich also das Verhalten der Nutzerinnen und Nutzer einem ressourcenschonenderen Verkehr entsprechend anpasst.

### DIGITALISIERUNGSGRAD DES TEILMARKTES[9]

Die *Umweltfreundliche Mobilität* ist mit einem Digitalisierungsgrad von 1,61 einer der am stärksten digitalisierten Teilmärkte. Das lässt sich u. a. in den Stellenausschreibungen aufzeigen: Rund ein Viertel der ausgeschriebenen Stellen im Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* setzt bei den Bewerberinnen und Bewerbern Digitalisierungskompetenzen voraus. Dies ist mehr als überdurchschnittlich, in der Gesamtwirtschaft weisen nur knapp 10 % der Stellenmarktausschreibungen einen digitalen Bezug auf. Die Arbeitsplätze selbst verteilen sich recht gleichmäßig über das gesamte Bundesland. Besonders viele Stellenausschreibungen sind den Bereichen Elektromobilität, Verkehrsmanagement, öffentlicher Verkehr und Logistik zuzurechnen.

Auch in der Außendarstellung der nordrhein-westfälischen Unternehmen spielt Digitalisierung eine wichtige Rolle: Umweltwirtschaftsunternehmen und insbesondere Unternehmen im Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* weisen auf ihren Webseiten im Durchschnitt häufiger auf digitale Technologien hin als die Unternehmen der Gesamtwirtschaft. Für viele Unternehmen ermöglicht die Digitalisierung Produktinnovationen und neue Geschäftsmodelle. Das findet auch auf den Websites der Unternehmen einen entsprechenden Niederschlag.

Im Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* spielen die Technologiebereiche **Internet of Things, Big Data, Cloud Computing und Künstliche Intelligenz** eine entscheidende Rolle.

### NEUE PRODUKTE UND GESCHÄFTSMODELLE

Vernetzte Systeme, intelligente Fahrzeuge und intelligente Infrastrukturen gestalten die Verkehrswende. Durch das **Internet of Things** ergeben sich im Mobilitätssektor zahlreiche Anwendungsfelder, neue Produkte und Geschäftsmodelle. Dies zeigt sich u. a. in sog. Connected Cars, also Fahrzeugen, die mithilfe eines Internetzugangs einen Zugriff auf externe Geräte und Dienste wie Mobiltelefone, Laptops, das Büro oder auch Notrufzentralen haben. Mit dem Auto auf Spotify zugreifen oder den nächsten Inspektionstermin in der Werkstatt ausmachen zu können, ist bereits für Fahrer neuerer Autos Realität. Ziel dieser Connectivity-Dienste ist es, den Fahrkomfort und die Sicherheit zu erhöhen. Eine entscheidende Rolle spielen die Verfügbarkeit und der Austausch verkehrsrelevanter Daten. Der zunehmende Bedarf an Daten zeigt stetig neue Geschäftsfelder auf.

Besonders in Ballungsgebieten gibt es zunehmend digitale Lösungen für einen leistungsfähigen und nachhaltigen Straßen- und Lieferverkehr, welche den weiterwachsenden Mobilitätsbedarf decken sollen. Sharingplattformen, Apps und intelligentes Verkehrsmanagement gliedern sich in den ganzheitlichen Ansatz von Smart Mobility ein.

Eine sehr kontrovers diskutierte Innovation mit großem Disruptionspotenzial ist das **autonome Fahren**. Das Fahren mit einem fahrerlosen Transportmittel kann die Art und

### SMART MOBILITY

Smart Mobility bezeichnet die Optimierung vorhandener Verkehrsangebote und insbesondere die Vernetzung der Verkehrssysteme mittels des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnologien. Bei den intelligenten Mobilitätslösungen spielen Energieeffizienz, Emissionsreduktion, Sicherheit und Komfort eine zentrale Rolle.

Smart Mobility bildet wie beispielsweise Smart Home einen Teilbereich unter dem Sammelbegriff Smart Cities ab, welcher ganzheitlich darauf abzielt, durch Digitalisierung Städte effizienter und grüner zu gestalten. Sowohl mit der Entwicklung zu einer Smart City als auch gezielt mit dem Teilbereich der Smart Mobility beschäftigen sich in Nordrhein-Westfalen die fünf digitalen Modellregionen Aachen, Gelsenkirchen, Lemgo, Soest und Wuppertal. Beispielsweise arbeitet die Stadt Lemgo daran, mit digitalen Plattformen bedarfsgerechte Lösungen anzubieten, um die Auslastung des ÖPNV zu verbessern.

Das Aldenhoven Testing Center der RWTH Aachen ermöglicht die Vernetzung (autonomer) Fahrzeuge im Verkehr (V2X) über mehrere Technologien, darunter 5G und das sich im Aufbau befindende Galileo-System.

Weise der Fortbewegung und des Transports grundlegend verändern. Auf Teststrecken werden Millionen von Daten gesammelt, welche für das Maschinelle Lernen des Fahrzeugs benötigt werden. Die Steuerungssysteme der Fahrzeuge lernen dabei komplexe Verkehrssituationen zu bewerten und Risiken zu begegnen. Hierbei kommen neben dem Internet of Things auch **Big Data** und **Cloud-Computing-Technologien** zum Einsatz. Positive Effekte auf die Umwelt kann diese energieintensive Technologie allerdings nur haben, wenn hierdurch nicht vermehrt Privatnutzer auf autonome Fahrzeuge zurückgreifen, sondern diese Technologie im öffentlichen Raum in Verbindung mit E-Mobilität zum Einsatz kommt. Bereits jetzt gibt es in Nordrhein-Westfalen zahlreiche Projekte rund um das autonome Fahren, von Teststrecken in Düsseldorf und Wuppertal bis hin zu selbstfahrenden Shuttles am Flughafen Weeze und autonomen Bussen in Monheim. Ziel ist es, Nordrhein-Westfalen als Modellregion Mobilität 4.0 zum führenden Standort für automatisiertes und vernetztes Fahren zu machen.

## HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

Für den Mobilitätssektor – der aktuell einen bedeutenden Teil zum Klimawandel beiträgt – liegt die zentrale Herausforderung darin, die digitale Transformation umwelt- und klimafreundlich zu gestalten. Die neuen Technologien im Mobilitätssektor verbrauchen erhebliche Mengen an Ressourcen und Energie, eine Entwicklung, die kritisch zu hinterfragen ist. Elektrofahrzeuge senken zwar den $CO_2$-Ausstoß, verbrauchen aber neben dem getankten Strom auch wichtige Ressourcen beispielsweise durch die Ladeinfrastruktur und die benötigten Lithium-Ionen-Batterien. Als Folge dessen muss den $CO_2$-Einsparungen im Kontext des Umweltschutzes der dafür nötige Energie- und Ressourcenverbrauch gegenübergestellt werden.

Trotz intensiver Forschung und einer stetigen Weiterentwicklung hat autonomes Fahren noch keine flächendeckende Marktreife. Autonome Fahrzeuge weisen immer wieder Kinderkrankheiten auf, welche ein potenzielles Sicherheitsrisiko darstellen können. Teilsysteme autonomer Fahrzeuge wie beispielsweise Notfallbremsassistenten werden bereits häufig in kommerziellen Fahrzeugen verbaut und somit genutzt. Jedoch liegt der Vorteil dieser Technologien vorrangig in der Verkehrssicherheit und weniger im Umweltschutz. Daher ist es grundsätzlich umstritten, inwiefern autonomes Fahren zum Umwelt- und Klimaschutz beiträgt. Trotz Effizienzpotenzialen, beispielsweise durch eine gemeinschaftliche Nutzung autonomer Fahrzeuge, könnte es insgesamt zu Rebound-Effekten kommen: Durch den gestiegenen Fahrkomfort werden die Fahrzeuge verstärkt genutzt und die Umweltbelastung steigt. Nicht zuletzt geht im Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* ein hohes Rationalisierungspotenzial von der Digitalisierung aus: Fahrerlose Schienen- und Straßenfahrzeuge des ÖPNV sind zwar noch Zukunftsmusik, ihre Einführung würde aber zu einem deutlichen Stellenabbau führen.

Weitere Herausforderungen für umweltfreundliche, digitale Mobilitätslösungen bestehen in der Nicht-Verfügbarkeit von Daten. Open-Data-Plattformen ermöglichen zwar eine schnellere digitale Transformation, jedoch werden die benötigten Daten zur Umsetzung guter Ideen von Verkehrsunternehmen, Behörden, Städten, Kommunen oder auch Kreisen oftmals nicht zur Verfügung gestellt.

# 2.6 WASSERWIRTSCHAFT

**61.000**
Erwerbstätige – 13 % der Umweltwirtschaft

**5,6 Mrd. €**
Umsatz

**4,9 Mrd. €**
Bruttowertschöpfung. Seit 2010 3 % jährliches Wachstum

Überdurchschnittliche regionale Ausprägung in der
**Metropole Ruhr**

**1,6 Mrd. €**
Exportvolumen

Jährliche Zunahme der Exporte um
**3,7 %**

Nordrhein-Westfalen ist Vorreiter bei der Herstellung von
**Pumpen und Messtechnik**

**Überdurchschnittliche Auseinandersetzung**
der Unternehmen mit Digitalisierung

## TEILMARKT: *WASSERWIRTSCHAFT*

Sauberes Wasser ist unentbehrlich, um funktionierende ökologische und biologische Systeme und damit letztlich eine intakte Umwelt zu erhalten. Um langfristig eine sichere Versorgung mit Trinkwasser zu gewährleisten, hat die *Wasserwirtschaft* in Deutschland zur Aufgabe, die Nutzung der Wasservorkommen nachhaltig zu gestalten. Dies bedeutet, die Wasserkreisläufe aufrechtzuerhalten, Wasser als Ressource für die heutige wie für nachfolgende Generationen zu sichern und auch langfristig als Lebensraum zu schützen. Der Wasserverbrauch bzw. -gebrauch muss kontrolliert und optimiert werden. Hinzu kommt: Vor dem Hintergrund des Klimawandels wird das Management der Wasserinfrastrukturen sowie der allgemeinen Wasserversorgung in den nächsten Jahren vor neuen, besonders hohen Herausforderungen stehen: Die Strukturen der Ver- und Entsorgung müssen sowohl hinsichtlich längerer Trockenperioden als auch stärkerer und häufigerer Starkniederschlagsereignisse angepasst werden. Auch die Behandlung „gebrauchten" oder verschmutzten Wassers muss laufend kontrolliert und verbessert werden. Dabei sind Trink- und Brauchwasserversorgung sowie die Abwasserbehandlung ganzheitlich als Kreislauf zu betrachten. Die *Wasserwirtschaft* wird daher als Ganzes der Umweltwirtschaft zugerechnet. Sie ist in die nachfolgend beschriebenen Marktsegmente unterteilt.

Das Marktsegment **Wasser- und Abwasserinfrastruktur** umfasst die grundsätzlichen Produkte und Dienstleistungen der Wasserverteilung und Kanalisation sowie ihre Herstellung und Installation, d.h. alle für den Transport von Wasser bzw. Abwasser nötigen Technologien und verantwortlichen Infrastrukturen. Des Weiteren werden Produkte zur Steigerung der Wassereffizienz, die sich durch einen sparsamen Verbrauch auszeichnen, diesem Marktsegment zugerechnet.

Das Marktsegment **Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserbehandlung** umfasst die verschiedenen Dienstleistungen zur Wasserversorgung und Abwasserentsorgung und die dafür notwendigen Produkte und Materialien.

Das Marktsegment **Monitoring und Analyseverfahren, Wasser- und Abwassermanagement** umfasst Produkte und Dienstleistungen zur Überwachung von Wasserqualitäten und Netzkapazitäten und hierbei sowohl elektrische als auch nicht-elektrische Mess- und Kontrollinstrumente.

## WIRTSCHAFTLICHER ÜBERBLICK UND ENTWICKLUNG

Die *Wasserwirtschaft* umfasst rund 61.000 Erwerbstätige und erwirtschaftet mit 4,9 Mrd. Euro etwa 13 % der Bruttowertschöpfung der gesamten Umweltwirtschaft. Ihr beschäftigungsstärkstes Marktsegment ist die Wasser- und

Pumpwerk Oberhausen Februar 2020: Einheben der Pumpen, die in Zukunft 16.000 Liter Abwasser pro Minute fördern.

Abwasserinfrastruktur mit knapp 38.000 Erwerbstätigen, bei der Bruttowertschöpfung führt mit 50 % das Marktsegment Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserbehandlung den Teilmarkt an.

Das Wachstum der Erwerbstätigenzahl ist mit 0,6 % p. a. durchaus positiv, obwohl es im Vergleich zu Deutschland und der gesamten Umweltwirtschaft langsamer wächst. Die Bruttowertschöpfung konnte mit 3 % p. a. Wachstum seit 2010 auf 4,9 Mrd. Euro im Jahr 2018 gesteigert werden und liegt somit nur leicht hinter dem Bundeswert von 4,2 % p. a. Die Zuwächse verteilen sich über die Marktsegmente unterschiedlich. Während Wasser- und Abwasserinfrastruktur an Umsätzen zunehmen konnte (+3,1 % p. a.), brach der Umsatz für die Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserbehandlung 2017 gegenüber 2010 deutlich ein (–4,8 % p. a.). Stark zugenommen haben die Exporte, die 2019 ein Exportvolumen von 1,6 Mrd. Euro (+3,7 % p. a.) erreichten. Der Export stieg besonders stark in den Technologiebereichen Wasser- und Abwassernetz (etwa Rohre, Schläuche, Form- und Verbundstücke) und Abwasserbehandlung (Apparate zum Filtrieren oder Reinigen)[10]. Bei konstant gebliebenen Umsätzen und Warenumsätzen konnte die warenbezogene Exportquote von 65,6 % auf 68,7 % gesteigert werden.

Neben der großen Bedeutung für die Erwerbstätigkeit (62 % der Erwerbstätigen und 38.000 Erwerbstätige) stellt das Marktsegment Wasser- und Abwasserinfrastruktur 71 % der Exporte und trieb mit seiner positiven Entwicklung den Teilmarkt: In dem Marktsegment konnten die Erwerbstätigenzahl (+0,8 % p. a.) und ebenso die Bruttowertschöpfung (+4 % p. a.) und der Umsatz (3,1 % p. a.) am deutlichsten wachsen. Das nächste große Marktsegment Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserbehandlung folgt mit 21.000 (35 %) Erwerbstätigen und 50 % der Bruttowertschöpfung (2,4 Mrd. Euro), aber nur 33 % des Umsatzes und 29 % des Exportes im Teilmarkt. Die größere Bedeutung des Marktsegmentes Wasser- und Abwasserinfrastruktur im Export gegenüber der Erwerbstätigkeit geht teilweise auf die strukturelle Zusammensetzung der Marktsegmente zurück. Beispielsweise sind

**Tabelle 6: Zentrale Kennzahlen des Teilmarktes Wasserwirtschaft**

| | Nordrhein-Westfalen | | | Deutschland | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **Aktuellstes Berichtsjahr** |
| **Erwerbstätigkeit** | | | | | | | |
| Erwerbstätige | 57.000 | 61.000 | 0,6 % | 268.000 | 304.000 | 1,4 % | 2019 |
| Monitoring und Analyseverfahren, Wasser- und Abwassermanagement | 2.000 | 2.000 | 1,1 % | 8.000 | 10.000 | 2,3 % | 2019 |
| Wasser- und Abwasserinfrastruktur | 35.000 | 38.000 | 0,8 % | 162.000 | 187.000 | 1,6 % | 2019 |
| Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserbehandlung | 21.000 | 21.000 | 0,4 % | 99.000 | 107.000 | 0,9 % | 2019 |
| Anteil der Geringfügig Beschäftigten | 9,4 % | 9,2 % | –0,2 % | 9,2 % | 8,9 % | –0,3 % | 2019 |
| Erwerbstätigenanteil von NRW an D | 21,7 % | 20,8 % | –0,7 % | – | – | – | 2019 |
| **Ökonomische Leistung** | | | | | | | |
| Umsatz (Mio. €) | 5.662 | 5.600 | –0,2 % | 29.253 | 34.598 | 2,4 % | 2017 |
| Bruttowertschöpfung (Mio. €) | 3.843 | 4.868 | 3,0 % | 16.759 | 23.222 | 4,2 % | 2018 |
| **Internationaler Handel** | | | | | | | |
| Exportvolumen (Mio. €) | 1.119 | 1.551 | 3,7 % | 5.150 | 7.945 | 4,9 % | 2019 |
| Weltmarktanteil | 3,8 % | 3,3 % | –1,6 % | 17,5 % | 16,9 % | –0,4 % | 2018 |
| Warenbezogene Exportquote | 65,6 % | 68,7 % | 0,7 % | 74,2 % | 82,3 % | 1,5 % | 2017 |
| **Innovation und Digitalisierung** | | | | | | | |
| Anteil Patentanmeldungen an Umweltwirtschaft | 18,2 % | 15,7 % | –2,1 % | 17,0 % | 15,4 % | –1,4 % | 2017 |
| Digitalisierungsgrad | – | 1,04 | – | – | – | – | + |

+ abhängig von den Teilindikatoren (2017 – 2019)

Quellen: Prognos AG auf Basis von Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt, PATSTAT, Prognos Welthandelsmodell, Index Research, Arendi Zahlenwerk, Prognos Web Intelligence Tool, ORBIS, Erwerbstätigenzahlen mit Stichdatum 30.6. Weitere Erläuterung zu den Indikatoren finden sich im Indikatorenglossar im Anhang.

95 % der Erwerbstätigen im Marktsegment Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserbehandlung im Dienstleistungsbereich tätig, deren Aktivitäten im Export nicht berücksichtigt werden. Das kleinste Marktsegment ist Monitoring und Analyseverfahren, Wasser- und Abwassermanagement. Gemessen an der Erwerbstätigenanzahl wuchs es aber mit 1,1 % p. a. am schnellsten und erreichte 2019 die Marke von 2.000 Erwerbstätigen.

Die regionale Ausprägung des Teilmarktes ist in der Metropole Ruhr, die traditionell im Bereich des Wasserbaus Stärken aufweist, am höchsten (ABBILDUNG 44). Die Region Niederrhein weist dagegen im Vergleich den drittniedrigsten Wert auf. Und auch im weiteren Rheineinzugsgebiet liegt die Ausprägung eher im Bereich des landesweiten Durchschnitts.

## DIGITALISIERUNG: INNOVATIONS- UND DISRUPTIONSPOTENZIALE

„Wasser und Abwasserwirtschaft 4.0“ ist längst zu einem Leitbegriff der Branche geworden. Der Wasserkreislauf

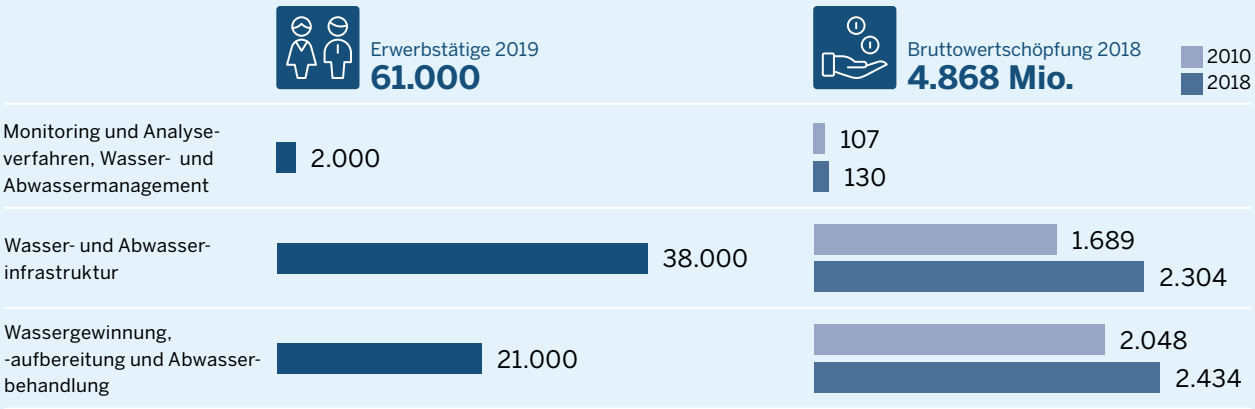



**Abbildung 42: Erwerbstätige 2019 und Bruttowertschöpfung in Mio. Euro 2010 und 2018 im Teilmarkt WAS in Nordrhein-Westfalen nach Marktsegmenten**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

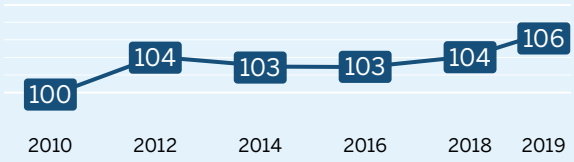



**Abbildung 43: Entwicklung der Erwerbstätigkeit im Teilmarkt WAS (Index 2010=100)**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

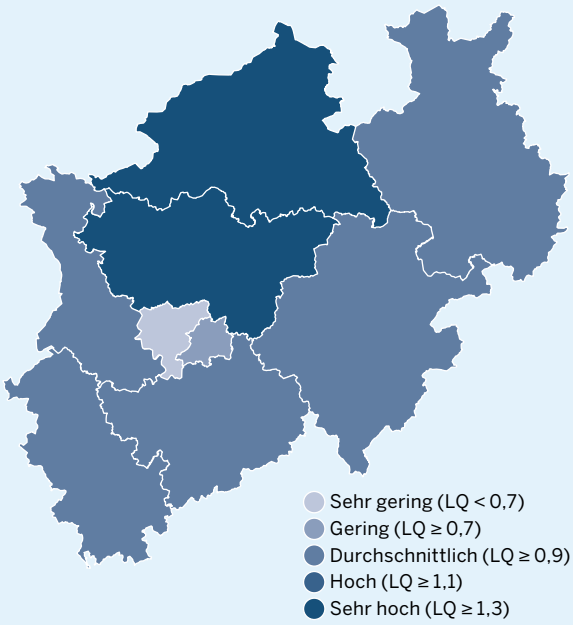



**Abbildung 44: Regionale Ausprägung (Lokalisationsquotient) des Teilmarktes WAS**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und IT.NRW.

und die Bewirtschaftung der Wasserressourcen liefern an den Messstellen große Datenmengen: Mengen- und Durchlaufdaten, Verbrauchs- und Kostendaten wie auch Daten zur Wassergüte und evtl. Belastungen. Diese Daten sind das Rohmaterial für digitale Innovationen, die dazu beitragen können, dass einerseits die natürlichen Wasserressourcen einen guten ökologischen Zustand erreichen und andererseits die siedlungswasserwirtschaftlichen Infrastrukturen in der Fläche kosten- und ressourceneffizienter, flexibler und smarter werden. Zugleich kann so die gewohnt hohe Versorgungssicherheit gewährleistet werden.

Digitale Technologien machen den Betrieb und den Unterhalt der Versorgungs- und Entsorgungsnetze mit ihren umfänglichen und technisch anspruchsvollen Anlagen kostengünstiger und leisten dabei einen Beitrag zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen, z. B. bei der Inspektion von Abwasserkanälen. Was in den Netzen geschieht kann besser gemessen, simuliert und gesteuert werden. Wetterprognosen, Niederschlags- und Flussgebietsdaten können präzise verschnitten werden, um Hochwasserverläufe oder auch das Trockenfallen vorherzusagen.

## DIGITALISIERUNGSGRAD DES TEILMARKTES[11]

Insgesamt ist der Teilmarkt leicht überdurchschnittlich digitalisiert. Die hohe Relevanz von Digitalisierung und digitalen Innovationen im Teilmarkt zeigt sich u. a. bei der Analyse der öffentlichen Auseinandersetzung mit Digitalisierung auf den Webseiten der *Wasserwirtschaft*sunternehmen. Hier ergibt die Auswertung des Teilmarkts einen Wert von 2,19 – mehr als das Doppelte des Durchschnittswerts. Auch weisen verglichen mit der Gesamtwirtschaft überdurchschnittlich viele Stellenausschreibungen des Teilmarktes einen Digitalbezug auf. Vorrangig suchen Unternehmen im Raum Niederrhein und im Münsterland nach Digitalkompetenz bei neuen Mitarbeitenden. Allerdings verzeichnet der Teilmarkt wenige Neugründungen mit digitalem Schwerpunkt sowie geringe Forschungs- und Entwicklungs-Investitionen in Digitalisierung.

Im Rahmen der qualitativen Digitalisierungsanalyse zeigt sich, dass den Digitaltechnologien **Internet of Things, Big Data, Maschinelles Lernen** und **Cloud Computing** eine besondere Bedeutung im Teilmarkt zukommt.

## WASSER 4.0

„Wasser 4.0“ ist in den letzten Jahren von drei zentralen Stakeholdern der Wasserwirtschaft (DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.; DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.; GWP – German Water Partnership e.V.) analog zur Initiative Industrie 4.0 als systematisches Konzept für den Teilmarkt und seine Unternehmen ausformuliert worden. Die Digitalisierung und Automatisierung werden in den Mittelpunkt einer Strategie für eine ressourceneffiziente, flexible und wettbewerbsfähige Wasserwirtschaft gestellt. In dieser werden die Wassernutzer (Landwirtschaft, Industrie und Haushalte) intelligent vernetzt und die technologischen Komponenten in einer zukunftsfähigen Wasserinfrastruktur mit der Umwelt und dem Wasserkreislauf abgestimmt.

Ähnlich anderen 4.0-Konzepten werden Cyber-Physical-Systems (CPS) als Treiber der optimalen Vernetzung virtueller und realer Wassersysteme angesehen und integriert. Allerdings ist Wasser 4.0 sehr konkret auf den Bedarf von bodenständigen Wasserversorgern und Abwasserentsorgern abgestellt. Grundlage hierfür ist das vom IWW Zentrum Wasser in Mülheim/Ruhr im Kontext eines Projektes für die DVGW entwickelte Reifegradmodell Wasserversorgung 4.0. Das Modell beschreibt sechs Stufen der Implementierung, die von der Computerisierung bis zur Selbstoptimierung reichen. Das Reifegradmodell zeichnet sich durch einen hohen Anwendungsbezug für wasserwirtschaftliche Unternehmen aus, in dem es vier Handlungsfelder berücksichtigt: Ressourcen, Informationssysteme, Organisation und Unternehmenskultur. Mittlerweile wurde der Ansatz auch für das Reifegradmodell Abwasserwirtschaft 4.0 genutzt.

## NEUE PRODUKTE UND GESCHÄFTSMODELLE

Das **Internet of Things** ist der maßgebliche Ausgangspunkt für die Einführung von „Wasser 4.0“-Technologien. Die Infrastrukturen der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung unterhalten nahezu unzählige technische Einrichtungen und Messstellen, die Daten erfassen und sich zur smarten Vernetzung geradezu anbieten. Sobald die Daten automatisch erfasst, über LoRaWAN- oder Mobilfunknetze übertragen und zentral ausgewertet werden, ergeben sich für die Betriebe gänzlich neue Steuerungsmöglichkeiten. So werden z. B. Kanalisationen und technische Anlagen wie Regenbecken, Belebungsbecken und Pumpstationen zunehmend mit Sensoren und Aktoren

ausgestattet, die Daten über Durchflüsse und technische Betriebsdaten einschließlich der Energieverbräuche liefern. Die digitalen Technologien werden nicht nur im wasserwirtschaftlichen Betrieb eingesetzt. Auch auf der Verbrauchsseite werden die Haushalte und die gewerblichen Unternehmen vom Internet of Things eingebunden. Verbrauchsdaten werden zukünftig nicht mehr händisch am Zähler abgelesen, sondern über Smart Meter erfasst und übertragen.

Die in den Netzen anfallende Informationsmenge erreicht so echte **Big-Data-Dimensionen. Diese können zwar nur noch über kostenintensive Methoden des Maschinellen Lernens** analysiert werden, im Ergebnis stehen aber den meist kommunalen Unternehmen Echtzeit-Informationen über den Zustand ihres gesamten Wasserver- und -entsorgungsnetzes vom Einzelhaushalt bis zur Kläranlage zur Verfügung. Mit diesen kann die Netz- und Anlagensteuerung im laufenden Betrieb aber auch technische Investitionen optimiert und die operativen Wartungsarbeiten vereinfacht werden. Ebenso können zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels Fließwege potenzieller Überflutungen durch Starkniederschlagsereignisse simuliert und baulich-technische Investitionsentscheidungen vorbereitet werden.

Nordrhein-Westfalen ist Standort vieler innovativer Hersteller von Pumpen und Messtechnik. Im Bereich der **Smart Meter** arbeiten diese an neuen Produkten und Dienstleistungen für die Verbraucher. Dabei geht es auch um die integrierte Versorgung der Haushalte und Unternehmen mit Strom, Wärme und Wasser. Denn sobald Verbrauchsdaten „smart“ gemessen werden, können Verbraucher in Industrie, Landwirtschaft und Haushalten ihre Verbräuche flexibilisiert steuern und zur **Energie- und Ressourceneffizienz** beitragen. Smart Meter stehen so am Anfang vernetzter Wertschöpfungsketten, die vom **Smart Home** zur **Smart City** führen. Die Hersteller – nicht nur aus Nordrhein-Westfalen – erweitern daher ihre Produkte um Dienstleistungen rund um die Auswertung von Daten und die Steuerung von Verbrauchspunkten im Haushalt und in der Industrie sowie von wasserwirtschaftlichen Netzen und Anlagen in der Fläche. Hierbei handelt es sich durchgehend um Produkte und Dienstleistungen mit hohem Exportpotenzial.

## HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

Die *Wasserwirtschaft* in Deutschland ist dezentral bzw. kleinteilig organisiert. Die kleinen kommunalen Wasserversorger und Abwasserentsorger verfügen daher häufig nicht über die finanziellen Ressourcen, um in ihren Netzen die Digitalisierung konsequent voranzutreiben. Sie können jedoch auf Dienstleistungen und Lösungen zurückgreifen, die insbesondere von Messtechnikherstellern angeboten werden. Beispiele sind cloudbasierte Datenmanagementsysteme externer Anbieter, die auch kleinen kommunalen Versorgungsbetrieben der Energie- und *Wasserwirtschaft* die Auswertung ihrer Messdaten erlauben und so zur Wettbewerbsfähigkeit beitragen.

Anders als in anderen Bundesländern kann Nordrhein-Westfalen aber in Form der hiesigen Wasserverbände und wasserwirtschaftlichen Unternehmen in den Großstädten mit vielen vergleichsweise großen Unternehmenseinheiten aufwarten, die eine Vorreiterrolle bei der Digitalisierung einnehmen und das Know-how in der Branche halten. Beispiele dafür sind die Emscher-Genossenschaft und die Stadtentwässerungsbetriebe Köln. Dazu gesellt sich in Westfalen eine leistungsfähige Forschungslandschaft. Die Universität Duisburg-Essen, u. a. mit dem IWW Zentrum Wasser, und die RWTH Aachen, u. a. mit dem Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft FiW, haben sich bei der Digitalisierung der Wasserwirtschaft als Kompetenzzentren mit bundesweiter Relevanz etabliert.

# 2.7 MINDERUNGS- UND SCHUTZTECHNOLOGIEN

**fast 15.000**

Erwerbstätige – damit der kleinste Teilmarkt der Umweltwirtschaft

**2,4 %**

jährliches Wachstum der Beschäftigtenzahlen

**1 Mrd. €**

Bruttowertschöpfung – 4,7 % jährlicher Zuwachs seit 2010

**5,5 %**

jährliches Wachstum der Exporte

**Doppelter Spitzenreiter**

bei Gründungen mit digitalem Schwerpunkt und FuE-Investitionen in die Digitalisierung

Überdurchschnittlich präsent in den Regionen

**Köln/Bonn und Aachen**

## TEILMARKT: *MINDERUNGS- UND SCHUTZTECHNOLOGIEN*

Die Verringerung von Umweltverschmutzungen, sowohl durch die Begrenzung von schädlichen Emissionen als auch die Beseitigung tatsächlich auftretender Immissionen, ist eine Kernaufgabe des Umweltschutzes und somit auch relevanter Teil der Umweltwirtschaft. Die technologischen Enabler dieser Vorgänge und die damit verbundenen Dienstleistungen werden im Teilmarkt *Minderungs- und Schutztechnologien* zusammengefasst. Zugehörig sind Aktivitäten und Produkte, die die Entstehung von Verschmutzungen und Emissionen an der jeweiligen Quelle vermeiden sollen (beispielsweise im aktiven Schallschutz). Außerdem zählen auch die sogenannten End-of-Pipe-Technologien zur Filterung (etwa Abscheider oder Rückführungssysteme) und Abschirmung (beispielsweise im Bodenschutz) zum Teilmarkt.

Das Marktsegment **Bodenschutztechnologien und -sanierung** baut insbesondere auf Dienstleistungen im Bereich Beseitigung von Umweltverschmutzungen und Entsorgungen jeglicher Art auf. Bodenschutztechnologien beinhalten zudem Materialien und Produkte wie abschirmende Tafeln bzw. Folien aus Kunststoff und Sicherheitsbehälter für den Transport von Gefahrengut. Insbesondere die Bodensanierung als nachträgliche Beseitigung von Umweltverschmutzung und Altlasten spielt im Teilmarkt eine wichtige Rolle.

Das Marktsegment **Lärmminderungs- und Luftreinigungstechnologien** bildet die entsprechenden Technologien selbst sowie die zugehörigen Dienstleistungen. Katalysatoren, verkehrlicher und gebäudebezogener Lärmschutz sowie Systeme zur Rückführung von Abgasen stellen beispielsweise wichtige Technologien dieses Marktsegments dar.

## WIRTSCHAFTLICHER ÜBERBLICK UND ENTWICKLUNG

Der Teilmarkt *Minderungs- und Schutztechnologien* ist der kleinste Teilmarkt der nordrhein-westfälischen Umwelt-

**Tabelle 7: Zentrale Kennzahlen des Teilmarktes Minderungs- und Schutztechnologien**

| | Nordrhein-Westfalen | | | Deutschland | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **Aktuellstes Berichtsjahr** |
| **Erwerbstätigkeit** | | | | | | | |
| Erwerbstätige | 12.000 | 15.000 | 2,4 % | 59.000 | 74.000 | 2,5 % | 2019 |
| Bodenschutztechnologien und -sanierung | 2.000 | 3.000 | 1,8 % | 12.000 | 13.000 | 0,8 % | 2019 |
| Lärmminderungs- und Luftreinigungstechnologien | 10.000 | 12.000 | 2,6 % | 47.000 | 61.000 | 2,9 % | 2019 |
| Anteil der Geringfügig Beschäftigten | 12,4 % | 9,5 % | –2,9 % | 10 % | 8 % | –2,1 % | 2019 |
| Erwerbstätigenanteil von NRW an D | 19,9 % | 19,7 % | –0,1 % | – | – | – | 2019 |
| **Ökonomische Leistung** | | | | | | | |
| Umsatz (Mio. €) | 1.752 | 2.461 | 5,0 % | 8.044 | 10.828 | 4,3 % | 2017 |
| Bruttowertschöpfung (Mio. €) | 732 | 1.054 | 4,7 % | 3.679 | 5.518 | 5,2 % | 2018 |
| **Internationaler Handel** | | | | | | | |
| Exportvolumen (Mio. €) | 481 | 776 | 5,5 % | 3.034 | 5.695 | 7,2 % | 2019 |
| Weltmarktanteil | 3,3 % | 3,1 % | –0,8 % | 20,7 % | 22,6 % | 1,1 % | 2018 |
| Warenbezogene Exportquote | 38,0 % | 46,8 % | 3,0 % | 53,1 % | 70,5 % | 4,1 % | 2017 |
| **Innovation und Digitalisierung** | | | | | | | |
| Anteil Patentanmeldungen an Umweltwirtschaft | 4 % | 4 % | –2,4 % | 5 % | 4 % | –2,2 % | 2017 |
| Digitalisierungsgrad | – | 1,24 | – | – | – | – | + |

+ abhängig von den Teilindikatoren (2017 – 2019)

Quellen: Prognos AG auf Basis von Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt, PATSTAT, Prognos Welthandelsmodell, Index Research, Arendi Zahlenwerk, Prognos Web Intelligence Tool, ORBIS, Erwerbstätigenzahlen mit Stichdatum 30.6. Weitere Erläuterung zu den Indikatoren finden sich im Indikatorenglossar im Anhang.

wirtschaft. Die nahezu 15.000 Erwerbstätigen – die einem Anteil von 3 % an den Beschäftigen der Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen entsprechen – erwirtschaften 1,1 Mrd. Euro Bruttowertschöpfung und 2,5 Mrd. Euro Umsatz. Die Lärmminderungs- und Luftreinigungstechnologien stellen das größere und schneller wachsende Marktsegment (2,6 % p. a. Erwerbstätige und 5,1 % p. a. Bruttowertschöpfung) und somit die treibende Kraft des Teilmarktes dar. Auf das Marktsegment entfallen insgesamt 82 % der Erwerbstätigen, 76 % der Bruttowertschöpfung und sogar 91 % der Exporte des Teilmarktes.

Das konstante Wachstum des Teilmarkts *Minderungs- und Schutztechnologien* lässt sich u. a. am Wachstum der Erwerbstätigenzahl (ABBILDUNG 45) ablesen: Der durchschnittliche jährliche Anstieg um 2,4 % umfasst v. a. sozialversicherungspflichtige Beschäftigungsverhältnisse. In der Folge hat sich der Anteil der geringfügig Beschäftigten um fast 3 % reduziert. Darüber hinaus sind die Exporte des Teilmarktes jährlich um 5,5 % stark gewachsen und erreichten 2019 ein Volumen von 0,8 Mrd. Euro. Neben der Exportquote sind auch die Bruttowertschöpfung und der Umsatz um rund 5 % p. a. auf 1 Mrd. Euro bzw. 2,5 Mrd. Euro gestiegen.

In den Regionen Köln/Bonn und Aachen sowie in der Metropole Ruhr und dem Bergischen Städtedreieck liegt eine leicht überdurchschnittliche Ausprägung des Teilmarktes vor. Am geringsten stellt sich die regionale Ausprägung in der Region Düsseldorf und am Niederrhein dar (ABBILDUNG 46).

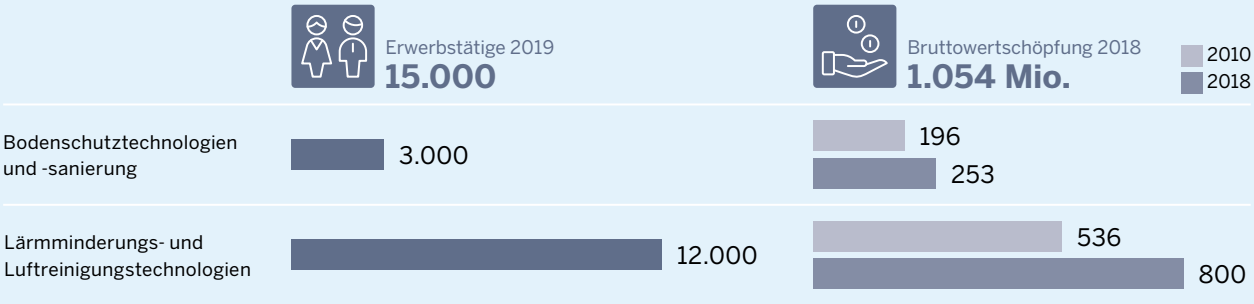



**Abbildung 45: Erwerbstätige 2019 und Bruttowertschöpfung in Mio. Euro 2010 und 2018 im Teilmarkt MST in Nordrhein-Westfalen nach Marktsegmenten**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

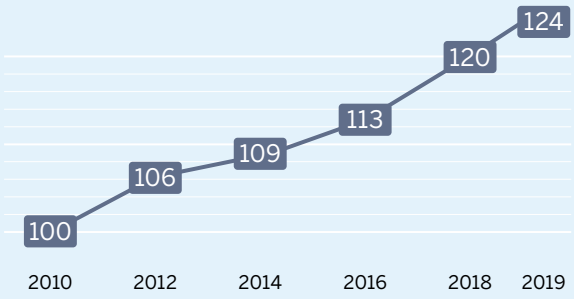



**Abbildung 46: Entwicklung der Erwerbstätigkeit im Teilmarkt MST (Index 2010=100)**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

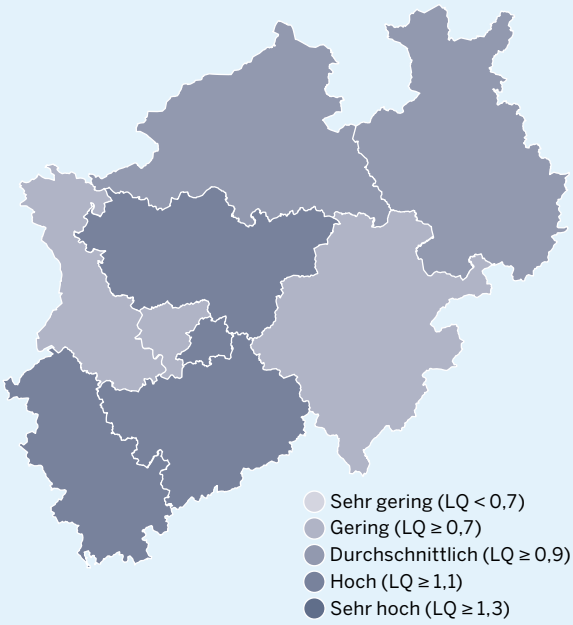



**Abbildung 47: Regionale Ausprägung (Lokalisationsquotient) des Teilmarktes MST**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und IT.NRW.

# DIGITALISIERUNG: INNOVATIONS- UND DISRUPTIONSPOTENZIALE

Die Unternehmen im Teilmarkt erbringen technische und „bodenständige“ Leistungen auf hohem Niveau. Im Teilmarkt *Minderungs- und Schutztechnologien* werden Technologien zur Lärmminderung und Luftreinhaltung, zum Bodenschutz bzw. zur Bodensanierung industriell und mit hoher Spezialisierung der Produkte hergestellt. Die Möglichkeiten, die sich durch digitale Technologien zusätzlich erschließen, sind in funktionaler, umweltbezogener Hinsicht groß.

Die Digitalisierung der Fertigung folgt hier den Prinzipien von Industrie 4.0, verläuft aber nicht spezifisch für den Teilmarkt oder ein Marktsegment. Die Produkte und Verfahren messen, analysieren und reduzieren Emissionen, Belastungen, Verunreinigungen und Schadstoffe in Luft, Boden und Wasser. Grundsätzlich gilt: Je gezielter dabei relevante Daten gemessen und ausgewertet werden, umso effizienter, ressourcenschonender und wirksamer können die *Minderungs- und Schutztechnologien* konstruiert bzw. verwendet werden. Zum Einsatz kommen daher innovative Wege der Produktentwicklung und digitale Sensorik bzw. Messtechnik und Laboranalytik. Die technische Übertragung der Daten ist der Kern der Digitalisierung im Teilmarkt.

## DIGITALISIERUNGSGRAD DES TEILMARKTES[12]

Die quantitative Analyse zum Digitalisierungsgrad des Teilmarktes zeigt ein heterogenes Bild. Hervorzuheben ist die digitale Gründerszene: Der Teilmarkt zieht überdurchschnittlich viele Digitalunternehmen an und ist bei den digitalen Gründungen der Spitzenreiter in der Umweltwirtschaft. Ebenso verhält es sich in der Kategorie Forschungs- und Entwicklungs-Investitionen in Digitalisierung. Mit einem Wert von 2,56 liegen diese nicht nur 1,56 Punkte über dem Durchschnitt der Gesamtwirtschaft, sondern auch 1,28 Punkte über dem Durchschnitt der Umweltwirtschaft. Ausschlaggebend hierfür ist, dass die Digitalisierung sogar die verfahrenstechnischen Innovationen in ihrer Bedeutung überholt hat.

Rund 14 % der Stellenausschreibungen des Teilmarktes in Nordrhein-Westfalen beinhalten Anforderungen an Digitalkompetenzen. Hiermit liegt der Teilmarkt zwar unter dem Durchschnitt der Umweltwirtschaft, aber dennoch 0,31 Punkte über dem der Gesamtwirtschaft. Weniger präsent ist das Thema Digitalisierung auf den Webseiten der Unternehmen. Die Analyse der öffentlichen Auseinandersetzung mit digitalen Themen hat gezeigt, dass diese im Teilmarkt bislang nur punktuell zu finden ist.

## NEUE PRODUKTE UND GESCHÄFTSMODELLE

Minderungs- und Schutztechnologien haben schon immer Daten und Messwerte erfordert. Das Internet of Things und die Datenkommunikation beschreiben auch in diesem Teilmarkt sowohl die technischen Voraussetzungen als auch die Triebkräfte fortgeschrittener digitaler Anwendungen. Dank der Digitalisierung können nunmehr Daten in quantitativ und qualitativ neuen Dimensionen erfasst, systematisiert und verarbeitet werden. **Big-Data-**Anwendungen des Teilmarkts haben eine zusätzliche Besonderheit: Es handelt sich dabei oft um sehr komplexe Datenbestände, darunter nichtlineare Daten und Kalibrierdaten in Qualitätshierarchien. Für deren Analyse werden z. B. auf der Grundlage Maschinellen Lernens spezielle mathematische Verfahren (mathematikgestützte Metrologie) aber auch Simulations- oder Experimentierverfahren entwickelt, die sich der Virtual Reality zuordnen lassen. Derzeit befindet sich zudem eine **„Metrology Cloud“** in der Entwicklung, die als digitale Qualitätsinfrastruktur dazu beitragen soll, die Konformitätsbewertung und Marktüberwachung zu harmonisieren.

Ein Paradigmenwechsel findet darüber hinaus bei den Produkten der Messtechnik statt: Während sie vormals in den Anwendungsbranchen als Kostenfaktor betrachtet wurden, gelten sie nun als nützliche Lieferanten zunehmend wertvoller Daten.

Oktober 2019: Bau einer der weltweit größten und effektivsten Tuchfilteranlagen am thyssenkrupp Standort Duisburg.

## MINDERUNGS- UND SCHUTZ-TECHNOLOGIEN 4.0

Im Teilmarkt werden Produkte und Verfahren (weiter)entwickelt, die qua Definition den spezifischen Zweck verfolgen, Belastungen der Luft und des Bodens sowie des Wassers zu identifizieren, zu analysieren und auf dieser Grundlage zu reduzieren.

Die Digitalisierung kann den Teilmarkt mittelfristig auf eine neue Stufe führen. Moderne Messtechniken liefern sowohl zu den Umweltbelastungen als auch zu den eingesetzten Minderungs- und Schutzverfahren Daten in neuen Qualitäts- und Quantitätsdimensionen, die mit Methoden der KI und des Maschinellen Lernens ausgewertet und zur Optimierung und Steuerung von Prozessen eingesetzt werden können. Auch können kausale Zusammenhänge abgebildet werden, die bislang verschlossen waren.

Weiterhin öffnet sich der methodische Zugriff auf neue Anwendungen im Umweltbereich auf der Grenze der umweltwirtschaftlichen Teilmärkte. Zu nennen sind hier u. a. die laseroptische Durchflussmessung des Kühlwassers in Kraftwerken, die Erfassung von Effekten von Windenergie und Photovoltaik in Übertragungsnetzen, die Zustandsrekonstruktion von Gasnetzen, die Analyse der thermophysikalischen Eigenschaften neuer Werkstoffe, die Überwachung gasförmiger Schadstoffe in der Luft oder die Erfassung der Zusammensetzung der Atmosphäre und der Sonneneinstrahlung im Zusammenhang mit Klimaschutzmaßnahmen.

Digitaltechnologien kommen bei der Entwicklung innovativer Produkte im Segment der Lärmminderungs- und Luftreinigungstechnologien zum Einsatz. Beispiele für diese Produkte sind etwa Filtersysteme auf Glas- und Nanofaserbasis, Glasfaserfliese zur Filtration von Ölnebeln aus der Abluft, Farbnebelfiltration, Abscheider und Katalysatoren, Chemikalien (z. B. Aktivkohle) oder auch Produkte der Schalldämmung und -dämpfung. Digitale Technologien helfen auch dabei, vorhandene Verfahren weiterzuentwickeln, etwa um Gase zu entsticken, Aerosole zu eliminieren oder in der Lüftungstechnik Rauchgase zu entschwefeln. Im Segment der Bodenschutztechnologien und -sanierung sind entsprechende Produkte beispielsweise Messgeräte, Filter und Geräte zur mechanischen Bodenbearbeitung, innovative LiF-Sonden (laserinduzierte Fluoreszenz), EC-Sonden und In-situ-Verfahren.

Aber auch an Lösungen für gänzlich neue Anforderungen wird im Teilmarkt gearbeitet, z. B. zur Hochfrequenz-Messtechnik beim Ausbau der 5G-Infrastruktur.

Die Beispiele zu den beiden Marktsegmenten der *Minderungs- und Schutztechnologien* zeigen ebenso wie die im Infokasten aufgezeigten Perspektiven, dass der Teilmarkt mit seinen tiefen Wurzeln in Nordrhein-Westfalen auch zukünftig und gerade in Zusammenhang mit Digitaltechnologien neue, innovative Produkte entwickelt, patentiert und in den Markt bringen kann. Der Teilmarkt *Minderungs- und Schutztechnologien* hat innerhalb der Umweltwirtschaft selbst Querschnittscharakter, daher gehen von ihm erhebliche Anstoßeffekte für Digitalisierungsagenden in anderen Teilmärkten aus. Dies ist insbesondere auf das erhebliche Leistungspotenzial der Digitalisierungsprojekte des Teilmarktes in den Bereichen KI und Maschinelles Lernen zurückzuführen.

## HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

Der Teilmarkt, in dem mit der Mess-, Steuer- und Regeltechnik schon immer eine hohe Datenverarbeitungskompetenz vorlag, verfügt über herausragende Voraussetzungen für die nächsten Stufen der digitalen Transformation. Hierauf verweisen sowohl der Digitalisierungsindex (hohe Zahl der Unternehmensgründungen, hoher Anteil der Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen) als auch die oben skizzierten Forschungsthemen.

Herausforderungen bestehen insbesondere hinsichtlich Datensicherheit und Cybersecurity, die mit zunehmend komplexer Vernetzung der Prozesse, Produkte und ihrer Mess- und Steuerungssysteme immer anspruchsvoller werden. Darüber hinaus müssen die infrastrukturellen Rahmenbedingungen geschaffen werden, etwa der flächendeckende 5G-Netzausbau oder die Bereitstellung einer sicheren Dateninfrastruktur.

# 2.8 NACHHALTIGE HOLZ- UND FORSTWIRTSCHAFT

**26.000**
Erwerbstätige

**4,2 Mrd. €**
Umsatz (+1,8 % p. a. 2010 – 2017)

**fast 2 Mrd. €**
Bruttowertschöpfung

Die Lokalisationsquotienten von
**2 bis 3,4**
sind Spitzenwerte

Konzentriert in
**Südwestfalen, Ostwestfalen-Lippe und dem Münsterland**

**2,7 %**
jährliches Exportwachstum

**Rund 1 Mrd. €**
Export

Seit 2018 zunehmend
**ungewisser Ausblick:**
Dürre, Stürme und Borkenkäferplage lösen tiefgreifende Krise aus

Bislang nur
**geringe Digitalisierung**

Digital und nachhaltig: Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB e.V.) verlieh 2020 dem Neubau der shopware AG im westfälischen Schöppingen den Gold-Status. Das Münsterländer Unternehmen Brüninghoff setzte das Gebäude in Holz-Hybridbauweise um.

## TEILMARKT: *NACHHALTIGE HOLZ- UND FORSTWIRTSCHAFT*

Die Folgen des Klimawandels stellen die Holz- und Forstwirtschaft vor große Herausforderungen: Einerseits forcieren bereits heute Dürreperioden und Stürme sowie der daraus resultierende Schädlingsbefall die Notwendigkeit eines Waldumbaus. Andererseits stellt auch der Wald selber eine wichtige Ressource im Kampf gegen den Klimawandel dar. Die nachhaltige Forstwirtschaft zielt daher darauf ab, die biologische Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit und Vitalität der Wälder auch in Zeiten des Klimawandels zu erhalten. Dabei sorgen die wirtschaftenden Forstbetriebe dafür, dass die Wälder weiterhin ihre ökologische, soziale und ökonomische Funktion erfüllen können. Mittelfristig muss die *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* hier auch neue Wege gehen und neue Geschäftsmodelle erschließen, z. B. durch verschiedene Erholungs- und Tourismusangebote.

Als Teil dieser nachhaltigen und multifunktionalen Bewirtschaftung werden alle dazu notwendigen Dienstleistungen und Produkte im Teilmarkt *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* zusammengefasst. Zusätzlich umfasst der Teilmarkt alle Produkte aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz in der ersten Verarbeitungsstufe. Dazu zählen etwa Bohlen, Bretter oder Kanthölzer, aber auch Holzhackschnitzel, sowie die (Weiter-)Verwendung von Holz als umweltfreundlichem und nachhaltigem Baustoff. Dieser erfährt unter der Einhaltung von Sicherheitsstandards und -vorgaben zurzeit eine deutliche Renaissance als Alternative zu weniger umweltfreundlichen Baustoffen wie Beton.

Das Marktsegment **Nachhaltige Forstwirtschaft** umfasst sämtliche forstwirtschaftliche Leistungen. Diese Einordnung folgt der wirtschaftsstatistischen Klassifikation von Holzeinschlag, Forstwirtschaft und der Erbringung von Dienstleistungen für diese.

Unter dem Marktsegment **Holzbearbeitung und Holzwerkstoffe** werden die wirtschaftlichen Leistungen erfasst, die im Zusammenhang mit der Bereitstellung des Rohstoffes Holz zur Weiterverarbeitung („erste Verarbeitungsstufe“) stehen. Weil Holz oder holzbasierte Produkte über das Potenzial verfügen, viele erdölbasierte Rohstoffe zu ersetzen (Substitution), kommt dem Marktsegment ein besonderer Umweltnutzen zu.

Das Marktsegment **Nachwachsende Holzbaustoffe** erfasst die verschiedenen Bau- und Konstruktionsteile sowie Ausbauelemente aus Holz, um die Substitution nicht nachwachsender Materialien durch Holz im Baubereich explizit und differenziert zu berücksichtigen.

## WIRTSCHAFTLICHER ÜBERBLICK UND ENTWICKLUNG

Mit rund 26.000 Erwerbstätigen oder 5,6 % der in der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft Beschäftigen zählt die *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* zu den kleineren Teilmärkten. In den beiden größeren ihrer drei Marktsegmente – Holzbearbeitung und Holzwerkstoffe sowie Nachhaltige Holzbaustoffe – finden jeweils 39 % bzw. 43 % der Erwerbstätigen ihre Arbeit. Gemessen an seiner ökonomischen Leistung (2 Mrd. Euro Bruttowertschöpfung und 4,2 Mrd. Euro Umsatz) trägt der Teilmarkt insgesamt fast 6 % zur Umweltwirtschaft bei.

Während die Erwerbstätigkeit (+0,4 % p. a.) des gesamten Teilmarktes sich nahezu gleichauf mit der in Deutschland (+0,6 % p. a.) entwickelt, zeigt sich im Marktsegment Nachhaltige Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen mit 2,5 % p. a. gegenüber der deutschlandweiten Entwicklung (1,9 % p. a.) ein etwas höheres Wachstum. Das Exportvolumen des Teilmarktes wuchs deutschlandweit und in Nordrhein-Westfalen im gleichen Maße (2,6 % p. a. bzw. 2,7 % p. a.), die Steigerung von Umsatz und Bruttowertschöpfung des Teilmarktes verlief in Nordrhein-Westfalen aber etwas langsamer als im Bundesdurchschnitt. Dennoch konnte sich der Umsatz von 3,7 auf 4,2 Mrd. Euro (2010 – 2017), die Bruttowertschöpfung von 1,6 auf 2,1 Mrd. Euro (2010 – 2018) steigern.

Die Nachhaltige Forstwirtschaft, das kleinste der drei Marktsegmente, wuchs dabei am stärksten. Die Nachhaltige Forstwirtschaft konnte gegenüber 2010 2,5 % p. a. an Erwerbstätigen, 3 % p. a. an Umsatz und 4,3 % p. a. an Bruttowertschöpfung zulegen. Als standortbezogene Dienstleistung wird die Nachhaltige Forstwirtschaft jedoch nicht in der Exportbetrachtung berücksichtigt. Das Marktsegment Holzbearbeitung und Holzwerkstoffe verantwortet hier beinahe drei Viertel der Exporte des Teilmarktes.

Insgesamt muss konstatiert werden, dass sich der Teilmarkt seit 2018 in Nordrhein-Westfalen ununterbrochen im Krisenmodus befindet. Nach dem Wintersturm Friederike

**Tabelle 8: Zentrale Kennzahlen des Teilmarktes Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft**

| | Nordrhein-Westfalen | | | Deutschland | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | Aktuellstes Berichtsjahr (siehe rechts) | 2010 – aktuellstes Jahr in % p. a. | 2010 | Aktuellstes Berichtsjahr (siehe rechts) | 2010 – aktuellstes Jahr in % p. a. | Aktuellstes Berichtsjahr |
| **Erwerbstätigkeit** | | | | | | | |
| Erwerbstätige | 25.000 | 26.000 | 0,4 % | 137.000 | 145.000 | 0,6 % | 2019 |
| Holzbearbeitung und Holzwerkstoffe | 10.000 | 10.000 | –0,1 % | 49.000 | 48.000 | –0,3 % | 2019 |
| Nachhaltige Forstwirtschaft | 4.000 | 5.000 | 2,5 % | 28.000 | 34.000 | 1,9 % | 2019 |
| Nachhaltige Holzbaustoffe | 11.000 | 11.000 | 0,1 % | 60.000 | 64.000 | 0,7 % | 2019 |
| Anteil der Geringfügig Beschäftigten | 14,3 % | 13,3 % | –0,8 % | 13,2 % | 13,2 % | 0,0 % | 2019 |
| Erwerbstätigenanteil von NRW an D | 18,4 % | 18,1 % | –0,2 % | – | – | – | 2019 |
| **Ökonomische Leistung** | | | | | | | |
| Umsatz (Mio. €) | 3.737 | 4.242 | 1,8 % | 20.534 | 24.951 | 2,8 % | 2017 |
| Bruttowertschöpfung (Mio. €) | 1.666 | 1.968 | 2,1 % | 8.616 | 11.186 | 3,3 % | 2018 |
| **Internationaler Handel** | | | | | | | |
| Exportvolumen (Mio. €) | 745 | 946 | 2,7 % | 5.340 | 6.710 | 2,6 % | 2019 |
| Weltmarktanteil | 1,3 % | 1,1 % | –1,8 % | 9,1 % | 8,0 % | –1,5 % | 2018 |
| Warenbezogene Exportquote | 19,9 % | 20,2 % | 0,2 % | 26,0 % | 25,3 % | –0,4 % | 2017 |
| **Innovation und Digitalisierung** | | | | | | | |
| Anteil Patentanmeldungen an Umweltwirtschaft | 8,6 % | 10,7 % | 3,2 % | 6,6 % | 6,1 % | –1,1 % | 2017 |
| Digitalisierungsgrad | – | 0,48 | – | – | – | – | + |

+ abhängig von den Teilindikatoren (2017 – 2019)

Quellen: Prognos AG auf Basis von Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt, PATSTAT, Prognos Welthandelsmodell, Index Research, Arendi Zahlenwerk, Prognos Web Intelligence Tool, ORBIS, Erwerbstätigenzahlen mit Stichdatum 30.6. Weitere Erläuterung zu den Indikatoren finden sich im Indikatorenglossar im Anhang.

(Januar 2018) mit einem Schadholzanfall von ca. 2,5 Mio. Festmeter entwickelte sich eine Borkenkäferkalamität in bis dahin noch nicht bekanntem Ausmaß. Der Schadholzanfall wird für 2018 und 2019 auf jeweils 15 Mio. Festmeter geschätzt. Auch für die kommenden Jahre ist keine Entspannung zu erwarten, die Borkenkäferpopulationen entwickeln sich fast ungebremst weiter. Zur Bewältigung des Schadholzanfalls werden daher von der nordrhein-westfälischen Holzwirtschaft europaweit Holzaufarbeitungskapazitäten geordert.

Die Krise der Forstwirtschaft wird dadurch verstärkt, dass die aus dem Verkauf von Holz erzielten Erlöse so niedrig liegen, dass sie nicht einmal mehr die Investitionskosten für die nächste Baumgeneration abdecken. Die Bundesregierung unternimmt daher zusammen mit den Ländern große Anstrengungen, um die kahl gefallenen Waldflächen wieder in eine Bestockung zu bringen, die den Risiken der Forstwirtschaft besser angepasst ist. Allein im Rahmen des Nordrhein-Westfalen-Programms zur Bewältigung der Folgen der Corona-Pandemie und zur Stärkung der Zukunftsfähigkeit des Landes werden so für die Waldwirtschaft 28 Mio. Euro bereitgestellt.

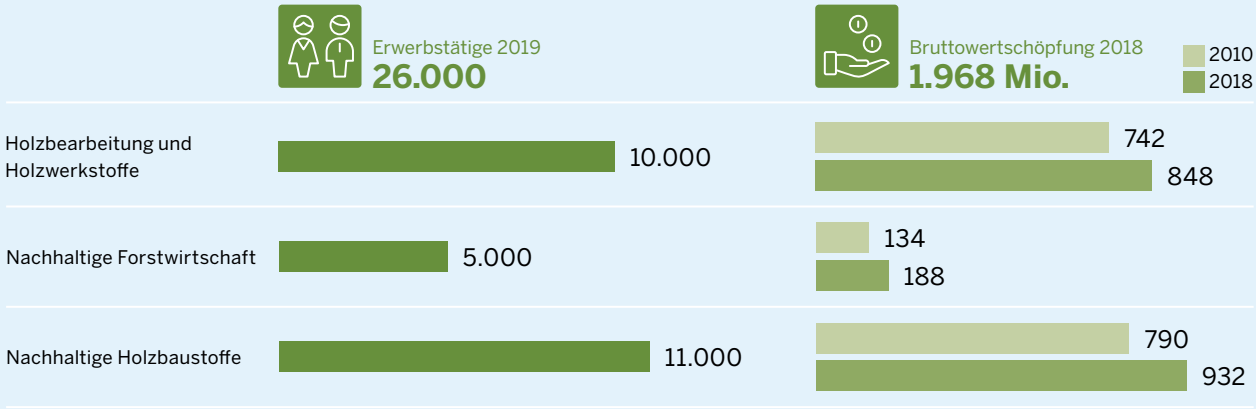



**Abbildung 48: Erwerbstätige 2019 und Bruttowertschöpfung in Mio. Euro 2010 und 2018 im Teilmarkt NHF in Nordrhein-Westfalen nach Marktsegmenten**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

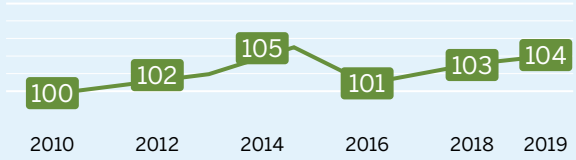



**Abbildung 49: Entwicklung der Erwerbstätigkeit im Teilmarkt NHF (Index 2010=100)**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

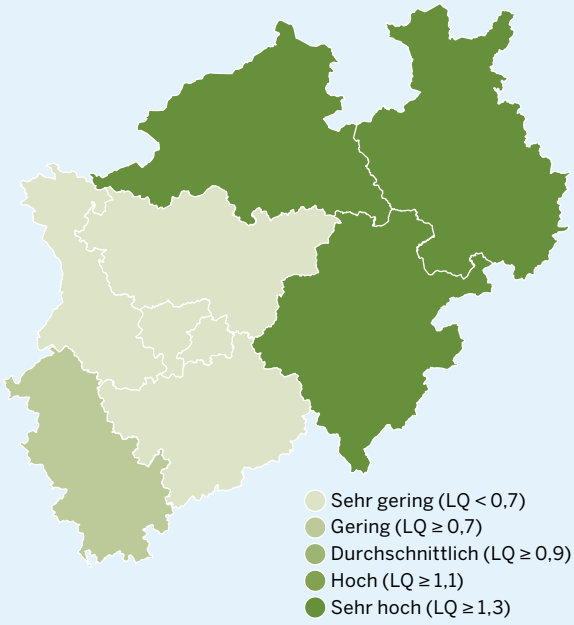



**Abbildung 50: Regionale Ausprägung (Lokalisationsquotient) des Teilmarktes NHF**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und IT.NRW.

Das Marktsegment **Holzbearbeitung und Holzwerkstoffe,** insbesondere die Nadelholzsägeindustrie, verliert darüber hinaus auf absehbare Zeit ihre regionale Rohstoffbasis. Aktuell sind etwa 25 % der Holzvorräte, die in den nächsten 25 Jahren hätten geerntet werden können, schon abgenutzt. Die Auswirkungen auf die Sägeindustrie sind derzeit noch nicht absehbar, da die Produktionsanlagen jeweils auf bestimmte Holzarten optimiert sind und Umstellungen im Produktportfolio nur von wenigen Unternehmen realisiert werden können (vgl. Landeswaldbericht NRW 2019).

Die regionale Ausprägung des Teilmarktes Nachhaltige Forstwirtschaft ist stark von den geografischen Gegebenheiten einer Region abhängig. So ist es nicht verwunderlich, dass in den nordöstlichen Regionen, die allesamt einen hohen Waldanteil aufweisen, auch eine starke Ausprägung des Teilmarktes vorhanden ist (ABBILDUNG 50). Im Vergleich dazu haben die städtisch geprägten Regionen in der Mitte und im Süden von Nordrhein-Westfalen jeweils stark unterdurchschnittliche Ausprägungen des Teilmarktes vorzuweisen.

## DIGITALISIERUNG: INNOVATIONS- UND DISRUPTIONSPOTENZIALE

Wälder und Bäume haben in den vergangenen Jahren eine erhebliche Aufmerksamkeit im Bewusstsein der Öffentlichkeit und vieler Menschen erfahren, bedingt durch den Klimawandel und auch die grundsätzlichen Veränderungen in der Umweltwahrnehmung. Wälder werden wertgeschätzt und sind als $CO_2$-Speicher und Sauerstoffproduzent von hoher ökologischer Relevanz im Klimawandel. Dabei müssen diese auch bewirtschaftet werden und bilden einen wichtigen Teilmarkt der Umweltwirtschaft. Die Digitalisierung der Holz- und Forstwirtschaft trägt dazu bei, die verschiedenen Nutzungsinteressen am Wald zukünftig besser miteinander in Einklang zu bringen und dabei die Wettbewerbsfähigkeit des für NRW bedeutsamen Teilmarktes zu verbessern.

### DIGITALISIERUNGSGRAD DES TEILMARKTES[13]

Bislang ist der Teilmarkt Nachhaltige Holz und Forstwirtschaft nur vereinzelt digitalisiert. Die Analysen der Stellenmarktausschreibungen zeigen einen durchschnittlichen Digitalisierungsgrad. Die Betrachtung von Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie Gründungen mit digitalem Schwerpunkt weisen einen eher geringen Digitalisierungsgrad auf.

Dies hängt u. a. damit zusammen, dass der zeitliche Horizont der Forst- und der Holzwirtschaft, weil diese von den Wachstumszeiten ihrer Ressource abhängig ist, langfristig auf Jahrzehnte ausgerichtet ist. Digitalisierungstechnologien greifen hier nicht grundlegend ein. Aber sie befördern Fortschritte auf verschiedenen Ebenen. Im Branchencluster Holz und Wald können erhebliche Effizienzsteigerungen erzielt werden und es entstehen neue Geschäftsmodelle. Eine besondere Rolle spielen dabei die Technologien: Internet of Things, Big Data, Cloud Computing und Virtual Reality.

### NEUE PRODUKTE UND GESCHÄFTSMODELLE

Die Digitalisierung der Holz- und Forstwirtschaft benötigt Daten. **Big-Data** setzt an der Waldzustandsinformation an und setzt sich über Bestands- und Bewirtschaftungsdaten bis hin zu Qualitäts- und Lieferdaten für die Weiterverarbeitung im Sägewerk fort. Moderne Mess-, Sensor- und

### VOM VIRTUELLEN WALD ZU WALD UND HOLZ 4.0

In Nordrhein-Westfalen beschäftigen sich Holz- und Forstwirtschaft bereits seit mehr als 10 Jahren mit dem **Virtuellen Wald.** Geschaffen worden sind Simulationsinstrumente (ForS, SILVA, VEROSIM), mit denen auf Grundlage von Parametern wie Topografie, Fauna, Boden und GIS-Daten, Bestands- und Zustandsdaten nach Holzarten das Waldwachstum simuliert werden kann, um Entscheidungsprozesse in Forstbetrieben technisch zu unterstützen.

Im **Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0** wird die Digitalisierung seit 2018 aktiv vorangetrieben. Grundlegende Idee ist es, die bislang zentralistisch geprägte Architektur der Forstbewirtschaftung auf eine dezentrale Struktur umzustellen, in der alle Assets der Holzernte, Daten zu Sortimenten, Arbeitsmaschinen und Predictive Maintenance, Arbeitsprozessen und Lieferketten in einer digitalen Anwendung verknüpft werden. Neuartige Greening-Maßnahmen und Waldumbauansätze werden hierüber vorbereitet. Am Kompetenzzentrum sind Institute der RWTH Aachen und der TU Dortmund sowie das Forstwirtschaftliche Bildungszentrum für Waldarbeit und Forsttechnik NRW (FBZ) in Arnsberg beteiligt. Gefördert wird das Kompetenzzentrum mit Mitteln aus dem EFRE und des Landes NRW.

Bildtechnik liefert diese Daten. Digitale Bilder und Waldzustandsinformationen zu Waldarealen entstehen durch den Einsatz von Drohnen, Satelliten und Waldmaschinen ebenso wie bei der konventionellen Waldbegehung. Mit den Daten und digitalisierten Bildern können die Biodiversität und der Wasserhaushalt einschließlich Trockenheitsgefährdungen und z. B. auch Waldbrände nachverfolgt werden. Das Waldwachstum nach Waldarten wird schlaggenau erfasst, es wird simuliert und Abweichungen veranlassen konkrete Aktionen der Waldpflege und -bewirtschaftung, um die Regenerationsfähigkeit und die Klimaresilienz zu stärken. Die Daten und Informationen sind wichtig für alle Stakeholder, für den Naturschutz, den Groß- und den Kleinstwaldbesitzer, Tourismus und Freizeitwirtschaft. Das **Internet of Things** in der Forstwirtschaft umfasst letztlich jeden einzelnen Baum, die zum Einsatz kommenden Waldmaschinen (z. B. Harvester, Vollholzernter) wie auch die Arbeitsprozesse der Waldarbeiter. Es ist insofern nicht nur ein Internet der Dinge, sondern auch der Personen und Dienste. Sägewerke können die Daten zu ihren spezifischen Holzbedarfen den forstwirtschaftlichen Betrieben melden und die Forstbetriebe den Sägewerken bereits nach der Holzernte genaue Daten zu den Holzmaßen für die Werksvermessung liefern.

Um diese Daten zu speichern und auszuwerten sowie auch um diverse Steuerungsinformationen auszulösen, werden **Cloudtechnologien** eingesetzt. In der Cloud laufen alle Daten zu Umwelt- und Naturschutzbelangen, Wetterprognosen und langfristig relevante Klimadaten, Sorten- und Wachstumsdaten zusammen. Die skizzierten Innovationen werden noch nicht auf breiter Ebene im Wald genutzt, aber sie werden bereits heute von vielen Forstbetrieben eingeführt und erprobt. Die Arbeit im Wald ist unter dem Gesichtspunkt des Arbeitsschutzes bis heute mit besonderen Gefährdungen verbunden. Auch um diese Arbeitsbedingungen zu verbessern, gibt es bereits digitale Anwendungen, speziell im Bereich der Virtual und Augmented Reality. So wird beispielsweise bereits die Ausbildung zur Führung von Maschinen, Harvestern und Forwardern mittels spezieller Fahrsimulatoren unterstützt. Hierdurch wird die Arbeit erleichtert, aber es nutzt auch einer wald- und waldwegeschonenden Bewirtschaftung, die Verdichtungen des Bodens vermeidet. Ebenso können Arbeitskräfte bei der praktischen Arbeit im Wald unterstützt werden, indem ihnen z. B. mittels einer Simulationsbrille Vorschläge für den Baumschnitt gemacht werden. Digitaltechnologie im Forst liefert der Holzindustrie wichtige Vorinformationen und Daten über ihr Vorprodukt und hierüber können sie selbst Einfluss auf kurz-, mittel- und langfristige Bewirtschaftungsmaßnahmen nehmen. Zusätzlich bieten sich auch für die Säge- und Holzindustrie im Zuge der grundsätzlichen Entwicklung unter dem Schlagwort Industrie 4.0 künftig neue Perspektiven.

An neuen Geschäftsmodellen partizipieren nicht nur mittelständische Unternehmen und größere Forstbetriebe, sondern z. B. auch die Kleinstwaldbesitzer. In NRW gibt es rund 150.000 Besitzerinnen und Besitzer von Privatwäldern, der überwiegende Teil sind Kleinstwälder. Häufig wurde der Wald geerbt und wird heute nicht mehr aktiv bewirtschaftet. Mit Digitaltechnologie könnten auch diese Privatpersonen dabei unterstützt werden, sich konkret an der Entwicklung von Waldökosystemen zu beteiligen. Digitale Technik liefert beispielsweise Bilder, Informationen und Daten über den eigenen Wald und kann dabei helfen, seine ökonomische wie ökologische Nutzung zu verbessern. Auch bei der Landschaftsplanung lassen sich die Belange der Forstwirtschaft, des Tourismus und des Naturschutzes besser in Einklang bringen und Vertragsnaturschutzprogramme auf präziser Datengrundlage aufsetzen.

## HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

Die spezifischen Herausforderungen liegen zum einen im erheblichen Investitionsbedarf für die forstwirtschaftlichen Betriebe und im erforderlichen Kompetenzzuwachs. Zudem sind die kommunikationstechnologischen Erfordernisse für die Betriebe zu bewältigen, die branchentypisch eher im ländlichen Raum angesiedelt sind. Funk und andere drahtlose Übertragungstechnologien, digitale Infrastruktur und Telekommunikationsnetze müssen ausgebaut und dabei die geographischen Gegebenheiten berücksichtigt werden. Der Teilmarkt ist von sehr heterogenen Organisationskulturen gekennzeichnet. Viele Betriebe arbeiten derzeit noch analog und per Laufzettel. Andere Betriebe sind bereits stark digitalisiert. Grundsätzlich besteht im Teilmarkt bzw. bei vielen Betrieben noch großes Digitalisierungspotenzial.

# 2.9 UMWELTFREUNDLICHE LANDWIRTSCHAFT

**1,8 %**
jährliches Plus der Erwerbstätigenzahl

Die Bruttowertschöpfung nimmt jährlich um 3,5 % zu und erreicht 2018 erstmals
**1 Mrd. €**

**Fast jedes 5. Patent**
der Umweltwirtschaft wird in dem Teilmarkt angemeldet

Überdurchschnittliche regionale Ausprägung:
**Niederrhein, Münsterland und Region Aachen**

**383 Mio. Euro**
Exportvolumen

**66 %**
davon durch umweltfreundliche Technologien

**24,4 %**
warenbezogene Exportquote:
deutlich über Bundesdurchschnitt

Überdurchschnittlich
**hohe Investitionen in Digitalisierung:**
- Precision Farming
- Smart Farming
- Landwirtschaft 4.0

**30 %**
aller Stellenausschreibungen beinhalten Digitalisierungskompetenzen

Das Anlegen von Blühstreifen zählt zu den Agrarumweltmaßnahmen.

## TEILMARKT: *UMWELTFREUNDLICHE LANDWIRTSCHAFT*

Für die Landwirtschaft ist es entscheidend, nachhaltig und umweltfreundlich zu arbeiten. Denn kaum eine andere Branche ist unmittelbarer vom Klimawandel betroffen und von Umweltressourcen abhängig wie die Landwirtschaft. Gleichzeitig trägt die Branche, z. B. durch Stoffeinträge in Böden und Gewässer sowie Treibhausgasmissionen, zum Klimawandel bei bzw. nimmt Umweltressourcen in Anspruch. Eine besondere Bedeutung kommt daher dem Teil der Branche zu, der sich der umweltfreundlichen Landwirtschaft zuwendet. Der nachhaltige Anbau von Lebens- und Futtermitteln sowie eine umweltbewusstere Bewirtschaftung der Betriebe sind mögliche Wege, die gesamte Branche zukunftsfähig aufzustellen.

Entsprechend der steigenden Bedeutung der Landwirtschaft für die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele wurde die Abgrenzung des Teilmarktes im Vergleich zu den vorherigen Ausgaben des Umweltwirtschaftsberichts Nordrhein-Westfalen überarbeitet. In der vorliegenden Ausgabe gliedert sich der Teilmarkt *Umweltfreundliche Landwirtschaft* jetzt in drei Marktsegmente, die im Folgenden dargestellt sind. Eine detaillierte Übersicht über die Abgrenzungen findet sich im Anhang.

Das Marktsegment **Ökologische und Regionale Landwirtschaft** beinhaltet alle Bereiche der Landwirtschaft, in denen gemäß der EU-Öko-Verordnung produziert wird – folglich sowohl den ökologischen Ackerbau als auch die Aufzucht und Haltung von Tieren gemäß Öko-Kriterien. Daneben gehen auch regional vertriebene landwirtschaftliche Erzeugnisse in das Marktsegment ein. Ergänzend werden die zugehörigen landwirtschaftlichen Dienstleistungen hinzugezählt.

Das Marktsegment **Agrarumweltmaßnahmen** umfasst alle Tätigkeitsbereiche, in denen die Landwirtschaft als Dienstleisterin für den Umweltschutz auftritt, beispielsweise durch die extensive Bewirtschaftung von Grünland, den Vertragsnaturschutz, die Zucht bedrohter Haus- und Nutztierrassen oder die Anlage von Blüh-, Schutz- und Schonstreifen.[14]

Im Marktsegment **Umweltfreundliche Technologien für die Landwirtschaft** werden etwa Maschinen und Hilfsmittel für eine umweltschonende Bewirtschaftung der Flächen dem Teilmarkt zugeordnet. Einerseits beinhaltet dies Gerätschaften, die speziell für die Anbau- und Produktionsmethoden der ökologischen Landwirtschaft benötigt werden. Andererseits werden darunter ebenfalls solche Maschinen verstanden, die zur Verbesserung des Umweltschutzes in der konventionellen Landwirtschaft beitragen, darunter auch Maßnahmen zur Unterstützung einer art-

gerechten Tierhaltung. Soweit bereits marktfähig und statistisch erfassbar, fließen auch Technologien für innovative Zukunftsansätze der Landwirtschaft in die Betrachtung ein, etwa das Precision Farming und das Vertical Farming.

## WIRTSCHAFTLICHER ÜBERBLICK UND ENTWICKLUNG

Die *Umweltfreundliche Landwirtschaft* hat als Teilmarkt der Umweltwirtschaft seit 2010 beständig an Bedeutung gewonnen, zählt aber mit aktuell rund 22.000 Erwerbstätigen bzw. knapp 5 % der in der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens Beschäftigten noch zu den kleineren Teilmärkten. Gemessen an ihrer Bruttowertschöpfung stellt sie beispielsweise den kleinsten Teilmarkt (3 %) mit 1 Mrd. Euro dar. Der Schwerpunkt der Erwerbstätigkeit liegt in den Marktsegmenten Ökologische und Regionale Landwirtschaft (40 %) und Agrarumweltmaßnahmen (41 %). In der Bruttowertschöpfung nimmt das Marktsegment Umweltfreundliche Technologien für die Landwirtschaft eine stärkere Rolle ein (30 %). Gemessen in Umsätzen entspricht dies sogar einem Anteil von 53 % des Teilmarktes.

Die positive Entwicklung der Umweltfreundlichen Landwirtschaft aus den vorangegangenen Berichtsjahren setzt sich weiterhin über alle Kennwerte fort. Insbesondere legten die Ausfuhren im exportorientierten Marktsegment Umweltfreundliche Technologien für die Landwirtschaft deutlich zu (4 % p. a.). Dies verstärkt die überdurchschnittlich gute Position Nordrhein-Westfalens in diesem Bereich. Die warenbezogene Exportquote der hiesigen Umweltfreundlichen Landwirtschaft liegt mit 24,4 % deutlich über dem Bundesdurchschnitt (15,3 %). Die starke Entwicklung des Umsatzes und der Bruttowertschöpfung folgt dem Export nahezu gleichauf mit je 3,5 % jährlichem Zuwachs zwischen 2010 und 2017 bzw. 2018. Infolgedessen legte die Erwerbstätigenzahl um 1,8 % p. a. zu. Darüber hinaus sank der Anteil der geringfügig Beschäftigten in diesem sehr saisonal geprägten Arbeitsfeld um mehr als zwei Prozentpunkte.

**Tabelle 9: Zentrale Kennzahlen des Teilmarktes Umweltfreundliche Landwirtschaft**

| | Nordrhein-Westfalen | | | Deutschland | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **2010** | **Aktuellstes Berichtsjahr** (siehe rechts) | **2010 – aktuellstes Jahr in % p. a.** | **Aktuellstes Berichtsjahr** |
| **Erwerbstätigkeit** | | | | | | | |
| Erwerbstätige | 19.000 | 22.000 | 1,8 % | 129.000 | 156.000 | 2,1 % | 2019 |
| Umweltfreundliche Technologien für die Landwirtschaft | 4.000 | 4.000 | 1,8 % | 19.000 | 24.000 | 2,6 % | 2019 |
| Ökologische und Regionale Landwirtschaft | 7.000 | 9.000 | 1,9 % | 52.000 | 63.000 | 2,1 % | 2019 |
| Agrarumweltmaßnahmen | 8.000 | 9.000 | 1,7 % | 58.000 | 69.000 | 2,0 % | 2019 |
| Anteil der Geringfügig Beschäftigten | 41,0 % | 38,7 % | –0,6 % | 31,8 % | 33,0 % | 0,4 % | 2019 |
| Erwerbstätigenanteil von NRW an D | 14,5 % | 14,1 % | –0,3 % | – | – | – | 2019 |
| **Ökonomische Leistung** | | | | | | | |
| Umsatz (Mio. €) | 1.220 | 1.555 | 3,5 % | 9.544 | 13.433 | 5,0 % | 2017 |
| Bruttowertschöpfung (Mio. €) | 775 | 1.021 | 3,5 % | 4.770 | 7.391 | 5,6 % | 2018 |
| **Internationaler Handel** | | | | | | | |
| Exportvolumen (Mio. €) | 279 | 383 | 3,6 % | 1.503 | 2.183 | 4,2 % | 2019 |
| Weltmarktanteil | 1,8 % | 1,8 % | 0,0 % | 9,7 % | 9,7 % | 0,1 % | 2018 |
| Warenbezogene Exportquote | 24,0 % | 24,4 % | 0,3 % | 16,4 % | 15,8 % | –0,5 % | 2017 |
| **Innovation und Digitalisierung** | | | | | | | |
| Anteil Patentanmeldungen an Umweltwirtschaft | 3,3 % | 4,6 % | 4,9 % | 3,3 % | 4,4 % | 4,4 % | 2017 |
| Digitalisierungsgrad | – | 1,2 | – | – | – | – | + |

+ abhängig von den Teilindikatoren (2017 – 2019)

Quellen: Prognos AG auf Basis von Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt, PATSTAT, Prognos Welthandelsmodell, Index Research, Arendi Zahlenwerk, Prognos Web Intelligence Tool, ORBIS, Erwerbstätigenzahlen mit Stichdatum 30.6. Weitere Erläuterung zu den Indikatoren finden sich im Indikatorenglossar im Anhang.

Während die Exporte (66 %) und der Umsatz (53 %) durch das Marktsegment Umweltfreundliche Technologien der Landwirtschaft klar geprägt werden, befindet sich der Großteil (81 %) der Erwerbstätigen in den beiden Marktsegmenten Ökologische und Regionale Landwirtschaft und Agrarumweltmaßnahmen (ABBILDUNG 51). Insbesondere in diesen zwei Marktsegmenten machen geringfügig Beschäftigte einen relevanten Teil der Erwerbstätigen aus. Über alle drei Marktsegmente hinweg entsprach der Anteil der geringfügig Beschäftigten im vergangenen Jahr 38,7 %.

Als tragende Stütze für die weitere Verarbeitung und den Vertrieb von ökologischen Produkten und Dienstleistungen tragen die Marktsegmente Ökologische und Regionale Landwirtschaft und Agrarumweltmaßnahmen zusammen 718 Mio. Euro bzw. 70 % zur Bruttowertschöpfung des Teilmarktes bei. Die kontinuierlich positive Entwicklung des Teilmarktes zeigt sich ebenfalls in der detaillierten Betrachtung der Erwerbstätigenentwicklung (ABBILDUNG 52).

Der Lokalisationsquotient[15] der Erwerbstätigen in der Umweltfreundlichen Landwirtschaft hebt die unterschiedlichen geographischen Besonderheiten der Regionen hervor (ABBILDUNG 53). Die flachen und weniger dicht besiedelten Wirtschaftsregionen Niederrhein, Münsterland, Aachen und Ostwestfalen zeigen im Vergleich zum Landesdurchschnitt einen überdurchschnittlichen Anteil der Er-

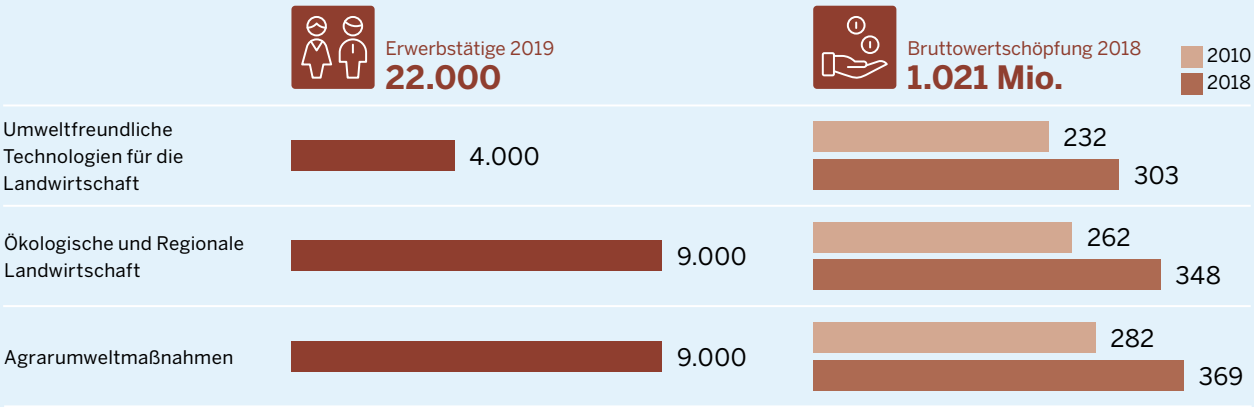



**Abbildung 51: Erwerbstätige 2019 und Bruttowertschöpfung in Mio. Euro 2010 und 2018 im Teilmarkt ULA in Nordrhein-Westfalen nach Marktsegmenten**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

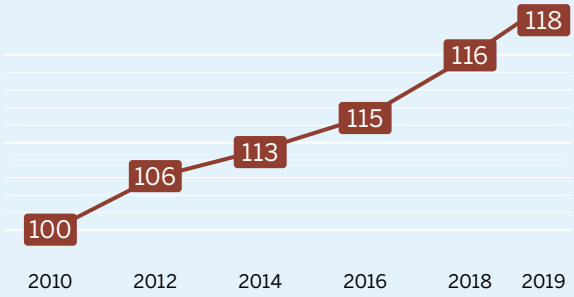



**Abbildung 52: Entwicklung der Erwerbstätigkeit im Teilmarkt ULA (Index 2010=100)**

Quellen: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes.

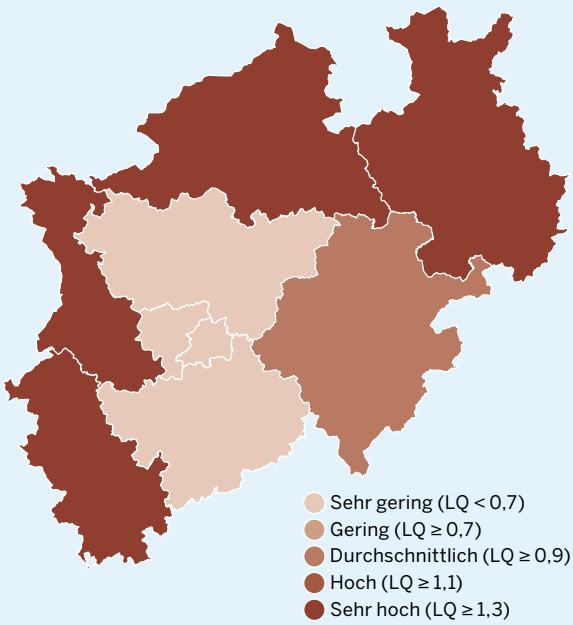



**Abbildung 53: Regionale Ausprägung (Lokalisationsquotient) des Teilmarktes ULA**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und IT.NRW.

werbstätigen in der Umweltfreundlichen Landwirtschaft (>1,3). Der charakteristische Unterschied zwischen urban und ländlich geprägten Wirtschaftsregionen wird hier besonders deutlich.

## DIGITALISIERUNG: INNOVATIONS- UND DISRUPTIONSPOTENZIALE

Digitale Innovationen in der Landwirtschaft verändern die Arbeit in den Betrieben sichtbar. Moderne Betriebe verfügen über Futterroboter oder nutzen Drohnen, um die Ackerbestände zu überwachen. Im Zuge der Modernisierung der Landwirtschaft sind in den letzten Jahren zahlreiche digitale Produkte sowie ganzheitliche Konzepte wie Smart Farming entstanden. Die Digitalisierung prägt die Landwirtschaft in bemerkenswerter Weise und bietet dabei zahlreiche Chancen aber auch Herausforderungen für die Betriebe. Digitale Innovationen können nicht nur die Landwirte entlasten, sondern auch den Pflanzenschutz effizienter gestalten und zu $CO_2$-Emissionen beitragen.

### Digitalisierungsgrad des Teilmarktes[16]

Die hohe Relevanz von Digitalisierung und digitalen Innovationen im Teilmarkt zeigt sich u. a. in der quantitativen Digitalisierungsanalyse. Hierbei wurde deutlich, dass im letzten Jahr herausragend viele Akteure im Teilmarkt *Umweltfreundliche Landwirtschaft* Stellengesuche mit Digitalbezug veröffentlicht haben. Rund **30 % aller Stellenausschreibungen im Teilmarkt beinhalten Digitalisierungskompetenzen** als zentrale Anforderung an die zukünftigen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer. Damit liegt der Teilmarkt deutlich über der Gesamtwirtschaft Nordrhein-Westfalens, in der nur 9,4 % der Stellenausschreibungen digitale Kenntnisse fordern.

Weitergehend sind die **Investitionen in Digitalisierung** im Teilmarkt verglichen mit der nordrhein-westfälischen Gesamtwirtschaft ebenfalls **überdurchschnittlich hoch.** Im Jahr 2017 können 9 % der Investitionen im Teilmarkt den Informations- und Kommunikationstechnologien zugerechnet werden – ein Ergebnis, das 2 Prozentpunkte über dem entsprechenden Wert für die Gesamtwirtschaft liegt.

## NEUE PRODUKTE UND GESCHÄFTSMODELLE

Auf dem Weg zu einer umweltfreundlichen Landwirtschaft leistet die Digitalisierung einen wichtigen Beitrag. Digitale Produkte und Geschäftsmodelle ermöglichen einen optimierten Einsatz von Arbeitszeit und -kraft sowie Ressourcen. Im Rahmen der qualitativen Analyse des Teilmarktes zur Digitalisierung sind die Neuen Technologien Internet of Things, Robotic, Big Data und Cloud Computing als Treiber für die digitale Transformation in der umweltfreundlichen Landwirtschaft besonders hervorgetreten.

**Big-Data-**Anwendungen können in Verbindung mit GPS-Daten die Effizienz und Planbarkeit in den Betrieben erhöhen. Moderne, mit Sensoren ausgestattete landwirtschaftliche Geräte liefern enorme Datenmengen, welche mittels **Cloud Computing** gespeichert und per Algorithmen ausgewertet werden. Weitere Technologien – z. B. Drohnen oder lokalisierte Wetterdaten – können den Landwirten „in Echtzeit" Informationen über die Ackerbestände wie die Pflanzenhöhe, die Ährendichte oder auch den Abreifegrad bzw. den optimalen Zeitpunkt der Ernte liefern. Durch die beständige Beobachtung der Getreidebestände kann gezielter gedüngt und geerntet sowie in den Folgejahren nach der Auswertung der Daten das Saatgut präziser ausgebracht werden. Digitale Analysetools können so dazu beitragen, landwirtschaftliche Betriebe ressourceneffizienter und nachhaltiger zu führen.

### PRECISION FARMING VS. SMART FARMING / LANDWIRTSCHAFT 4.0

**Precision Farming** (dt. Präzise Landwirtschaft) ermöglicht den effizienten und ressourcenschonenden Einsatz autonomer bzw. hoch automatisierter Maschinen in landwirtschaftlichen Betrieben, indem systematisch ortsbezogene Daten erfasst, aufbereitet und für die Bewirtschaftung genutzt werden.

Diese Daten – seien es GPS-Koordinaten, Kameraanalysen von Ackerbeständen, per Sensoren erfasste Mengen ausgebrachten Düngers bzw. Pflanzenschutzmittels oder Daten zur Tierhaltung – können übergreifend für ein **Smart Farming** bzw. intelligentes Farm Management (auch **Landwirtschaft 4.0** genannt) eingesetzt werden. Smart Farming greift dabei das Precision Farming auf und verknüpft die einzelnen Daten- und Informationsquellen weiter miteinander, sodass weitgehend automatisierte Austausch- und Regelprozesse ermöglicht werden.

Gefördert wird das Kompetenzzentrum mit Mitteln aus dem EFRE und des Landes NRW.

Der 2018 eingeführte Studiengang Precision Farming der Hochschule Ostwestfalen-Lippe trägt der zunehmenden Digitalisierung der Landwirtschaft Rechnung.

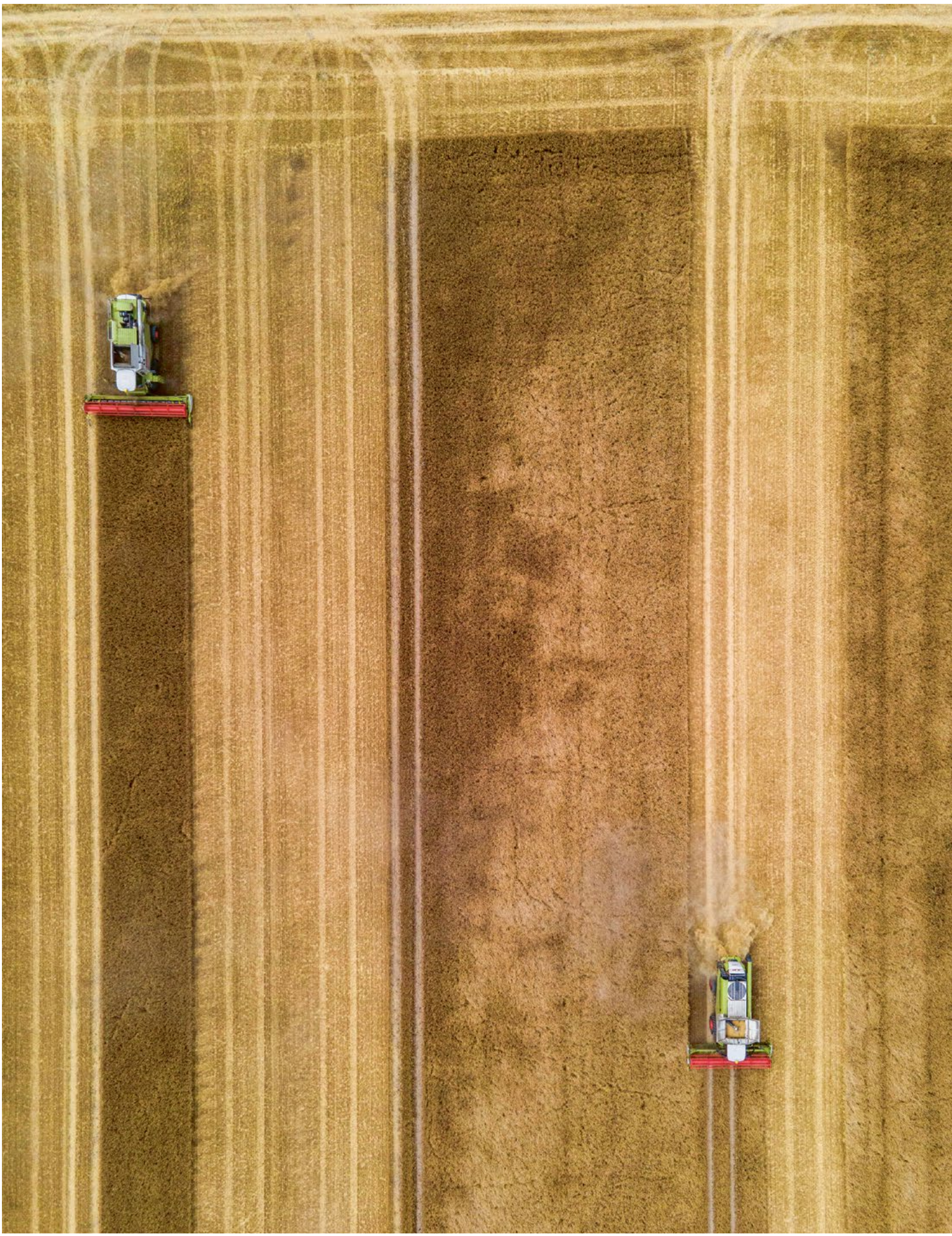
Auch im Bereich Automatisierung in der Landwirtschaft wurden zahlreiche, gewinnbringende Innovationen hervorgebracht. **Robotertechnologien** wie automatische Fütterungsanlagen ermöglichen den Landwirten ein bedarfsgerechtes Wirtschaften. Automatisiert erhalten Tiere die notwendigen Mengen an Grund- und Kraftfutter. Die Automatisierungstechnik spielt auch zunehmend in der Ackerbewirtschaftung eine Rolle. Automatische Lenksysteme, welche die Fahrspur präzisieren, werden zunehmend genutzt. Selbstfahrende Landtechnik wie vollautonome Traktoren findet in Deutschland allerdings bislang wenig Anwendung.

## HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

Egal ob Drohnen, Sensoren oder Roboter, digitale Innovationen haben das Potenzial, den Landwirten die Arbeit zu erleichtern und ihnen täglich Zeit sowie Ressourcen einzusparen. Jedoch geht es mit erheblichen Investitionen einher, digitale, innovative Produkte anzuschaffen und ganze Betriebe zu einer Landwirtschaft 4.0 umzustellen. Da bei einem Mix aus neuen digitalisierten „smarten“ und alten herkömmlichen Geräten kein Datenaustausch unter den Geräten möglich ist, sind Landwirte oftmals gezwungen, die Betriebe in Teilbereichen oder sogar komplett auf smarte Maschinen umzustellen. Insbesondere die ohnehin stark unter Druck stehenden kleineren landwirtschaftlichen Betriebe, die nicht über die finanziellen Mittel verfügen, große Investitionen in digitale Innovationen zu tätigen, stehen hier vor großen Herausforderungen. Neue Aspekte – wie haftungsrechtliche Fragestellungen beim Einsatz von automatisierten Drohnen – und die für die digitalisierte Betriebsführung notwendige Fort- und Weiterbildung der Mitarbeitenden stellen weitere Hürden dar. Somit stellt sich die Frage, ob die Digitalisierung Auswirkungen auf die Betriebsstrukturen haben wird und ob auch kleinere und mittlere Betriebe von den Potenzialen neuer Technologien profitieren werden.

Weitergehend stellt eine daten- und serviceunterstützte Agrarwirtschaft die Landwirte vor die Entscheidung, ob und welche Daten sie unter welchen Bedingungen preisgeben wollen. Die Konzentration von Anbaudaten in der Hand weniger marktmächtiger Anbieter, die mit Abhängigkeitsbeziehungen und mitunter auch mit dem Verlust der wirtschaftlichen Souveränität für die Landwirte einhergeht, muss hier problematisiert werden.

Auf technischer Seite setzt Smart Farming die Verfügbarkeit von schnellen und stabilen Datenverbindungen voraus, die gerade im ländlichen Raum noch nicht gegeben ist. Der Breitbandausbau, also die flächendeckende Versorgung mit Glasfaser, sowie der Aufbau eines lückenlosen 5G-Mobilfunknetzes sind für die digitale Landwirtschaft unerlässliche Rahmenbedingungen.



GPS-unterstützte Getreideernte im Kreis Warendorf, 2020

# 3 ENTWICKLUNG UND PERSPEKTIVEN IN DEN REGIONEN

# ÜBERBLICK DER WIRTSCHAFTSREGIONEN

Die regionale Spezialisierung des Teilmarktes **Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft** ist vor allem in **Süd- und Ostwestfalen-Lippe** sowie im **Münsterland** besonders hoch.

**Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft** sind in **6 Regionen** der jeweils **größte Teilmarkt.**

**Umweltfreundliche Mobilität** ist in den Regionen **Köln/Bonn, Düsseldorf** und dem **Bergischen Städtedreieck** größter Teilmarkt.

Der **Beitrag der Umweltwirtschaft** an den neu ausgeschriebenen Stellen ist in **7 von 9 Regionen über-proportional** in Bezug auf ihren Anteil an der Gesamtwirtschaft.

Die regionale Spezialisierung des Teilmarktes **Umweltfreundliche Landwirtschaft** ist am **Niederrhein,** in der **Region Aachen** sowie im **Münsterland** besonders ausgeprägt.

Die **höchste Ausprägung** der Umweltwirtschaft findet sich in **Südwestfalen** (LQ 1,11).

Der Teilmarkt **Umweltfreundliche Mobilität wächst** in **allen Regionen** mindestens **anderthalb-mal schneller** als die jeweilige gesamte Umweltwirtschaft.

**In allen Regionen** sind die **Stellenausschreibungen der Umweltwirtschaft** von **höheren Digitalisierungsanforderungen** gekennzeichnet als in der Gesamtwirtschaft.

Als ebenso bevölkerungsreiches wie wirtschaftsstarkes Flächenland vereint Nordrhein-Westfalen die individuellen Strukturmerkmale von gleich neun profilierten Wirtschaftsregionen. Auch die Umweltwirtschaft weist regional diversifizierte Kompetenzprofile mit teils angestammten, teils sich neu entwickelnden Technologie-Schwerpunkten auf. Die Kombination von Diversifikation und regionalen Kompetenzen stellt eine besondere Stärke der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft dar – sowohl im nationalen als auch im internationalen Wettbewerb.

Das folgende Kapitel analysiert die Kompetenzen und Schwerpunkte der Umweltwirtschaft für alle neun Wirtschaftsregionen: Bergisches Städtedreieck, Metropole Ruhr, Münsterland, Niederrhein, Ostwestfalen-Lippe, Aachen, Düsseldorf, Köln/Bonn, Südwestfalen. Die Regionalprofile gehen, neben den getroffenen Aussagen zu den aktuellen wirtschaftlichen Kern-Indikatoren, auf die regionalen Ergebnisse der Digitalisierungsanalysen ein und bilden die qualitativen Erkenntnisse zu innovativen Projekten, Netzwerken, Initiativen und Forschungseinrichtungen der Umweltwirtschaft ab. Diese Art der Darstellung gibt allen lokal handelnden Akteuren – wie Wirtschaftsförderungen, Verbänden und Unternehmerinnen und Unternehmern – praxisorientierte Informationen in kompakter Form an die Hand.

Der Zuschnitt der Regionen folgt dabei, wie schon in den bisherigen Umweltwirtschaftsberichten (2015 und 2017), der regionalen Zuordnung des Wirtschaftsministeriums sowie den Angaben der regionalen Entwicklungsgesellschaften. Beim Vergleich mit früheren Ausgaben ist jedoch zu beachten, dass im vorliegenden Bericht erstmals auch die geringfügig Beschäftigten zu den Erwerbstätigen gezählt werden, d.h. die Angaben zu regionalen wie landesweiten Beschäftigtenzahlen der Umweltwirtschaftsberichte 2015 und 2017 sind mit dem aktuellen Bericht nicht direkt vergleichbar. Um die Entwicklung seit 2010 zu analysieren, wurden auch die zurückliegenden Jahre für diesen Bericht neu berechnet.

Neu ist zudem die gesonderte Betrachtung des Rheinischen Reviers sowie des 5-StandortePrograms der Metropole Ruhr als Fokusregionen. Vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen im Zuge des Kohleausstiegs und des damit verbundenen Strukturwandels bestehen in diesen Gebieten besondere Herausforderungen und Potenziale für die Umweltwirtschaft. Das Rheinische Revier erstreckt sich über mehrere Kreise der drei Wirtschaftsregionen Aachen, Niederrhein und Köln/Bonn. Im Ruhrgebiet sind durch den Ausstieg aus der Kohleverstromung fünf weitere Städte bzw. Kreise erneut besonders vom Strukturwandel betroffen.

**Tabelle 10: Übersicht über die Zusammensetzung der Wirtschaftsregionen Nordrhein-Westfalens**

| Wirtschaftsregion | Kreise/Kreisfreie Städte (in alphabetischer Reihenfolge) | | |
|---|---|---|---|
| **Bergisches Städtedreieck** | Remscheid, Stadt | Solingen, Stadt | Wuppertal, Stadt |
| **Metropole Ruhr** | Bochum, Stadt<br>Bottrop, Stadt<br>Dortmund, Stadt<br>Duisburg, Stadt<br>Ennepe-Ruhr-Kreis | Essen, Stadt<br>Gelsenkirchen, Stadt<br>Hagen, Stadt<br>Hamm, Stadt<br>Herne, Stadt | Mülheim an der Ruhr, Stadt<br>Oberhausen, Stadt<br>Recklinghausen<br>Unna<br>Wesel |
| **Münsterland** | Borken<br>Coesfeld | Münster, Stadt<br>Steinfurt | Warendorf |
| **Niederrhein** | Kleve<br>Krefeld, Stadt | Mönchengladbach, Stadt<br>Rhein-Kreis Neuss | Viersen |
| **Ostwestfalen-Lippe** | Bielefeld, Stadt<br>Gütersloh<br>Herford | Höxter<br>Lippe<br>Minden-Lübbecke | Paderborn |
| **Region Aachen** | Düren<br>Euskirchen | Heinsberg | Städteregion Aachen |
| **Region Düsseldorf** | Düsseldorf, Stadt | Mettmann | |
| **Region Köln/Bonn** | Bonn, Stadt<br>Köln, Stadt<br>Leverkusen, Stadt | Oberbergischer Kreis<br>Rhein-Erft-Kreis<br>Rheinisch-Bergischer Kreis | Rhein-Sieg-Kreis |
| **Südwestfalen** | Hochsauerlandkreis<br>Märkischer Kreis | Olpe<br>Siegen-Wittgenstein | Soest |
| **Fokusregion Rheinisches Revier** | Düren<br>Euskirchen<br>Heinsberg | Mönchengladbach<br>Rhein-Erft-Kreis<br>Rhein-Kreis Neuss | Städteregion Aachen |
| **5 StandortePrograms der Metropole Ruhr** | Duisburg, Stadt<br>Gelsenkirchen, Stadt | Hamm, Stadt<br>Herne, Stadt | Unna |

Quelle: Prognos AG auf Basis von MWIDE NRW und NRW.Invest

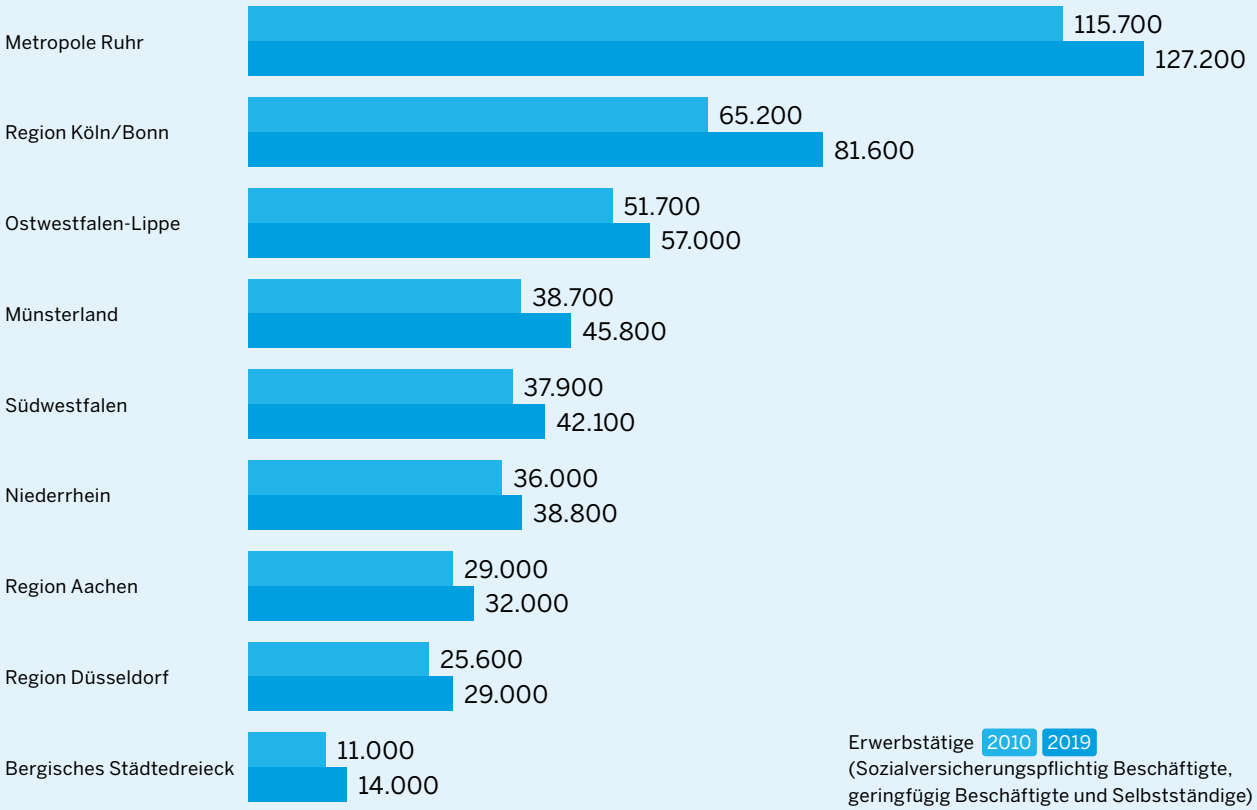



**Abbildung 54: Übersicht über die Entwicklung der Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft nach Regionen seit 2010**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit, IT.NRW und des Statistischen Bundesamtes

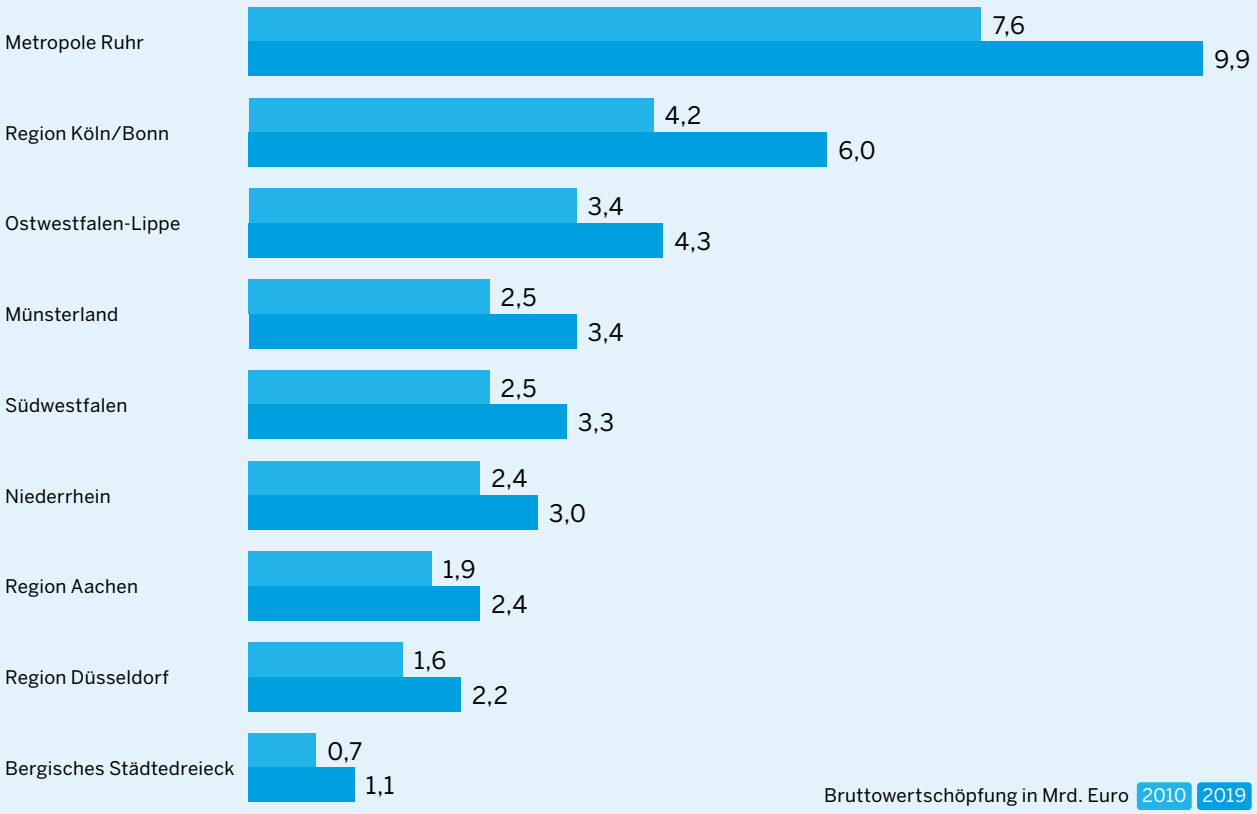



**Abbildung 55: Übersicht über die Entwicklung der Bruttowertschöpfung der Umweltwirtschaft nach Regionen seit 2010**

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit, IT.NRW und des Statistischen Bundesamtes

Nach wie vor hebt sich die Metropole Ruhr als größter Wirtschaftsstandort in ihrer Bedeutung für die nordrhein-westfälische Umweltwirtschaft ab: Mit über einem Viertel der Erwerbstätigen im Land erwirtschaftete sie ebenfalls ein Viertel der gesamten Bruttowertschöpfung. Die Metropole Ruhr stellt damit weiterhin das Zentrum der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens dar. Bei der Beschäftigung konnte sich die Region seit 2010 um 11.500 Erwerbstätige steigern. Allein dieser Zuwachs entspricht etwa der Erwerbstätigenanzahl in der gesamten Umweltwirtschaft des Bergischen Städtedreiecks. Die Region Köln/Bonn, die mit 81.600 Erwerbstätigen den zweitgrößten Umweltwirtschaftsstandort in Nordrhein-Westfalen bildet, wuchs ab 2010 sogar um ca. 16.400 Erwerbstätige. Aufgrund der stark unterschiedlichen Größe der Wirtschaftsregionen ist ein Direktvergleich der absoluten Erwerbstätigenzahlen jedoch nur bedingt aussagekräftig. Aus diesem Grund wurden weitere Auswertungsschritte unternommen, die im Folgenden dargestellt sind.

Die Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen wächst über alle Regionen hinweg kontinuierlich, sowohl im Bereich der Erwerbstätigen als auch in der Bruttowertschöpfung – wobei das Wachstum der Wertschöpfung im Vergleich doppelt so hoch ist. Zeigt sich auf der Betrachtungsebene von Nordrhein-Westfalen noch, dass die Umweltwirtschaft ähnlich schnell wächst wie die Gesamtwirtschaft (+1,4 % Erwerbstätige p. a.), so offenbart der Blick in die Regionen deutliche Unterschiede: Die höchsten Wachstumsraten bei den Erwerbstätigen treten im Bergischen Städtedreieck (+2,6 % p. a.) auf. Zwar führt dort, in der kleinsten Umweltwirtschaftsregion Nordrhein-Westfalens, eine vergleichsweise geringe Veränderung der absoluten Werte schnell zu einer hohen relativen Wachstumsrate, dennoch ist es bemerkenswert, dass die Umweltwirtschaft in der Region im Vergleich zur Gesamtwirtschaft (+1,2 % p. a.) mehr als doppelt so schnell wächst. Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich auch in der zweitgrößten Region Köln/Bonn mit einem jährlichen Zuwachs von 2,5 % an Erwerbstätigen, welches das Wachstum der Gesamtwirtschaft der Region (+1,8 % p. a.) um 70 % übertrifft. Die geringste Wachstumsrate im Vergleich zur Gesamtwirtschaft findet sich am Niederrhein – hier wächst die Gesamtwirtschaft (+1,4 % p. a.) 1,75-mal schneller als die Umweltwirtschaft (+0,8 % p. a.). Ein langsameres Wachstum findet sich auch in den Regionen Aachen und Ostwestfalen-Lippe, in denen die Gesamtwirtschaft jeweils 45 % schneller wächst.

Die dargestellten prozentualen Wachstumsveränderungen erlauben einen ersten Blick auf Entwicklungen und Stärken der Umweltwirtschaft in den Regionen. Um darüber hinaus auch regionale Schwerpunktsetzungen sichtbar zu machen, wurden im nächsten Auswertungsschritt die jeweiligen Lokalisationsquotienten (LQ) ermittelt. Der Lokalisationsquotient setzt den Anteil eines Teilmarktes an den Erwerbstätigen einer Region ins Verhältnis zum entsprechenden Wert für ganz Nordrhein-Westfalen. Ein Lokalisationsquotient größer 1 drückt dabei eine überdurchschnittliche Spezialisierung aus. Eine detaillierte Erläuterung zur Ermittlung und Abbildung der Lokalisationsquotienten findet sich im Anhang im Glossar.

Die höchste Ausprägung des Lokalisationsquotienten zeigen die Regionen Südwestfalen und die Metropole Ruhr: Für beide liegt der Anteil der Umweltwirtschaft jeweils ca. 10 % über dem nordrhein-westfälischen Durchschnitt (LQ von rund 1,1). Bei genauerer Betrachtung zeigen sich jedoch interessante Unterschiede: Die Metropole Ruhr spielt in der Kombination aus absoluter Größe und überdurchschnittlichem Lokalisationsquotienten eine beson-

**Tabelle 11: Lokalisationsquotienten der einzelnen Teilmärkte aufgeschlüsselt nach Regionen**

| | UMO | MMR | EEF | WAS | ETS | MST | ULA | NHF | UW gesamt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bergisches Städtedreieck** | 1,23 | 0,97 | 0,87 | 0,82 | 1,00 | 1,07 | 0,38 | 0,12 | 0,92 |
| **Metropole Ruhr** | 1,24 | 1,18 | 1,02 | 1,20 | 1,15 | 1,10 | 0,47 | 0,25 | 1,08 |
| **Münsterland** | 0,59 | 0,86 | 1,15 | 1,15 | 1,02 | 0,98 | 1,92 | 2,03 | 1,02 |
| **Niederrhein** | 0,94 | 1,22 | 0,86 | 0,92 | 0,91 | 0,79 | 2,41 | 0,55 | 1,03 |
| **Ostwestfalen-Lippe** | 0,81 | 1,01 | 0,96 | 0,93 | 0,88 | 0,98 | 1,32 | 2,25 | 1,02 |
| **Region Aachen** | 0,86 | 1,02 | 1,16 | 0,99 | 1,36 | 1,12 | 1,57 | 0,85 | 1,05 |
| **Region Düsseldorf** | 0,90 | 0,77 | 0,89 | 0,63 | 0,70 | 0,70 | 0,35 | 0,10 | 0,74 |
| **Region Köln/Bonn** | 1,21 | 0,78 | 0,93 | 0,95 | 0,93 | 1,12 | 0,65 | 0,45 | 0,92 |
| **Südwestfalen** | 0,71 | 1,13 | 1,17 | 0,95 | 0,97 | 0,82 | 0,91 | 3,39 | 1,11 |

Quelle: Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und IT.NRW

dere Rolle für die nordrhein-westfälische Umweltwirtschaft. Ebenso wie in den anderen Agglomerationsräumen der Region Köln/Bonn, der Region Düsseldorf und dem Bergischen Städtedreieck zeigt sich hier insbesondere in den „urban geprägten" Teilmärkten (UMO, MMR, WAS, ETS, MST) eine überdurchschnittliche Spezialisierung. Vor allem der in diesen Regionen besonders stark ausgeprägte Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* fungiert als ein starker Wachstumstreiber für zukünftige Entwicklungen der Umweltwirtschaft. Vor dem Hintergrund steigender Herausforderungen des konventionell angetriebenen Individualverkehrs (Luftverschmutzung, hohe Fahrzeiten, Parkplätze, zunehmender City-Logistikverkehr) und der Förderung emissionsfreier (ÖPNV-)Alternativen sind hier umfassende Entwicklungen zu erwarten. In Südwestfalen, wie auch in den anderen ländlich geprägten Regionen Nordrhein-Westfalens (Münsterland, Niederrhein, Ostwestfalen-Lippe), besteht eine noch größere Bandbreite bei den Lokalisationsquotienten der Teilmärkte. In Südwestfalen reicht die Streuung beispielsweise von einem LQ von 0,7 bis 3,4. Gerade die flächenintensiven Teilmärkte *Umweltfreundliche Landwirtschaft* und *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* weisen in diesen Regionen eine besonders hohe Ausprägung auf.

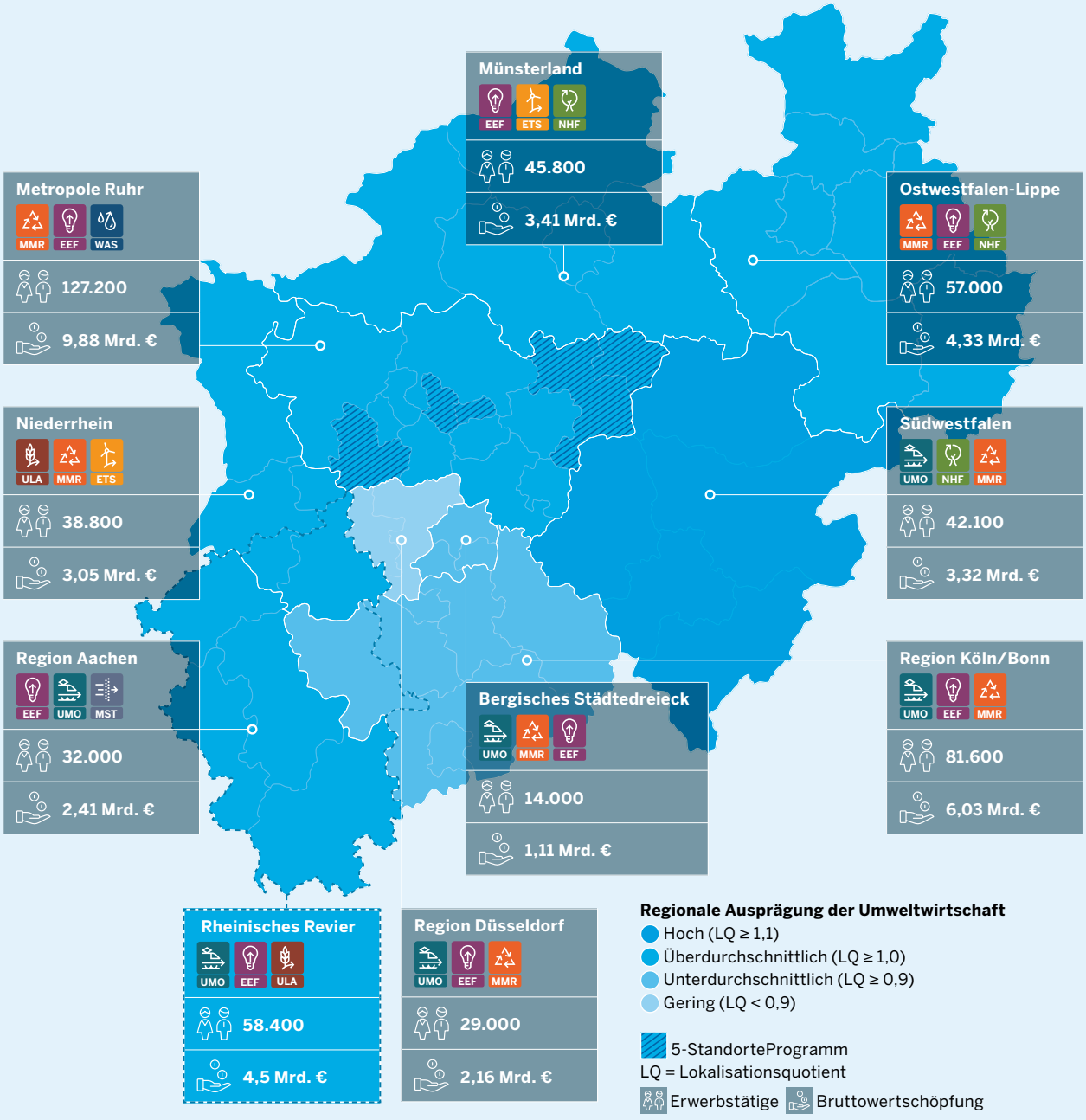



**Abbildung 56: Umweltwirtschaftliche Kennzahlen der Regionen und des Landes Nordrhein-Westfalen**

Quelle: Eigene Darstellung der Prognos AG auf Basis der Bundesagentur für Arbeit, IT.NRW und des Statistischen Bundesamtes; die Auswahl der Schwerpunkt-Teilmärkte erfolgt auf Basis einer qualitativen Einordnung der Forschungs- und Unternehmenskompetenzen der Regionen.

Tief im Westen wird die neue Berliner S-Bahn auf Herz und Nieren überprüft: Das Siemens Prüf- und Validationscenter in Wegberg-Wildenrath.

Eine Auswertung der Produktivität, also der Wertschöpfung pro Erwerbstätigem, zeigt zunächst deutliche Unterschiede zwischen den Teilmärkten auf. In Nordrhein-Westfalen übertrifft z. B. die durchschnittliche Produktivität im Teilmarkt Umweltfreundliche Energiewandlung, Transport und Speicherung die des Teilmarkts *Umweltfreundliche Landwirtschaft* um mehr als das Doppelte (105.000 Euro gegenüber 46.000 Euro). Aber auch in regionaler Perspektive werden Unterschiede deutlich. In den kleineren Regionen der Umweltwirtschaft liegt die Produktivität häufig über den Werten eigentlich größerer Regionen: Beispielsweise generiert ein Erwerbstätiger der Umweltwirtschaft im Bergischen Städtedreieck ca. 6.000 Euro jährlich mehr Wertschöpfung als in der Region Köln/Bonn. Die Differenz entspricht ca. 7,7 % der gesamten Wertschöpfung pro Erwerbstätigem. Eine nach absoluten Zahlen starke Region weist also nicht zwangsläufig die stärkste Wirtschaftskraft pro Erwerbstätigem auf. Im Gegenteil: Mit steigender Größe eines Teilmarktes in einer Region lässt sich meist auch ein steigender Anteil an geringer qualifizierten Erwerbstätigen, die pro Kopf eine entsprechend niedrigere Wertschöpfung generieren, beobachten.

Die Besetzung von Nischen in den regionalen Teilmärkten durch kleine, hoch spezialisierte und besonders nachgefragte Unternehmen kann deutliche Impulse für die Wertschöpfung liefern. Eine Förderung von Gründungen und Innovationen auf der regionalen Ebene sollte daher auch die im umweltwirtschaftlichen Profil der Region weniger präsenten Teilmärkte im Sinne einer „Schwächen zu Chancen"-Strategie berücksichtigen.

# PROFILE UND THEMEN DER REGIONEN

## BERGISCHES STÄDTEDREIECK

### STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT IN DER REGION

Das Bergische Städtedreieck verfügt über eine große Expertise im Bereich der Umweltwirtschaft, die von einer überdurchschnittlichen Forschungsintensität in den Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsunternehmen der Region getragen wird.

Stärken der Region liegen im Bereich der energie- und ressourceneffizienten Stadt- und Quartiersentwicklung einschließlich smarter (E-)Mobilitätsangebote. In all diesen Bereichen weist die Region hohe Digitalisierungskompetenzen auf.

Traditionell dominieren im Städtedreieck auch neue Ideen an der Schnittstelle zwischen Umweltwirtschaft und klassisch-produktionsorientierten Branchen. Ein Fokusthema ist hier die Materialwissenschaft, insbesondere Innovationen im Bereich technischer Oberflächen. Die entsprechenden Industriebranchen sind in der Region in zahlreichen Netzwerken organisiert und geben ihr ein spezifisches Gesicht.

Insgesamt bietet die Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalens kleinster Wirtschaftsregion Arbeitsplätze für über 14.000 Erwerbstätige, d. h. ca. 4,5 % der insgesamt 308.000 Erwerbstätigen der Region, und erwirtschaftet eine Bruttowertschöpfung von über 1,11 Mrd. Euro. Zwischen 2010 und 2019 wuchs die Erwerbstätigenzahl in der Umweltwirtschaft im Bergischen Städtedreieck mit ca. 2,6 % p. a. mehr als doppelt so schnell wie die Gesamtwirtschaft und fast doppelt so schnell wie die Umweltwirtschaft im Landesdurchschnitt. Auch in der Bruttowertschöpfung entwickelt sich die Umweltwirtschaft im Bergischen Städtedreieck mit einem Plus von 5,6 % p. a. im Vergleich zur gesamten Wirtschaft und zum Bundesland insgesamt deutlich dynamischer. Mit einem Lokalisationsquotienten von 0,92 liegt in der Umweltwirtschaft eine leicht unterdurchschnittliche Spezialisierung vor.

Regionale Schwerpunkte der Umweltwirtschaft im Bergischen Städtedreieck sind die Teilmärkte *Umweltfreundliche Mobilität*, *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* sowie *Energieeffizienz und Energieeinsparung*. Der Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* erzielt, trotz der um ca. 600 höheren Erwerbstätigenzahl und der überdurchschnittlichen regionalen Ausprägung (der LQ 1,23 ist zweitstärkster Wert in NRW), lediglich ca. drei Viertel der Bruttowertschöpfung des Teilmarktes *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*. Dies ist auf die hohe Bruttowertschöpfung zurückzuführen, die sich aus verhältnismäßig geringen Vorleistungsaufwendungen und hohen Produktionswerten ergibt. Ausschlaggebend dafür ist insbesondere die zentrale Funktion des Teilmarktes für die Kreislaufwirtschaft.

**Das Bergische Städtedreieck zeigt in der Verbindung umweltwirtschaftlicher Innovationen mit der industriellen Basis, wie in agilen Netzwerken Strukturwandel umgesetzt werden kann. Vorbildhaft werden dabei Mobilitäts-, Energie- und Ressourceneffizienzkonzepte in urbanen Kontexten in Reallaboren erprobt und für einen größeren Rollout vorbereitet.**

- **Deutlich überdurchschnittliche Spezialisierung des Teilmarktes UMO – 1,23**
- **2,6 % jährliches Wachstum der Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft ist Spitzenwert in NRW**
- **Positive Erwerbstätigenentwicklung im Teilmarkt ETS (+1,4 % p. a.).**

Mit Blick auf die Marktsegmente zeigen sich zwischen 2010 und 2019 punktuell starke Entwicklungen: So verachtfachte sich die Zahl der Erwerbstätigen im Marktsegment Intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur, im Segment Nachwachsende Rohstoffe und umweltfreundliche Materialien verdreifachte sie sich.

Bedeutendstes **Marktsegment** bleibt Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen mit ca. 3.300 Erwerbstätigen. Ein überdurchschnittlicher Wachstumsmarkt bleibt auch der Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung*, insbesondere das Segment der Energieeffizienten Produktionsprozesse und Technologien konnte deutliche Zuwächse der Erwerbstätigen (+5,6 % p. a. seit 2010) verzeichnen. Trotz dieses Wachstums ist der Teilmarkt mit einem Lokalisationsquotienten von 0,87 unterdurchschnittlich ausgeprägt.

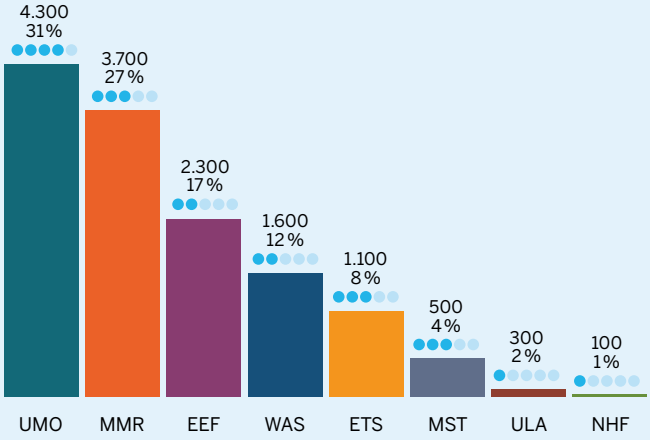
Auf dem Arbeitsmarkt stellt sich die Umweltwirtschaft im Bergischen Städtedreieck heterogen dar: Während in Wuppertal und Solingen jeweils weniger als 4 % aller Stellen einen umweltwirtschaftlichen Bezug aufweisen, nimmt dieser Wert in Remscheid mit über 9 % einen Spitzenplatz im landesweiten Vergleich ein. Auch der Anteil der Stellen mit Digitalisierungsbezug innerhalb der Umweltwirtschaft

| Kennzahlen der Umweltwirtschaft | Bergisches Städtedreieck | | | | NRW |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2019 | Wachstum in % p.a. | Anteil an NRW | 2010 – 2019 p.a. |
| Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft | 11.100 | 14.000 | 2,6 % | 3,0 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 11 % | 10 % | - | - | - |
| Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft | 278.000 | 308.100 | 1,2 % | 3,2 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 21 % | 19 % | - | - | - |
| Lokalisationsquotient zu NRW | 0,8 | 0,9 | - | - | - |
| Bruttowertschöpfung in Mio. € | 723 | 1.114* | 5,6 %* | 3,1 %* | 3,3 %* |
| Digitalisierungsanteil der Stellenausschreibungen | | 14 % | | | |

Die mit einem * markierten Werte beziehen sich auf das Jahr 2018 bzw. den Zeitraum 2010 bis 2018.
Spezialisierung nach Lokalisationsquotient (LQ) gegenüber NRW (= 1,0): ●●●●● Sehr hoch (LQ ≥ 1,3); ●●●●○ Hoch (LQ ≥ 1,1); ●●●○○ Durchschnittlich (LQ ≥ 0,9); ●●○○○ Gering (LQ ≥ 0,7); ●○○○○ Sehr gering (LQ < 0,7)

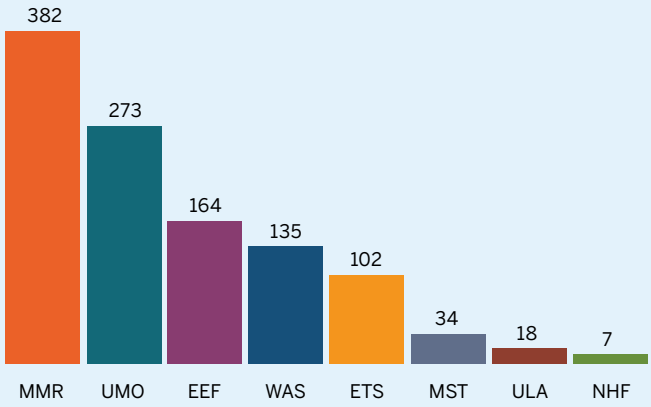
## Erwerbstätige nach Teilmärkten 2019

Anteil des Teilmarkts in der Region in % und Lokalisationsquotient gegenüber NRW

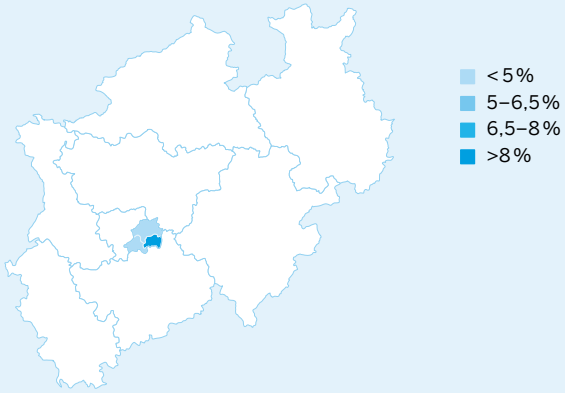



## Bruttowertschöpfung nach Teilmärkten 2018

in Mio. Euro




| Anteil der Umweltwirtschaftsstellen an den Gesamtstellen | | davon Stellen mit Digitalbezug |
|---|---|---|
| Remscheid, Stadt | 9,3 % | 19,4 % |
| Wuppertal, Stadt | 3,8 % | 11,4 % |
| Solingen, Stadt | 3,7 % | 11,0 % |




EEF Energieeffizienz und Energieeinsparung MMR Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft MST Minderungs- und Schutztechnologien NHF Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft ETS Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung ULA Umweltfreundliche Landwirtschaft UMO Umweltfreundliche Mobilität WAS Wasserwirtschaft

Quellen: Quelle: Prognos AG 2020, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Bundesagentur für Arbeit und von IT.NRW (für 2019, falls nicht anders vermerkt). Aufgrund von Rundungen kann es zu Unterschieden zu den Gesamtsummen kommen.

Die BPW Bergische Achsen Kommanditgesellschaft setzt auf Digitalisierung.

liegt in Remscheid mit ca. 19,4 % deutlich über dem der anderen beiden Städte. Insgesamt rangiert das Bergische Städtedreieck jedoch mit einem Digitalisierungsanteil von 14,3 % der Stellen leicht unter dem Landesdurchschnitt.

## FORSCHUNGSINSTITUTIONEN, NETZWERKE UND INITIATIVEN

Die regional stark ausgeprägten Teilmärkte der Umweltwirtschaft haben regionale Branchennetzwerke geprägt und verbinden auch dadurch die Unternehmen der Region. Das Bergische Städtedreieck als Standort für Automobilzulieferer und innovative Forschungs- und Entwicklungsprojekte bildet den Ausgangspunkt des landesweiten Clusters **automotiveland.nrw** zur Vernetzung der Automobilindustrie. Die regionale Werkzeugindustrie bildet mit der **Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW)** das Kompetenzcluster Werkzeuge mit dem Ziel, technische Innovationen zu beschleunigen und mit angewandter Forschung Impulsgeber zu sein. Als weitere etablierte Netzwerke sind das Oberflächen-Kompetenznetzwerk **surface.net** oder das **Maschinenbaunetzwerk Bergisches Land** zu nennen.

Mit der **Bergischen Universität Wuppertal** und dem **Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie** sind bedeutende Forschungseinrichtungen in der Region angesiedelt. Das Wuppertal Institut verknüpft in seinen Forschungsbereichen ökologische Fragestellungen mit Fragen des ökonomischen und gesellschaftlichen Wandels und ist international anerkannt im Bereich der anwendungsorientierten Nachhaltigkeitsforschung. Die zahlreichen Forschungsbereiche gliedern sich in die vier Abteilungen Zukünftige Energie- und Industriesysteme, Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik, Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren sowie Kreislaufwirtschaft. Im Jahr 2022 werden die Stadt und Universität Wuppertal Gastgeber des **Solar Decathlon 21** sein, einem internationalen Wettbewerb, in dem Studierende unter realen Bedingungen neue Ideen und Innovationen im Bereich der Solarthermie umsetzen können.

Die Initiative **Neue Effizienz – Bergische Gesellschaft für Ressourceneffizienz** vernetzt Unternehmen, Forschungseinrichtungen und kommunale Institutionen der Region in Bezug auf die Themen Energie- und Ressourceneffizienz und ist seit 2013 als An-Institut der Bergischen Universität Wuppertal organisiert. Forschungs- und Projektschwerpunkte liegen u. a. in den Bereichen Technologie und Mobilität. Zusätzlich hat die Initiative das Projekt **EnergieEffizienzNetzwerk** ins Leben gerufen, in dem jeweils acht bis zehn Unternehmen über einen Zeitraum von zwei Jahren in einem Netzwerk miteinander verknüpft werden, um energieeffizienter zu werden und übertragbare Ergebnisse in die Praxis zu streuen.

Das Projekt **„Bergisch.Smart: KI als Enabler für die Mobilität von Morgen“** lässt das Bergische Städtedreieck zum Reallabor für KI-basierte Mobilität werden. In verschiedenen Handlungsfeldern werden Chancen für die Region entwickelt, Machbarkeiten prototypisch nachgewiesen und Standards definiert. Beteiligte Projektpartner sind neben der **Bergischen Struktur- und Wirtschafts-**

Der Solinger Batterie-Oberleitungs-Bus (BOB) im Einsatz

**förderungsgesellschaft mbH** die Bergische Universität Wuppertal, der Automobilzulieferer Aptiv, die Initiative Neue Effizienz, die Wuppertaler Stadtwerke sowie die Verwaltungen der Städte des Bergischen Städtedreiecks.

Die Bergische Struktur- und Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH ist aus dem Zusammenschluss der Bergischen Entwicklungsagentur (BEA) und der Regionalagentur Bergisches Städtedreieck entstanden und stellt eine Schnittstelle in der regionalen Zusammenarbeit innerhalb des Städtedreiecks dar. So werden unter anderem die Projekte **„bergisch innovativ“** und **„Urbane Produktion im Bergischen Städtedreieck“** von der BSW koordiniert. Das Projekt „bergisch innovativ“ unterstützt kleine und mittlere Unternehmen bei der Umsetzung innovativer Vorhaben. Der Fokus liegt darauf, Informationen bereitzustellen und mögliche Partner zu vernetzen. Projektpartner sind die Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe (FGW), die Gründerschmiede Remscheid und die Wirtschaftsförderung Solingen. Das Projekt „Urbane Produktion im Bergischen Städtedreieck“ fasst insgesamt sieben Einzelprojekte zusammen, die sich mit Antworten zu gesellschaftlichen Herausforderungen wie Klimaschutz, Ressourceneffizienz oder umweltfreundlicher Mobilität beschäftigen und dabei neue Technologien in die Anwendung bringen. Projekte im Bereich Ressourceneffizienz sind z. B. **„InSym – Digital gestützte industrielle Symbiose zur Vernetzung ressourceneffizienter Stoffströme im Bergischen Städtedreieck“** des Wuppertal Instituts und **„RegRess – Regionales Ressourcenmanagement“ am Beispiel der metallverarbeitenden Industrie im Bergischen Städtedreieck,** durchgeführt im Verbund vom Wuppertal Institut, der Bergischen Universität Wuppertal, der Neuen Effizienz sowie der Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe.

Potenziale für die Umweltwirtschaft bestehen im Bergischen Städtedreieck einerseits in der anwendungsnahen Verbindung der Umweltwirtschaft mit den industriellen Leitbranchen sowie andererseits im Ausbau der über die Regionalgrenzen hinaus agierenden Netzwerke. Gute Beispiele hierfür liefert die Region als Teil des Kompetenznetzwerks für Oberflächentechnik e.V. oder des automotiveland.nrw. Über die strukturelle Zusammenarbeit auf Ebene der Wirtschaftsförderungsgesellschaften (insbesondere mit der Region Düsseldorf) und der anwendungsnahen Forschung (beispielsweise IT Sicherheit in Zusammenarbeit mit der Universität Bochum) können thematische Synergien in den Bereichen der urbanen Mobilität und Logistik sowie in den digitalen Themenbereichen genutzt werden.

# METROPOLE RUHR

## STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT IN DER REGION

Die Metropole Ruhr ist die erwerbstätigenstärkste Wirtschaftsregion für die Umweltwirtschaft und erwirtschaftet die höchste Bruttowertschöpfung im Bundesland. Neben zahlreichen Unternehmen ist sie auch von einer starken Forschungslandschaft in Kombination mit überdurchschnittlich vielen Start-ups geprägt. Vor allem im Hinblick auf Digitalisierungskompetenzen sind die Bereiche Mobilität und Logistik, Mess- und Sensortechnik und auch der Energiesektor hervorzuheben. Forschung, Unternehmen und Start-ups arbeiten in zahlreichen Projekten und Initiativen zusammen, wobei diese die umweltwirtschaftliche Komponente oftmals um den Bereich der nachhaltigen Stadtentwicklung oder der Reparatur von hochindustriell geprägten Stadtstrukturen erweitern. Ziel ist es, die Potenziale, die sich aus der starken Forschungslandschaft ergeben, noch stärker in die wirtschaftliche Anwendung zu bringen.

Die Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr bietet Arbeitsplätze für über 127.000 Erwerbstätige (entspricht ca. 5,3 % der 2.393.900 Erwerbstätigen der Region bzw. 27,2 % der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft NRWs) und erwirtschaftet eine Bruttowertschöpfung von über 9,9 Mrd. Euro. Zwischen 2010 und 2019 wuchs die Erwerbstätigenzahl in der Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr mit ca. 1,1 % p. a. in etwa so schnell wie die Gesamtwirtschaft und fast so schnell wie die Umweltwirtschaft im landesweiten Durchschnitt. Auch in der Bruttowertschöpfung entwickelt sich die Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr mit einem Plus von 3,3 % p. a. im Vergleich zur Gesamtwirtschaft im Bundesland ähnlich stark. Mit einem Lokalisationsquotienten von 1,08 liegt in der Umweltwirtschaft eine leicht überdurchschnittliche regionale Ausprägung vor, die sich mit der Ausnahme von Umweltfreundlicher Landwirtschaft und Nachhaltiger Land- und Forstwirtschaft über alle Teilmärkte erstreckt.

Umweltwirtschaftliche Schwerpunktmärkte der Metropole Ruhr sind dabei die sowohl in ihrer absoluten Größe als auch in der regionalen Ausprägung überdurchschnittlich starken Märkte *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*, *Umweltfreundliche Mobilität* und *Wasserwirtschaft*. Besondere Dynamiken in diesen Teilmärkten sind insbesondere in den **Marktsegmenten** Intelligente Verkehrsmanagementsysteme (+10,6 % durchschnittliches jährliches Erwerbstätigenwachstum) und Infrastruktur und Abfallsammlung und -transport (+3,3 % durchschnittliches jährliches Wachstum) zu beobachten. Im Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* finden in der Metropole Ruhr gegensätzliche Entwicklungen statt: Während im Segment der Erneuerbaren Energien die Zahl der Erwerbstätigen 2010 – 2019 jährlich um 4 % abnahm, konnte das Segment Intelligente Energiesysteme und Netze dagegen im selben Zeitraum jährlich um 5,9 % wachsen.

**Die Metropole Ruhr – Als größte Umweltwirtschaftsregion im Bundesland ist das Ruhrgebiet die Modellregion für eine erfolgreiche grüne Transformation. Geprägt ist die eng verzahnte Industrieregion von einer starken Forschungslandschaft und einer agilen Start-up-Szene, die Technologietransfer und qualifizierten Nachwuchs sichern. Mit dem Vorzeigeprojekt Greentech.Ruhr steht die Region für urbane Themen wie die Revitalisierung von Flächen, Smart City- und Mobilitätskonzepte sowie Ressourceneffizienz und Energiewirtschaft.**

- **Überdurchschnittliche Ausprägung aller Teilmärkte, mit Ausnahme von ULA und NHF**
- **Teilmärkte UMO und WAS sind im Landesvergleich am stärksten ausgeprägt (LQ 1,24 und 1,2)**
- **Mehr als jeder vierte in der Umweltwirtschaft in NRW Tätige arbeitet in der Metropole Ruhr**
- **Anteil der neuen Stellenausschreibungen in der Umweltwirtschaft (5,5 %) liegt 10 % über dem Durchschnitt aller Regionen (5 %)**

Die Metropole Ruhr weist mit den Lokalisationsquotienten von 1,24 bzw. 1,20 Spitzenwerte in der regionalen Ausprägung der Teilmärkte *Umweltfreundliche Mobilität* und *Wasserwirtschaft* auf. Letztlich spiegeln diese Werte einerseits die außerordentliche wasserwirtschaftliche Kompetenz wider, die durch das Bergbaugeschehen und die Industrialisierung hervorgerufen wurde. Der aktuelle Prozess der Emscherrenaturierung sowie die großen wasserwirtschaftlichen Player der Emschergenossenschaft (EGLV) und des Ruhrverbands sind Elemente bzw. Träger dieser Kernkompetenz. Andererseits machen die infrastrukturelle Dichte und die daraus hervorgehenden verkehrlichen und ökologischen Herausforderungen den Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* zu einem wichtigen Wachstumsmarkt.

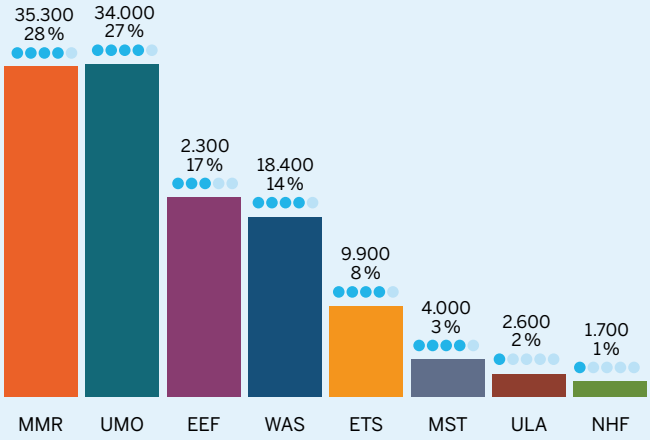
In der Metropole Ruhr findet sich ein überdurchschnittlich hoher Anteil aller Stellenausschreibungen in der Umweltwirtschaft (5,5 % im Vergleich zu 5 % im landesweiten Durchschnitt). Besonders hoch ist der Anteil in Herne sowie im Kreis Unna. In der Betrachtung der ausgeschriebenen Umweltwirtschaftsstellen mit Digitalbezug schneidet die Metropole Ruhr mit einem Anteil von 12 % unterdurch-

| Kennzahlen der Umweltwirtschaft | Metropole Ruhr | | | | NRW |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2019 | Wachstum in % p. a. | Anteil an NRW | 2010 – 2019 p. a. |
| Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft | 115.700 | 127.200 | 1,1 % | 27,2 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 12 % | 10 % | | | |
| Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft | 2.182.100 | 2.393.900 | 1,0 % | 25,2 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 22 % | 19 % | | | |
| Lokalisationsquotient zu NRW | 1,08 | 1,08 | | | |
| Bruttowertschöpfung in Mio. € | 7.633 | 9.876* | 3,3 %* | 27,6 %* | 3,3 %* |
| Digitalisierungsanteil der Stellenausschreibungen | | 12 % | | | |

Die mit einem * markierten Werte beziehen sich auf das Jahr 2018 bzw. den Zeitraum 2010 bis 2018.
Spezialisierung nach Lokalisationsquotient (LQ) gegenüber NRW (= 1,0): ●●●●● Sehr hoch (LQ ≥ 1,3); ●●●●○ Hoch (LQ ≥ 1,1); ●●●○○ Durchschnittlich (LQ ≥ 0,9); ●●○○○ Gering (LQ ≥ 0,7); ●○○○○ Sehr gering (LQ < 0,7)

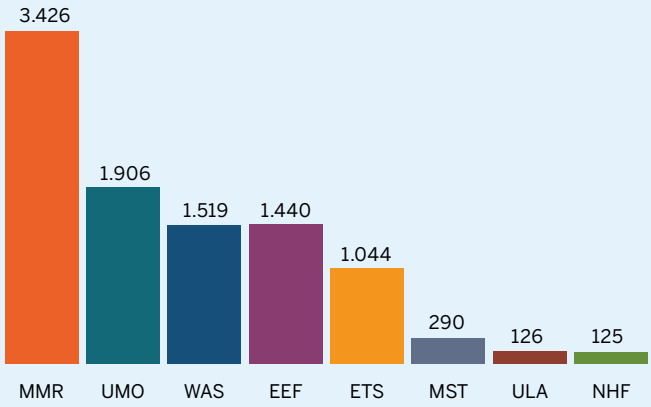
## Erwerbstätige nach Teilmärkten 2019

Anteil des Teilmarkts in der Region in % und Lokalisationsquotient gegenüber NRW

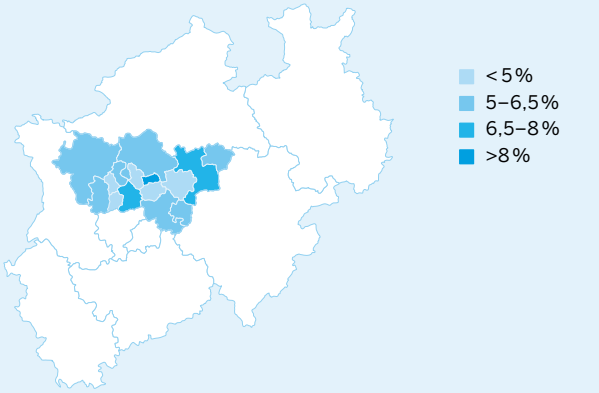



## Bruttowertschöpfung nach Teilmärkten 2018

in Mio. Euro




| Anteil der Umweltwirtschaftsstellen an den Gesamtstellen | | davon Stellen mit Digitalbezug |
|---|---|---|
| Herne, Stadt | 8,4 % | 9,4 % |
| Unna | 7,7 % | 14,0 % |
| Essen, Stadt | 6,5 % | 16,5 % |
| Duisburg, Stadt | 6,3 % | 9,5 % |
| Wesel | 6,3 % | 7,0 % |
| Hagen, Stadt | 5,5 % | 7,5 % |
| Recklinghausen | 5,2 % | 6,2 % |
| Bottrop, Stadt | 5,1 % | 3,5 % |
| Ennepe-Ruhr-Kreis | 5,0 % | 16,5 % |
| Hamm, Stadt | 5,0 % | 4,2 % |
| Gelsenkirchen, Stadt | 4,7 % | 7,0 % |
| Bochum, Stadt | 4,6 % | 11,1 % |
| Dortmund, Stadt | 4,4 % | 13,0 % |
| Oberhausen, Stadt | 3,4 % | 16,9 % |
| Mülheim an der Ruhr, Stadt | 3,1 % | 8,1 % |




EEF Energieeffizienz und Energieeinsparung
MMR Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft
MST Minderungs- und Schutztechnologien
NHF Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft
ETS Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung
ULA Umweltfreundliche Landwirtschaft
UMO Umweltfreundliche Mobilität
WAS Wasserwirtschaft

Quellen: Quelle: Prognos AG 2020, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Bundesagentur für Arbeit und von IT.NRW (für 2019, falls nicht anders vermerkt). Aufgrund von Rundungen kann es zu Unterschieden zu den Gesamtsummen kommen.

schnittlich ab. Jedoch gibt es auch hier Unterschiede, so können beispielsweise die Städte Oberhausen und Essen sowie der Ennepe-Ruhr-Kreis Anteile von über 16,5 % aufweisen.

## FORSCHUNGSINSTITUTIONEN, NETZWERKE UND INITIATIVEN

Die Metropole Ruhr ist – sowohl gemessen an der Anzahl der Erwerbstätigen als auch nach der Bruttowertschöpfung – die in Nordrhein-Westfalen führende Umweltwirtschaftsregion. Geprägt ist die Region von einer dichten und starken Forschungslandschaft, die eng mit der Wirtschaft und agilen Start-ups verzahnt ist. Eine Vielzahl von Universitäten und Hochschulen sowie Forschungsinstituten und -zentren sind in der Region angesiedelt.

**Greentech.Ruhr** ist das regionale Umweltwirtschaftsnetzwerk der Metropole Ruhr. Es verbindet innovative Unternehmen, Forschungseinrichtungen und öffentliche Einrichtungen der Umweltwirtschaft miteinander und positioniert die Querschnittsbranche international. Ein Schwerpunkt der Netzwerktätigkeit liegt darauf, Erneuerbare-Energie-Konzepte zu entwickeln sowie Programme zu erarbeiten, um Stadtteile oder auch Gewässer, die in der Vergangenheit durch den Bergbau stark beansprucht wurden, ökologisch und nachhaltig umzubauen. Der **ruhr:HUB** ist eine gemeinschaftliche Start-up-Initiative der sechs Städte Bochum, Dortmund, Duisburg, Essen, Gelsenkirchen und Mülheim an der Ruhr. Als Netzwerk für die digitale Wirtschaft in der Metropolregion liegt der Fokus auf der Unterstützung ihrer Start-up-Szenen sowie der Vernetzung von Start-ups mit Unternehmen, Wissenschaft und Investoren. Schwerpunktthemen sind unter anderem Smart City, Smart Home, Energie und IoT, Themen der Umweltwirtschaft und der Digitalisierung werden so unter einem Dach betrachtet.

Das in Bottrop durch das NRW-Wirtschaftsministerium initiierte **Prosperkolleg** entwickelt gemeinsam mit Unternehmen aus der Region Produkte und Geschäftsmodelle, um Stoffkreisläufe zu optimieren bzw. zu schließen. Die Kooperation der Projektpartner – Hochschule Ruhr West, Wirtschaftsförderung Emscher-Lippe GmbH, Stadt Bottrop, Effizienz-Agentur NRW und Prosperkolleg e.V. – soll mittelfristig den Aufbau eines national und international führenden Zentrums der zirkulären Wertschöpfung unterstützen.

Mit der **InnovationCity Ruhr** werden, mit durchaus hoher internationaler Beachtung, in der Modellstadt Bottrop Ideen und Lösungen für den klimagerechten Stadtumbau erprobt und im Zuge des Roll-out-Prozesses in die gesamte Metropolregion getragen. Koordiniert wird das Projekt von der Innovation City Management GmbH.

Zwei Exzellenzcluster sind in der Metropolregion für die Umweltwirtschaft wichtig: Das an der Ruhr-Universität Bochum und der Technischen Universität Dortmund beheimatete **Exzellenzcluster RESOLV** treibt mit den regionalen Partnern der Universität Duisburg-Essen, den Max-Planck-Instituten für Kohlenforschung sowie für Eisenforschung und dem Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) die Forschung zur innovativen Lösungsmittelchemie voran. Im Mittelpunkt stehen Vorhaben, die auf die industrielle Anwendung beispielsweise in den Bereichen Energieumwandlung und -speicherung oder Smarter Sensoren abzielen. Der **Exzellenzcluster CaSa** beschäftigt sich an der Ruhr-Universität Bochum mit dem Zusammenspiel von IT-Sicherheit und menschlichem Verhalten. Die Integration der Forschungsergebnisse in reale Anwendungen wie zum Beispiel intelligente Produktion und Logistik wird in einem „Transfer Lab“ untersucht.

Im Bereich *Umweltfreundliche Mobilität* sind beispielsweise das Netzwerk für elektrische Mobilität **ruhrmobil-E,** die Initiative **E-METROPOLE.RUHR** und das **h2-netzwerk-ruhr,** ein Verein zur Förderung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, aktiv. Das **Center for Automotive Research (CAR)** an der Universität Duisburg-Essen forscht in verschiedenen Projekten unter anderem zur IT-Systemeinbettung in Fahrzeugen.

Als traditionell im Bereich des Wasserbaus stark aufgestellte Region besitzt die Metropole Ruhr zum Beispiel durch die **Emscher-Genossenschaft und den Lippeverband** auch in den Digitalisierungsbestrebungen des Teilmarktes große Kompetenzen. So ist beispielsweise für die 300 Regenwasserbehandlungsanlagen der Emscher-Genossenschaft ein Assistenzsystem entwickelt worden, das Betriebsstörungen auf der Grundlage von Maschinellem Lernen automatisch erkennen kann. In der Pilotphase befinden sich zudem Virtual- und Augmented-Reality-Systeme, die Kanalzustandsdaten visualisieren und die „Rufbereitschaft“ bei Störungen unterstützen können. Auf der Fläche des ehemaligen Stahlwerks im Dortmunder Stadtteil Hörde entsteht zurzeit der Technologie- und Dienstleistungsstandort **PHOENIX West.** Zwei Kompetenzzentren sind an dem Standort angesiedelt und stellen Räumlichkeiten und technische Infrastruktur für junge Unternehmen in den Bereichen Mikro- und Nanotechnologie sowie Produktionstechnologie. Darüber hinaus soll auf dem Gelände ein Internationales Zentrum für agri-food Innovationen entstehen.

In der Metropole Ruhr besteht über die bereits genannten Formate hinaus eine Vielzahl an Kooperationen zwischen Unternehmen der Umweltwirtschaft und der Forschungslandschaft: So entwickelt beispielsweise der Aluminiumhersteller **TRIMET** in einem Forschungsprojekt mit der Bergischen Universität Wuppertal einen steuerbaren Wär-

TRIMET Aluminium SE am Wesel-Datteln-Kanal in Voerde

metauscher, der den energieintensiven Elektrolyseprozess zur Gewinnung von Aluminium flexibilisiert. Dadurch wird es möglich, die Elektrolyseöfen als Stromspeicher bzw. „Virtuelle Batterie" zur Stabilisierung des Stromnetzes bei der Einspeisung von erneuerbaren Energien in das Stromnetz zu nutzen. Das von thyssenkrupp initiierte Projekt **Carbon2Chem** beschäftigt sich mit der Reduzierung und der wirtschaftlichen Nutzung von $CO_2$-Emissionen der Stahlindustrie. Ein Konsortium mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft arbeitet an Lösungen zur nachhaltigen Verwendung von Hüttengasen aus der Stahlproduktion als Grundstoffe für die Chemieindustrie. Das projekteigene Labor wird gemeinsam vom Fraunhofer UMSICHT und dem Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion in Oberhausen betrieben. Der Transfer in reale industrielle Anwendungen erfolgt über das Technikum auf dem Gelände von thyssenkrupp Steel Europe in Duisburg. Im Bereich der Material- und Ressourcenwirtschaft beschäftigt sich beispielsweise das IoT-Start-up **Zolitron Technology** mit kognitiver Sensortechnologie. Das Start-up hat einen energieautarken Sensor sowie eine Analyseplattform entwickelt, die die gesammelten Rohdaten mit Hilfe künstlicher Intelligenz auswertet. Der Anwendungsfokus liegt derzeit im Bereich Smart Waste. So lässt sich beispielsweise durch Auswertung von Echtzeitdaten zu Füllständen von Altglascontainern die Entsorgungslogistik effizient optimieren. Die als Top-100 Innovator des Jahres 2019 ausgezeichnete **Ingplus GmbH,** ein Spin-Off des Instituts für Werkstoffe der Ruhr-Universität Bochum, entwickelt Formgedächtnislegierungen und darauf basierende technische Anwendungen bzw. Komponenten z. B. für Industrie und Automotive. Der Einsatz von Formgedächtnislegierungen als innovativer Werkstoff besitzt große technische Potenziale hinsichtlich Ressourcenschonung, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit.

Insgesamt spiegelt sich die umweltwirtschaftliche Stärke der Metropole Ruhr in einem sehr breiten Themenspektrum vorhandener Expertise wider, das auch aus der konstanten Notwendigkeit des Strukturwandels der Region unter unterschiedlichen Agenden entstand. Aktuell anstehende und sich ggf. zukünftig ergebende Wandel-Prozesse sind in der Metropole Ruhr daher einerseits mit vorhandenem Wissen proaktiv anzugehen. Andererseits können sie eine neue Basis für eine zukunftsfeste und auf dem internationalen Markt in vielen Bereichen profilierte Region legen.

# MÜNSTERLAND

## STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT IN DER REGION

Das Münsterland beheimatet zahlreiche Weltmarktführer und verfügt über besondere Kompetenzen und Standortvorteile: Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen setzen sich aktiv und innovativ mit neuen Entwicklungen zur Energie- und Verkehrswende und zum Klimawandel auseinander. Herausragende Kompetenzen sind in der Batterieforschung vorhanden, aber auch in den Bereichen Wasserstoffmobilität, energieeffiziente Gebäudetechnik sowie Erneuerbare Energien – hier vor allem im Bereich der Windenergie – bestehen Kompetenzen und werden Zukunftsfelder erschlossen. In der Entwicklung der Umweltwirtschaft legt die Region einen besonderen Fokus auf die Innovationsförderung in ihren Kompetenzfeldern, indem sie die Akteure wie Start-ups, Forschungseinrichtungen, kleinere und mittlere Unternehmen und Wirtschaftsförderungen in Denkfabriken zusammenbringt und gemeinsam Ideen und Lösungsansätze entwickeln lässt.

Die Umweltwirtschaft im Münsterland bietet Arbeitsplätze für rund 45.800 Erwerbstätige (entspricht ca. 5 % der 911.800 Erwerbstätigen der Region bzw. 9,8 % der Erwerbstätigen in der NRW-Umweltwirtschaft) und erwirtschaftet eine Bruttowertschöpfung von über 3,4 Mrd. Euro. Zwischen 2010 und 2019 wuchs die Erwerbstätigenzahl in der Umweltwirtschaft im Münsterland mit ca. 1,9 % p. a. so stark wie die Gesamtwirtschaft und etwas dynamischer als die Umweltwirtschaft im landesweiten Durchschnitt. Auch in der Bruttowertschöpfung entwickelt sich die Umweltwirtschaft im Münsterland mit einem Plus von 4,2 % p. a. im Vergleich zur Gesamtwirtschaft und zum Bundesland stärker. Mit einem Lokalisationsquotienten von 1,02 liegt in der Umweltwirtschaft eine für Nordrhein-Westfalen nur durchschnittliche regionale Ausprägung vor.

Auch im Münsterland bilden die starken Teilmärkte *Energieeffizienz und Energieeinsparung* sowie *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* mit insgesamt 41 % der Erwerbstätigen die wirtschaftsstarke Basis der regionalen Umweltwirtschaft. Eine hohe regionale Ausprägung besteht auch im drittgrößten Teilmarkt des Münsterlands, der *Wasserwirtschaft*, die mit 6.700 Erwerbstätigen weitere 15 % der Umweltwirtschaft abbildet. Darüber hinaus heben sich vor allem die deutlich überdurchschnittlich spezialisierten Teilmärkte der Nachhaltigen Holz- und Forstwirtschaft (LQ 2,03) sowie der Umweltfreundlichen Landwirtschaft (LQ 1,92) ab. Während die *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* jedoch nur geringfügig wächst (seit 2010 durchschnittlich +0,5 % p. a.), ist im Teilmarkt der Umweltfreundlichen Landwirtschaft mit 3,1 % jährlichem Wachstum eine deutlich höhere Dynamik zu verzeichnen. Im Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* ist sogar ein Rückgang um 1,4 % p. a. zu verzeichnen. Dieser ist darauf zurückzuführen, dass der Ausbau der im Münsterland traditionell starken Erneuerbaren Energien ins Stocken geraten ist.

**Das Münsterland – Die mittelständisch geprägte Wirtschaftsregion wächst dank innovationskräftiger Unternehmen und bedeutender Forschungseinrichtungen. Besondere Kompetenzen der Umweltwirtschaft bestehen in den Bereichen Batterieforschung, erneuerbare Energien und umweltfreundliche Mobilität. Der neue Slogan „Das gute Leben im Münsterland“ verbindet dabei die hohe Lebensqualität mit einem Leitbild des nachhaltigen Wirtschaftens, in dem umweltwirtschaftliche Lösungen von herausragender Bedeutung sind.**

- **Die Energieteilmärkte (EEF und ETS) sowie der Teilmarkt MMR prägen in den Bereichen Beschäftigung und Wertschöpfung die Region.**
- **1,9 % jährliches Wachstum bei der Anzahl der Erwerbstätigen in der Gesamtwirtschaft liegt 0,5 Prozentpunkte über dem Wert für NRW**
- **Höchster Spezialisierungsgrad der Region liegt im Teilmarkt NHF (2,03) gefolgt von ULA (1,92)**
- **Spezialisierungsgrad des Teilmarktes WAS liegt mit 1,15 nur knapp unter dem NRW-Spitzenwert**

Die Auswertung des Stellenmarktes zeigt auch innerhalb des Münsterlandes regionale Unterschiede in der umweltwirtschaftlichen Ausprägung auf: Insgesamt sind 5,9 % der ausgeschriebenen Stellen einem Teilmarkt der **Umweltwirtschaft** zuzuordnen, ein im landesweiten Vergleich überdurchschnittlicher Anteil. Innerhalb des Münsterlandes schwanken diese Werte jedoch zwischen 3,6 % im Kreis Warendorf und 8,6 % im Kreis Borken. Der Kreis Borken weist mit 11,3 % auch den im Münsterland höchsten Anteil von Stellen mit **Digitalisierungsbezug** innerhalb der Umweltwirtschaftsstellen auf – liegt damit jedoch weit unter dem Landesdurchschnitt von 15,3 %.

## FORSCHUNGSINSTITUTIONEN, NETZWERKE UND INITIATIVEN

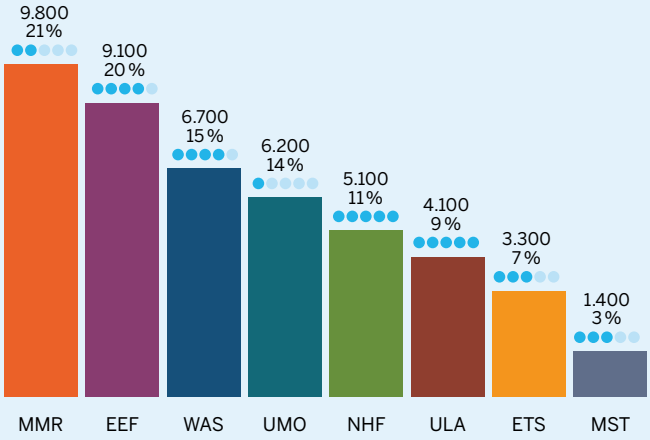
Aufbauend auf dem Projekt „Enabling Innovations“, welches die regionale Innovationsförderung im Münsterland

| Kennzahlen der Umweltwirtschaft | Münsterland | | | | NRW |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2019 | Wachstum in % p. a. | Anteil an NRW | 2010 – 2019 p. a. |
| Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft | 38.700 | 45.800 | 1,9 % | 9,8 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 18 % | 18 % | | | |
| Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft | 770.400 | 911.800 | 1,9 % | 9,6 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 24 % | 22 % | | | |
| Lokalisationsquotient zu NRW | 1,02 | 1,02 | | | |
| Bruttowertschöpfung in Mio. € | 2.451 | 3.409 | 4,2 % | 9,5 % | 3,3 % |
| Digitalisierungsanteil der Stellenausschreibungen | | 9 % | | | |

Die mit einem * markierten Werte beziehen sich auf das Jahr 2018 bzw. den Zeitraum 2010 bis 2018.
Spezialisierung nach Lokalisationsquotient (LQ) gegenüber NRW (= 1,0): ●●●●● Sehr hoch (LQ ≥ 1,3); ●●●●○ Hoch (LQ ≥ 1,1); ●●●○○ Durchschnittlich (LQ ≥ 0,9); ●●○○○ Gering (LQ ≥ 0,7); ●○○○○ Sehr gering (LQ < 0,7)

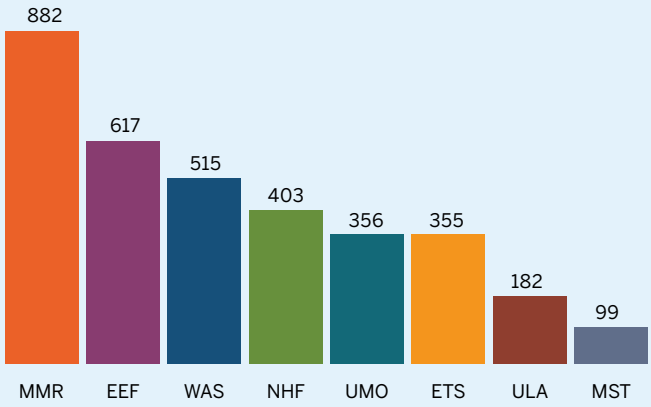
## Erwerbstätige nach Teilmärkten 2019

Anteil des Teilmarkts in der Region in % und Lokalisationsquotient gegenüber NRW

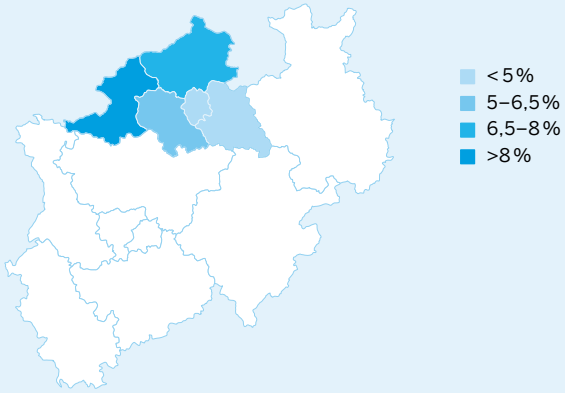



## Bruttowertschöpfung nach Teilmärkten 2018

in Mio. Euro




| Anteil der Umweltwirtschaftsstellen an den Gesamtstellen | | davon Stellen mit Digitalbezug |
|---|---|---|
| Borken | 8,6 % | 11,3 % |
| Steinfurt | 7,7 % | 5,6 % |
| Coesfeld | 5,3 % | 9,8 % |
| Münster, Stadt | 4,6 % | 9,6 % |
| Warendorf | 3,6 % | 7,2 % |




EEF Energieeffizienz und Energieeinsparung MMR Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft MST Minderungs- und Schutztechnologien NHF Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft ETS Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung ULA Umweltfreundliche Landwirtschaft UMO Umweltfreundliche Mobilität WAS Wasserwirtschaft

Quellen: Quelle: Prognos AG 2020, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Bundesagentur für Arbeit und von IT.NRW (für 2019, falls nicht anders vermerkt). Aufgrund von Rundungen kann es zu Unterschieden zu den Gesamtsummen kommen.

zwischen 2016 und 2019 koordinierte, wurde für die Förderphase 2019 bis 2022 das Projekt **„Enabling Networks“** ins Leben gerufen. Die strukturelle Innovationsförderung wird in fünf Innovationskompetenzfeldern mittel- bis langfristig strategisch positioniert. Schnittmengen zur Umweltwirtschaft und ihrer Digitalisierung bestehen in den Kompetenzfeldern „Sustainable Eco – Auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft“, „Engineering Pro – Der Weg zur vernetzten Produktion“, „Materials and Surfaces – Umweltneutrale Werkstoffe der Zukunft“ und „Digital Solutions“. Das Projekt bringt dabei Unternehmen, Wirtschaftsförderungen sowie Hochschul- und Forschungskompetenzen zusammen, um in „Denkfabriken“ gemeinsam Ideen und Impulse für die regionale Innovationsförderung zu generieren.

Herausragende Kompetenzen zeigt das Münsterland im Bereich der Speicher- und Batterieforschung. Neben dem etablierten **Batterieforschungszentrum MEET (Münster Electrochemical Energy Technology)** und dem Helmholtz-Institut Münster befindet sich ein neues Teilinstitut des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT in Realisierung, die **Fraunhofer Forschungsfertigung Batteriezelle.** Künftig werden hier standardisierte und modulare Verfahren erforscht, um Produktionstechniken von Energiespeichern effizienter und industriell skalierbar zu gestalten. Die Forschungsfertigung soll Deutschland im internationalen Wettbewerb um Marktanteile im Bereich der elektrochemischen Speichertechnologie positionieren und ist somit einer der Wegbereiter der Energiewende auf nationaler Ebene. Gefördert wird das 700 Mio. Euro umfassende Projekt sowohl vom Bund als auch vom Land Nordrhein-Westfalen.

Ergänzt wird die Forschungs- und Innovationskompetenz der Region auch durch die **Fachhochschule Münster.** Neben dem Fachbereich Energie-Gebäude-Umwelt wurde 2017 aus den drei separaten Einrichtungen des Instituts für Energie und Prozesstechnik (IEP) und des Instituts für Infrastruktur – Wasser – Ressourcen – Umwelt (IWARU) sowie dessen Institutsbereich für unterirdisches Bauen (IuB) der **Institutsverbund Ressourcen, Energie und Infrastruktur** gegründet. Dieser hat zum Ziel, die interdisziplinäre Forschung und den Wissenstransfer zwischen den Instituten zu stärken. Im Bereich der Umweltfreundlichen Mobilität wird der Kreis Steinfurt zurzeit Modellregion für **Wasserstoffmobilität** in NRW. Erprobt wird die praktische Umsetzung von Wasserstoff-Mobilitätskonzepten. In Verknüpfung zahlreicher Initiativen und Akteure, wie beispielsweise dem Bioenergiepark Saerbeck und dem Bürgerwindpark Hollich, wird die Produktion von grünem Wasserstoff angestrebt. Das Reallabor **„mobiles Münsterland“** erprobt im Zusammenspiel mit dem Oberzentrum Münster innovative Lösungen für die Mobilität im ländlichen Raum. Dazu gehören neue Angebote u. a. für die „letzte Meile“ und das Voranbringen des autonomen Fahrens im ÖPNV.

Forschung im MEET Münster

Als eines von sechs in Nordrhein-Westfalen geförderten „Zentren der digitalen Wirtschaft“ vernetzt der **DigitalHub münsterLAND** Unternehmen, Wissenschaft, Institutionen, Verbände und Start-ups. Kerngedanke des Hubs ist die Innovationsförderung und das Zusammenbringen von kreativen Start-ups mit Unternehmen, um digitale Geschäftsmodelle für eine möglichst nachhaltige Wertschöpfung in der Region voranzutreiben. Neben dem MainHub wurden zusätzlich mehrere hub:satelliten, z. B. auf dem d.velop.campus in Gescher, ins Leben gerufen, um auch im ländlichen Münsterland Kooperationen und Innovationen vor Ort unterstützen zu können. Darüber hinaus hat die Stadt Münster im Herbst 2019 eine Stabsstelle **„Smart City Münster“** geschaffen mit der Aufgabe, die Aktivitäten und Akteure auf dem Weg zu einer digitalen und smarten Stadt zu vernetzen. Weitere etablierte Akteure und Initiativen der Umweltwirtschaft im Münsterland sind der Verein „Energieland 2050 e.V.“ sowie die Klimakommune und hier insbesondere der Bioenergiepark Saerbeck.

Die Region profitiert insgesamt von der seit vielen Jahren konsequent betriebenen Innovationsförderung umweltwirtschaftlicher Leitthemen. Erneuerbare Energien wie auch die Energieeffizienz sind dabei genauso präsent wie die Spitzenposition des Münsterlandes bei den Speicher- und Batterietechnologien. Kommunale Leuchtturmprojekte unterstreichen die technologische Exzellenz und die Kompetenz in der Breite der Umweltwirtschaft. Das Münsterland versteht es nachweislich, Synergien aus dem Zusammenbringen dieser Komponenten entstehen zu lassen. Dafür stehen sowohl die regionale Vermittlung und Streuung des Spitzen-Know-hows als auch die fortwährende Integration neuer Partner in die bereits bestehende, fest verknüpfte Akteurslandschaft bzw. die regionalen Verbünde.

# REGION NIEDERRHEIN

**Die Region Niederrhein – Von einer hoch innovativen Landwirtschaft über Schwerpunkte in der Abfallwirtschaft und Materialeffizienz bis hin zu umweltfreundlichen Logistikkonzepten zeigt die Region im Herzen des Rheinischen Reviers vielfältige Kompetenzen. Die Umweltwirtschaft kann dabei in der vielseitigen Wirtschaftsstruktur wichtige Impulse im Strukturwandel und bei der Umsetzung der Energiewende liefern.**

- **Teilmarkt UMO mit 4,1 % jährlichem Wachstum bei den Erwerbstätigen seit 2010; gleichzeitiger Rückgang der Erwerbstätigen im Teilmarkt ETS um 4,3 % jährlich**
- **Das gesamte Wachstum der Umweltwirtschaft liegt bei 0,8 % p. a.**
- **Spezialisierungsgrad der Teilmärkte MMR mit 1,22 und ULA mit 2,41 sind regionale Spitzenwerte in NRW**
- **Der Teilmarkt MMR dominiert die Bruttowertschöpfung**

## STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT IN DER REGION

Die Region Niederrhein steht bedingt durch den Strukturwandel vor zahlreichen Herausforderungen. Der notwendige Umbruch bietet zugleich große Chancen für die Region und ihre vielfältige Wirtschaftsstruktur. Das leistungsfähige Netzwerk von Industrie- und Dienstleistungsunternehmen ist dabei einer der wesentlichen Erfolgsfaktoren. Das im Süden der Region beginnende Rheinische Revier ist einer der Hotspots der nordrhein-westfälischen Wirtschaft: mit der Stadt Mönchengladbach, im Besonderen aber mit dem Rhein-Kreis Neuss und der dortigen industriellen und energiewirtschaftlichen Basis. Umweltwirtschaftliche Lösungen können auch hier einen entscheidenden Beitrag dazu liefern, den Strukturwandel zu meistern und die Region energie- und ressourceneffizient in die Zukunft zu führen. Die Energiepreise und die Verlässlichkeit der Rahmenbedingungen sind entscheidend, um Strukturwandelprojekte umzusetzen und ein positives Investitionsklima zu schaffen. Diese Herausforderungen des Wandels bieten der Umweltwirtschaft große Chancen und Möglichkeiten und können regionalen Unternehmen auch internationale Märkte erschließen.

Als wichtige Kompetenzfelder in der Region sind das Recycling von Sekundärmetallen, vor allem Aluminium, die Energiegewinnung aus Abfällen und Klärschlamm und – mit den Binnenhäfen und der Schienenfahrzeugproduktion – die umweltfreundliche Mobilität ebenso wie die im regionalen Agrobusiness bewiesene Kompetenzvielfalt zu benennen.

Die Umweltwirtschaft am Niederrhein bietet rund 38.800 Erwerbstätigen Beschäftigung (entspricht 5,1 % der 759.100 Erwerbstätigen der Region und 8,3 % der Erwerbstätigen in der landesweiten Umweltwirtschaft) und erwirtschaftet eine Bruttowertschöpfung von über 3 Mrd. Euro. Zwischen 2010 und 2019 wuchs die Erwerbstätigenzahl in der Umweltwirtschaft am Niederrhein um ca. 0,8 % p. a. Das Wachstum fiel damit sowohl gegenüber der Gesamtwirtschaft als auch gegenüber dem landesweiten Durchschnitt der Umweltwirtschaft geringer aus. Auch in der Bruttowertschöpfung entwickelte sich die Umweltwirtschaft am Niederrhein mit einem Plus von 2,8 % p. a. im Vergleich zur gesamten Wirtschaft und zum gesamten Bundesland etwas weniger dynamisch. Mit einem Lokalisationsquotienten von 1,03 liegt in der Umweltwirtschaft im Vergleich zu Nordrhein-Westfalen nur eine leicht überdurchschnittliche Ausprägung vor.

Wirtschaftlicher Schwerpunkt der regionalen Umweltwirtschaft ist der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*, der für 30 % der Erwerbstätigen und 38 % der Bruttowertschöpfung verantwortlich ist. Weitere hinsichtlich Erwerbstätigen und Wertschöpfung starke Teilmärkte sind die *Umweltfreundliche Mobilität* sowie *Energieeffizienz und Energieeinsparung*. Auffällig ist insbesondere die starke regionale Ausprägung des Teilmarktes *Umweltfreundliche Landwirtschaft*, der (bedingt durch einen großen Anteil landwirtschaftlicher Flächen und fruchtbarer Böden) im Vergleich zum gesamten Bundesland einen Lokalisationsquotienten von 2,41 ergibt.

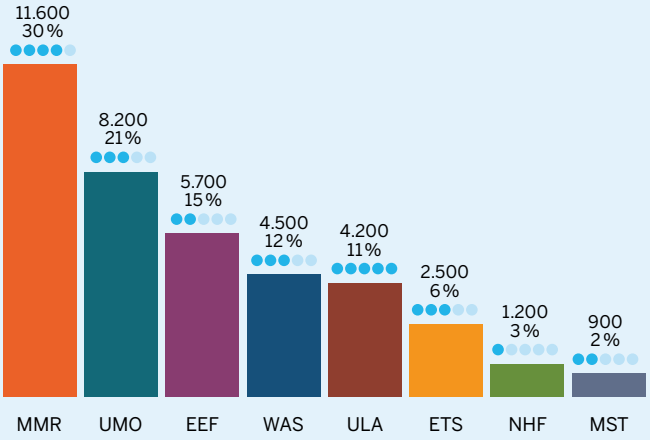
Zusätzlich weist der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* mit 1,22 einen landesweiten Spitzenwert der regionalen Ausprägung auf. Beschäftigungsstark sind in diesem Teilmarkt vor allem die Marktsegmente Abfallbehandlung und -verwertung sowie Materialeffiziente Produktionsprozesse und Technologien. Der dynamischste Wachstumsmarkt liegt in der Umweltfreundlichen Mobilität, die durch starke Zuwächse sowohl im Marktsegment der Umweltfreundlichen Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen als auch bei den Umweltfreundlichen Mobilitäts- und Antriebstechnologien seit 2010 auf insgesamt fast 2.400 neue Erwerbstätige kommt. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 4,1 %. Ein gegenteiliges Bild zeichnet sich im Marktsegment Erneuerbaren Energien – hier ist seit 2010 im Jahresdurchschnitt ein Rückgang der Erwerbstätigenzahlen um 5,9 % zu verzeichnen.

| Kennzahlen der Umweltwirtschaft | Niederrhein | | | | NRW |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2019 | Wachstum in % p.a. | Anteil an NRW | 2010 – 2019 p.a. |
| Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft | 36.000 | 38.800 | 0,8 % | 8,3 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 15 % | 14 % | | | |
| Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft | 667.000 | 759.100 | 1,4 % | 8,0 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 22 % | 20 % | | | |
| Lokalisationsquotient zu NRW | 1,10 | 1,03 | | | |
| Bruttowertschöpfung in Mio. € | 2.441 | 3.048* | 2,8 %* | 8,5 %* | 3,3 %* |
| Digitalisierungsanteil der Stellenausschreibungen | | 10 % | | | |

Die mit einem * markierten Werte beziehen sich auf das Jahr 2018 bzw. den Zeitraum 2010 bis 2018.
Spezialisierung nach Lokalisationsquotient (LQ) gegenüber NRW (= 1,0): ●●●●● Sehr hoch (LQ ≥ 1,3); ●●●●○ Hoch (LQ ≥ 1,1); ●●●○○ Durchschnittlich (LQ ≥ 0,9); ●●○○○ Gering (LQ ≥ 0,7); ●○○○○ Sehr gering (LQ < 0,7)

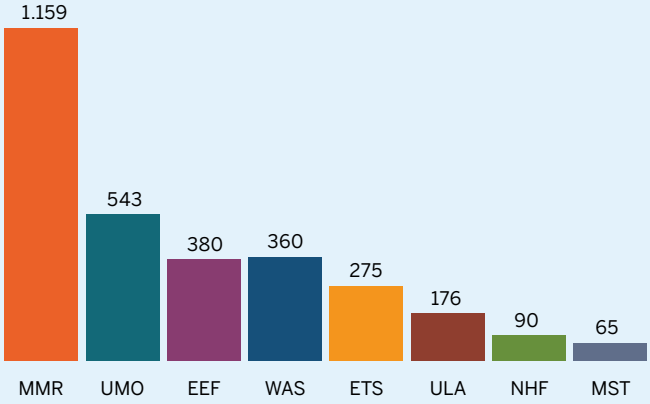
## Erwerbstätige nach Teilmärkten 2019

Anteil des Teilmarkts in der Region in % und Lokalisationsquotient gegenüber NRW

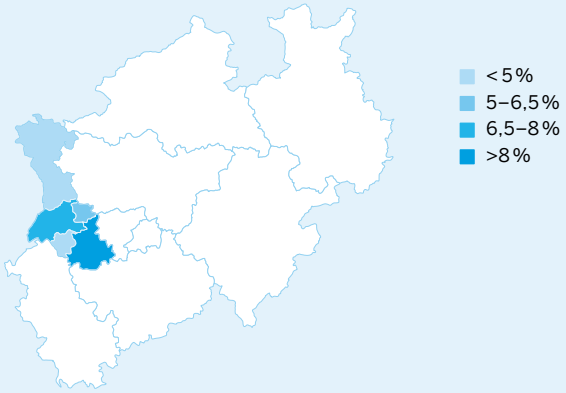



## Bruttowertschöpfung nach Teilmärkten 2018

in Mio. Euro




| Anteil der Umweltwirtschaftsstellen an den Gesamtstellen | | davon Stellen mit Digitalbezug |
|---|---|---|
| Rhein-Kreis Neuss | 8,3 % | 11,0 % |
| Viersen | 6,9 % | 12,7 % |
| Krefeld, Stadt | 6,1 % | 11,3 % |
| Kleve | 4,7 % | 7,1 % |
| Mönchengladbach, Stadt | 3,7 % | 7,6 % |




EEF Energieeffizienz und Energieeinsparung MMR Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft MST Minderungs- und Schutztechnologien NHF Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft ETS Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung ULA Umweltfreundliche Landwirtschaft UMO Umweltfreundliche Mobilität WAS Wasserwirtschaft

Quellen: Quelle: Prognos AG 2020, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Bundesagentur für Arbeit und von IT.NRW (für 2019, falls nicht anders vermerkt). Aufgrund von Rundungen kann es zu Unterschieden zu den Gesamtsummen kommen.

Während der Anteil der in den Teilmärkten der Umweltwirtschaft ausgeschriebenen Stellen an den Gesamtstellen mit 5,8 % über dem Landesdurchschnitt liegt, blieb der Anteil von Stellen der Umweltwirtschaft, die einen Digitalbezug aufweisen, mit 10 % weit hinter dem entsprechenden Wert von 15,3 % für das Bundesland insgesamt zurück. Die höchsten Anteilswerte weisen am Niederrhein der Kreis Viersen sowie der Rhein-Kreis Neuss auf.

## FORSCHUNGSINSTITUTIONEN, NETZWERKE UND INITIATIVEN

Die Hochschulen der Region sind durch einen hohen Anwendungsbezug sowie ein enges kooperatives Verhältnis zur regionalen Wirtschaft und zu den Kommunen und Institutionen der Region gekennzeichnet. An der **Hochschule Niederrhein** ist unter anderem das Kompetenzzentrum EthNa – CSR (Ethik und Nachhaltigkeit – Corporate Social Responsibility) angesiedelt. Dieses führt das **CSR-Kompetenzzentrum Textil & Bekleidung Niederrhein,** welches im Rahmen eines EFRE-geförderten Projektes in Kooperation mit weiteren Partnern entstanden ist, als Wissensplattform weiter. Der Forschungsschwerpunkt des **SWK E² – Institut für Energietechnik und Energiemanagement** der Hochschule Niederrhein liegt in der Analyse und Optimierung von Energiesystemen und Prozessen. Forschungsprojekte beschäftigen sich unter anderem mit autonomem Fahren und der Entwicklung von Technologien zur dezentralen Energieerzeugung. Das **Oberflächenzentrum HIT** der Hochschule Niederrhein ist auch im Bereich der nachhaltigen und effizienten Entwicklung ressourcenschonender Materialien und Werkstoffe tätig.

Weitere Kompetenzen liegen im Bereich Agrobusiness, die gesamte Wertschöpfungskette ist in der Region vertreten und auch an den Hochschulen ist das Thema als wichtiger Forschungsbereich verankert. So werden an der **Hochschule Rhein-Waal** am Campus Kleve u. a. die Studiengänge Agribusiness und Sustainable Agriculture angeboten. Das Netzwerk **Agrobusiness Niederrhein e.V.** vernetzt verschiedene Partner mit dem Ziel, Nachhaltigkeit, Inno-

Exportschlager: Züge des Siemens-Werkes Krefeld

vation und Wettbewerbsfähigkeit in der Region voranzubringen.

Zum Projekt Innovationspark **Erneuerbare Energien Jüchen** wird derzeit eine Machbarkeitsstudie erarbeitet. Die Projektpartner TH Köln, das Wuppertal Institut und der Zweckverband LandFolge Garzweiler möchten damit einen Beitrag zum Strukturwandel und zur Energiewende leisten. Im Fokus stehen innovative Lösungen für die Energieversorgung von Gewerbegebieten, Energiespeichertechnologien sowie Infrastrukturen für umweltfreundliche Mobilitätsformen. Potenziale hinsichtlich effizienter Flächennutzung werden in der Verknüpfung mit regionalen Agrarbetrieben gesehen.

Die IHK Mittlerer Niederrhein hat zusammen mit den Städten Mönchengladbach, Neuss und Krefeld ein Modellkonzept für die Entwicklung von **City-Hub-Systemen** für mittlere und kleinere Städte erarbeitet. Durch die Entwicklung von Mikro-Depots, die eine Kleinverteilung ohne Lieferwagen ermöglichen, soll den Verkehrs- und Umweltbelastungen des erhöhten Lieferaufkommens entgegengewirkt werden. Im Bereich Energie und Umwelt ist die IHK Mittlerer Niederrhein zudem Ansprechpartner für Themen wie Energieeffizienz und informiert mit den Netzwerktreffen „Umwelt-Update“ zu umweltrechtlichen Themen.

Das **Healthy Building Network** strebt als Innovationsnetzwerk und Wissensplattform für gesundes Bauen eine effiziente Nutzung von Rohstoffen und Energie an. Partner sind unter anderem der Kreis Viersen, Krefeld und Mönchengladbach und, im Rahmen der euregio rhein-maas-nord, Venlo.

Auch das Thema Digitalisierung wird von vielen Initiativen in der Region vorangetrieben. Der **Wissenscampus Mönchengladbach** vernetzt seit 2019 Hochschule, innovative mittelständische Unternehmen und die Start-up-Szene der Region in den Bereichen Wissenstransfer, Innovation und Qualifizierung mit dem Ziel, die Chancen des Strukturwandels und der Digitalisierung durch smarte Innovationen zu nutzen und Mönchengladbach als überregionales Wissenszentrum zu etablieren. Die **Innovationspartner Niederrhein** fungieren als regionaler Ansprechpartner insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen zu den Themen Innovation, Digitalisierung, Hochschultransfer und Förderprogramme. Der Förderung der Digitalisierung sowie der Unterstützung von Gründerinnen und Gründern und Start-ups widmet sich der Verein **nextMG** am Standort Mönchengladbach sowie für Krefeld und dessen Umgebung der **silkvalley e.V.**

Besondere Entwicklungspotenziale der Region ergeben sich aus der bereits stark ausgeprägten Agrobusiness-Branche. Aktuelle Entwicklungen des Strukturwandels und damit einhergehende potenzielle neue Flächennutzungsmöglichkeiten treffen im Kontext des Klimaschutzes auf bestehende und langfristige Megatrends in der Ernährungswende. Diesen massiven Wandel kann die Region für sich nutzen: Die gesamte Wertschöpfungskette der Land- und Ernährungswirtschaft ist am Niederrhein stark ausgeprägt und kann durch die enge Verzahnung von Wissenschaft und Wirtschaft um neue Konzepte und Wertschöpfungsmodelle erweitert werden, insbesondere im Schnittstellenbereich zur Digitalisierung und der Anwendung digitaler Technologien. Der Strukturwandel im Rheinischen Revier wirkt zudem intensiv auf die industriell geprägten Teilmärkte *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* und *Umweltfreundliche Mobilität*. Die Verbindungen mit den industriellen Lead-Usern im nordöstlichen Teil des Reviers bieten vielfältige Innovationsansätze und Wertschöpfungspotenziale.

# OSTWESTFALEN-LIPPE

**Ostwestfalen-Lippe – Die Region des innovativen Mittelstandes steht für qualitativ hochwertige Produkte und international führende Unternehmen. Durch vitale Netzwerke, interdisziplinäre Forschungsprojekte und eine hohe Digitalisierungskompetenz bestehen zahlreiche Potenziale für die Umweltwirtschaft der Region. Kaum eine Region des Landes schafft es wie OWL, die regionalen Akteure von der Wirtschaft bis hinein in die Gesellschaft für gemeinsame Prozesse zu begeistern.**

- **Anteil der Umweltwirtschaftsstellen mit Digitalisierungsbezug liegt mit 17,4 % zwei Prozentpunkte über dem Landesdurchschnitt**
- **Die Themen Ressourcen, Energie und Verkehr sind nach wie vor dominant**
- **Höchster Spezialisierungsgrad der Region liegt im Teilmarkt NHF mit 2,25, dem zweithöchsten Wert aller Regionen in diesem Teilmarkt**
- **Wachstum der Umweltwirtschaft bleibt leicht hinter der Entwicklung des Bundeslandes zurück**

## STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT IN DER REGION

Die Umweltwirtschaft in Ostwestfalen-Lippe ist durch mittelständische Unternehmen geprägt, die – zum Teil als Weltmarktführer ihrer Branche – qualitativ hochwertige Produkte herstellen. Gestützt wird diese Qualität von dicht gesponnenen inter- und transdisziplinären Forschungskooperationen, die in vielen Technologiebereichen vitale Netzwerke befeuern. Auch zur Digitalisierung bestehen zahlreiche etablierte Industrie-4.0-Initiativen, deren Ziel die zukunftsfeste Gestaltung der regionalen Wirtschaft ist. Insbesondere hinsichtlich der Einführung einer Circular Economy nimmt der Produktionsstandort OWL eine Pole-Position ein – und will sich hier auch als Modellregion weiter platzieren. Aufbauen kann die Region auf der besonders stark ausgeprägten Holz- und Forstwirtschaft, für deren gesamte Wertschöpfungs- und Verarbeitungskette hohe Kompetenzen der Region liegen. Auch wurden in OWL Maßstäbe in den Bereichen Sektorenkopplung sowie Flexibilisierung und Resilienz des Energiesystems gesetzt, die künftig weiterwickelt werden.

Etwa 5 % der insgesamt 1.135.300 Erwerbstätigen der Region finden in der Umweltwirtschaft ihren Arbeitsplatz. Die 57.000 Erwerbstätigen der OWL-Umweltwirtschaft, die 12,2 % der Erwerbstätigen der gesamten NRW-Umweltwirtschaft entsprechen, erzielen eine Bruttowertschöpfung von über 4,3 Mrd. Euro. Zwischen 2010 und 2019 wuchs die Erwerbstätigenzahl in der Umweltwirtschaft in Ostwestfalen-Lippe mit ca. 1,1 % p. a. fast so schnell wie die Gesamtwirtschaft und wie die Umweltwirtschaft im Landesdurchschnitt. Auch in der Bruttowertschöpfung entwickelt sich die Umweltwirtschaft in Ostwestfalen-Lippe mit einem Plus von 3,0 % p. a. im Vergleich zur gesamten Wirtschaft und zum gesamten Bundesland ähnlich dynamisch. Mit einem Lokalisationsquotienten von 1,02 liegt in der Umweltwirtschaft nur eine durchschnittliche regionale Ausprägung vor. Die landesweit größten Teilmärkte bilden so auch in Ostwestfalen-Lippe die Basis der Umweltwirtschaft: Besondere Schwerpunkte der Region sind die Teilmärkte *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*, *Energieeffizienz und Energieeinsparung* sowie die *Umweltfreundliche Mobilität*, die 60 % der Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft in OWL Arbeit bieten.

Überdurchschnittlich hohe Spezialisierungen bestehen darüber hinaus in den Teilmärkten *Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft* (der LQ 2,25 stellt den zweithöchsten Wert aller Regionen dar) und *Umweltfreundliche Landwirtschaft* (LQ 1,32). Der dynamischste Wachstumsmarkt ist die *Umweltfreundliche Mobilität*, sowohl in den Marktsegmenten Intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur als auch *Umweltfreundliche Mobilität*s- und Antriebstechnologien konnte ab 2010 eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von über 5 % erzielt werden. Darüber hinaus wuchs der Teilmarkt *Minderungs- und Schutztechnologien* um 3,4 % jährlich, wobei sich das Wachstum nahezu gleichmäßig auf dessen Marktsegmente Bodenschutztechnologien und -sanierung und Lärmminderungs- und Luftreinigungstechnologien verteilt.

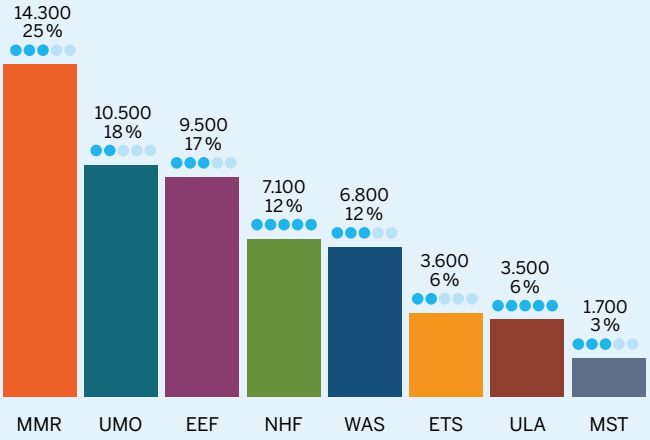
Bei einem Blick auf die Stellenmarktanalyse werden in Ostwestfalen-Lippe große Unterschiede sichtbar: Während in Höxter ca. 8 % aller ausgeschriebenen Stellen den Teilmärkten der Umweltwirtschaft zugeordnet werden können, sind es in Bielefeld lediglich 3 %. Die weiteren Kreise und kreisfreien Städte der Region bewegen sich im Rahmen des nordrhein-westfälischen Durchschnitts. Der Anteil an Umweltwirtschaftsstellen mit identifizierbarem digitalem Bezug weist eine noch größere Spannweite auf: In Höxter beträgt der Anteil ca. 4 %, in Paderborn 38 % – nordrhein-westfälischer Spitzenwert. Insgesamt liegt die Region mit einem Anteil von 17,4 % zwei Prozentpunkte über dem Durchschnitt des Bundeslandes.

| Kennzahlen der Umweltwirtschaft | Ostwestfalen-Lippe | | | | NRW |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2019 | Wachstum in % p. a. | Anteil an NRW | 2010 – 2019 p. a. |
| Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft | 51.700 | 57.000 | 1,1% | 12,2% | 1,4% |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 16% | 14% | | | |
| Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft | 985.800 | 1.135.300 | 1,6% | 12,0% | 1,4% |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 20% | 19% | | | |
| Lokalisationsquotient zu NRW | 1,06 | 1,02 | | | |
| Bruttowertschöpfung in Mio. € | 3.408 | 4.330* | 3,0%* | 12,1%* | 3,3%* |
| Digitalisierungsanteil der Stellenausschreibungen | | 17% | | | |

Die mit einem * markierten Werte beziehen sich auf das Jahr 2018 bzw. den Zeitraum 2010 bis 2018.
Spezialisierung nach Lokalisationsquotient (LQ) gegenüber NRW (= 1,0): ●●●●● Sehr hoch (LQ ≥ 1,3); ●●●●○ Hoch (LQ ≥ 1,1); ●●●○○ Durchschnittlich (LQ ≥ 0,9); ●●○○○ Gering (LQ ≥ 0,7); ●○○○○ Sehr gering (LQ < 0,7)

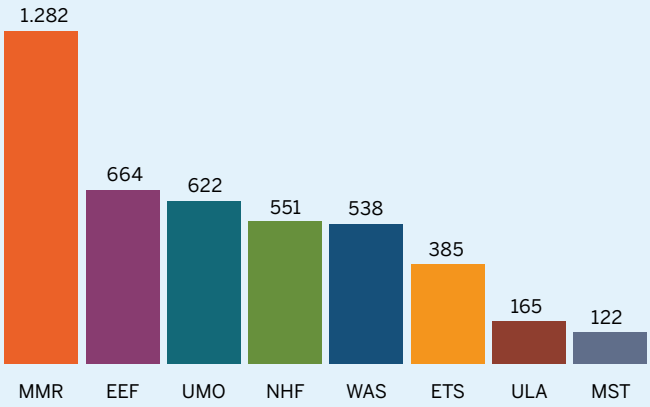
## Erwerbstätige nach Teilmärkten 2019

Anteil des Teilmarkts in der Region in % und Lokalisationsquotient gegenüber NRW

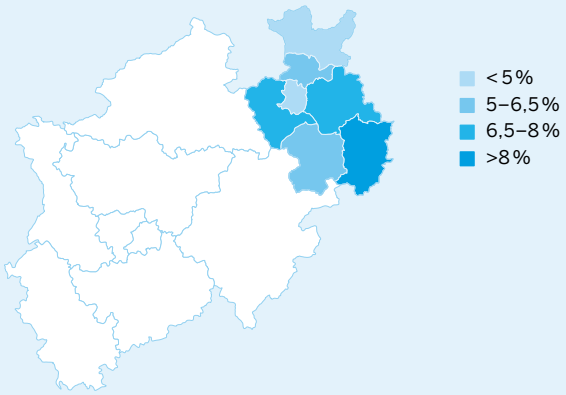



## Bruttowertschöpfung nach Teilmärkten 2018

in Mio. Euro




| Anteil der Umweltwirtschaftsstellen an den Gesamtstellen | | davon Stellen mit Digitalbezug |
|---|---|---|
| Höxter | 8,0% | 4,0% |
| Lippe | 6,5% | 10,7% |
| Gütersloh | 6,5% | 18,2% |
| Paderborn | 5,8% | 37,3% |
| Herford | 5,0% | 9,5% |
| Minden-Lübbecke | 4,6% | 11,9% |
| Bielefeld, Stadt | 3,0% | 13,4% |




EEF Energieeffizienz und Energieeinsparung MMR Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft MST Minderungs- und Schutztechnologien NHF Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft ETS Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung ULA Umweltfreundliche Landwirtschaft UMO Umweltfreundliche Mobilität WAS Wasserwirtschaft

Quellen: Quelle: Prognos AG 2020, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Bundesagentur für Arbeit und von IT.NRW (für 2019, falls nicht anders vermerkt). Aufgrund von Rundungen kann es zu Unterschieden zu den Gesamtsummen kommen.

## FORSCHUNGSINSTITUTIONEN, NETZWERKE UND INITIATIVEN

Der hohe Digitalisierungsgrad der Stellen spiegelt sich auch in den Forschungs- und Innovationskompetenzen der Region wider: Der etablierte und vom BMBF ausgezeichnete Spitzencluster Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe **(it's OWL)** setzt auf Bundesebene Akzente im Bereich der Industrie 4.0. In zahlreichen Forschungs- und Innovationsprojekten wird die konkrete Ausgestaltung des Zukunftsthemas durch Anlagenbauer, Fabrikausrüster und Anwender in der Region untersucht. Neben rund 200 Unternehmen, darunter Marktführer aus der Elektro- und Anlagentechnik, sind verschiedene Hochschulen und Universitäten sowie der Institutsteil Industrielle Automation des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung **(IOSB-INA)** beteiligt. Ein Schwerpunkt der im Cluster beteiligten Forschungseinrichtungen besteht darin, künstliche Intelligenz für die industrielle Wertschöpfung nutzbar zu machen. Über 100 Forschungsprojekte beschäftigen sich mit diesem Thema.

Als Teil der erfolgreichen **Lernenden Energieeffizienznetzwerke (LEEN)** bündelt die Region Kompetenzen von 50 weiteren namhaften Unternehmen, um deren Energieeffizienz zu steigern, Energiekosten einzusparen und um Freiräume zur Entwicklung spezifischer Geschäftsmodelle und neuer Produkte und Dienstleistungen zu schaffen. Über das Innovationsnetzwerk **„Energie Impuls OWL"** bündelt die Region weitere Kompetenzen und unterstützt mittels Workshops, Initiativen und Bildungsprogrammen ansässige Unternehmen und Vereine dabei, ihre Energieeffizienz zu steigern. Darüber hinaus setzt der Verein Impulse, um die Region und ihre Aktivitäten in den Bereichen Digitalisierung, energieeffizientes Bauen und der Integration Erneuerbarer Energien überregional und international präsent zu machen. Weitere Innovationsnetzwerke der Region mit Umweltwirtschaftsbezug bestehen im **„OWL Maschinenbau e.V."**, der „Food-Processing Initiative" und dem **„InnoZent OWL e.V."**.

In den letzten Jahren hat der Standort OWL seine Kompetenzen im Bereich der Bioökonomie, der nachwachsenden Rohstoffe und der Circular Economy stark ausgebaut. Im Projekt **CirQuality OWL** soll das bestehende starke Innovationsökosystem genutzt und optimiert werden, um für die nächsten Produktgenerationen Ideen im Hinblick auf die Kreislaufwirtschaft zu entwickeln und diese mit neuen Geschäftsmodellen zu realisieren. Das Projekt zielt weiterhin darauf ab, die lokalen Akteure im Bereich der Circular Economy zu qualifizieren und strategisch zu unterstützen. Im Kreis Lippe bildet das Konsortium **„Lippe zirkulär"** ein regionales Innovationsnetzwerk zur Circular Economy, um die lokal optimalen Bedingungen für zirkuläre Wertschöpfungsideen zu nutzen. Dazu werden Netzwerkaktivitäten gebündelt und gemeinsam mit Unternehmen Pilotprojekte entwickelt. Weitere regionale Treiber der Thematik sind der Fenster-, Türen-, und Fassadenhersteller Schüco und der auf die Aufbereitung gebrauchter Getriebekomponenten spezialisierte Bielefelder Standort der ZF Friedrichshafen AG.

Die Region Ostwestfalen baut in allen genannten Bereichen auf eine starke Hochschullandschaft, die von den Universitäten Bielefeld und Paderborn sowie der Fachhochschule Bielefeld und der Technischen Hochschule OWL in Lemgo getragen wird. Hervorzuheben sind hier das **Institut Future Energy** der TH OWL, das Energielösungen an der Schnittstelle von Quartieren, Mobilität und Arbeitswelten entwickelt, sowie das **Institut für Technische Energie-Systeme (ITES)** der Fachhochschule Bielefeld. Hier wird an der systemtechnischen Integration sowie der ökonomischen und ökologischen Optimierung sowie zur gesellschaftlichen Integration dezentraler Energiesysteme geforscht.

Um die in Ostwestfalen vom Holzanbau über die Verarbeitung bis hin zur Endproduktion, beispielsweise von Möbeln und Holzbaustoffen, vollständig regional stattfindende Wertschöpfungskette zu stärken, werden an der TH OWL im **Studiengang Holztechnik** Ingenieurinnen und Ingenieure mit Bezug zur regionalen Holzwirtschaft ausgebildet und an die Betriebe der Region herangeführt.

Die Umweltwirtschaft in der Region Ostwestfalen profitiert von der engen Einbindung zahlreicher Unternehmen in die **regionalen Innovationssysteme** und Cluster, die insbesondere zur Industrie 4.0, Energieeffizienz, Digitalisierung und Agrobusiness ausgeprägt sind. Der neue Schwerpunkt der **zirkulären Wertschöpfung** bietet auf regionaler und übergeordneter Ebene vielfältige und wertvolle Impulse. Forschung, Wirtschaft und Initiativen arbeiten hier Hand in Hand. Durch erfolgreiche Pilotprojekte und Breitenanwendungen, die Schritt für Schritt Wertschöpfungskreisläufe in den Unternehmen schließen, kann die exzellente Position der Region auf den Märkten der Umweltwirtschaft weiter ausgebaut werden.

# REGION AACHEN

## STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT IN DER REGION

Zahlreiche Hochschulen und Forschungseinrichtungen der Region Aachen erreichen internationales Niveau. Die Akteure des bewährten Wissenstransfers zwischen Forschungseinrichtungen und der Wirtschaft will die öffentliche Hand zukünftig noch stärker verzahnen, um den teilweise schwierigen Sprung von der technologischen Invention zur wirtschaftlichen Umsetzung zu unterstützen und die regionalen Wirtschaftsstrukturen zu stärken. Dabei gilt es auch, weitere Unternehmen mit Bezug zu den regionalen Forschungsschwerpunkten in der gesamten Region anzusiedeln.

Kompetenzen der Region liegen in der umweltfreundlichen und smarten Mobilität, in der Energie- und Materialeffizienz und in biobasierten Wertschöpfungssystemen. In diesen Bereichen gibt die Umweltwirtschaft der Region Aachen auch auf internationaler Ebene Impulse und leistet gleichzeitig vor Ort einen entscheidenden Beitrag zur Bewältigung des Strukturwandels im Rheinischen Revier.

Die Umweltwirtschaft in der Region Aachen, deren Lokalisationsquotient von 1,05 nur geringfügig über dem nordrhein-westfälischen Durchschnitt liegt, weist über 32.000 Erwerbstätige (2019) auf. Die Bruttowertschöpfung im Bereich der Umweltwirtschaft betrug 2018 rund 2,4 Mrd. Euro. Sowohl die Bruttowertschöpfung (+3,1 % p. a.) als auch die Erwerbstätigenzahl (+1,1 % p. a.) stiegen zwischen 2010 und 2019 bzw. 2018 jeweils etwas langsamer als der Landesdurchschnitt an.

Die Schwerpunkte der Umweltwirtschaft in der Region Aachen liegen in den drei auch landesweit größten Teilmärkten *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*, *Energieeffizienz und Energieeinsparung* und *Umweltfreundliche Mobilität*. Der überdurchschnittlich ausgeprägte und wertschöpfungsstarke Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* rundet das Kompetenzprofil der Energieregion ab.

Eine besonders hohe Zahl an Erwerbstätigen findet sich dabei in den **Marktsegmenten** Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen (5.000 Erwerbstätige) sowie Energieeffiziente Gebäude (4.450 Erwerbstätige). Mit +6,8 % p. a. findet das schnellste Wachstum der Erwerbstätigenzahl im Marktsegment Intelligente Energiesysteme und Netze statt. Beachtenswert sind die insbesondere in den kleineren Teilmärkten überdurchschnittlichen Lokalisationsquotienten (LQ), die eine regionale Nischenbildung mit hohem Spezialisierungsgrad abbilden. Landesweite Spitzenplätze belegt die Region mit einem Lokalisationsquotienten von 1,36 im Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* sowie mit 1,12 im Teilmarkt *Minderungs- und Schutztechnologien*. Der Lokalisationsquotient von 1,16 im Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung* ist der zweithöchste Wert unter den Wirtschaftsregionen des Landes.

**Die Region Aachen – Der renommierte Forschungs- und Wissenschaftsstandort setzt auf einen intensiven Wissenstransfer zwischen Forschung und Wirtschaft. In der Umweltwirtschaft wird der Sprung von der technologischen Invention zur wirtschaftlichen Umsetzung genutzt, um die regionale Wirtschaftsstruktur auch im Rheinischen Revier zu befördern.**

- **Höchster Anteil der Stellenausschreibungen mit Umweltwirtschaftsbezug (6,7 %), der Anteil von Anzeigen mit Digitalisierungsbezug ist doppelt so hoch wie im Landesdurchschnitt**
- **Spezialisierungsgrade der Energiemärkte erreichen Spitzenwerte in NRW (u. a. ETS mit 1,36)**
- **Größter Wachstumsmarkt ist EEF mit einer jährlichen Steigerung der Erwerbstätigenzahl von 1,9 %**
- **Der Strukturwandel im Rheinischen Revier befördert die Spezialisierung des Teilmarkts ULA in Richtung der Bioökonomie**

Die Umweltwirtschafts- und **Digitalisierungskompetenzen** der Region spiegeln sich auch in der Analyse des aktuellen Stellenmarktes: Sowohl der Anteil aller Stellenausschreibungen, die der Umweltwirtschaft zugerechnet werden können, als auch der Anteil der Stellen mit Digitalisierungsbezug innerhalb der Umweltwirtschaft erzielen im Vergleich der Regionen Bestwerte. Zu nennen sind hier der Kreis Düren mit einem Stellenanteil der Umweltwirtschaft von fast 10 % sowie die Stadt Aachen, in der 38 % aller umweltwirtschaftsbezogenen Stellen auch Schnittmengen zu Themenfeldern der Digitalisierung aufweisen.

## FORSCHUNGSINSTITUTIONEN, NETZWERKE UND INITIATIVEN

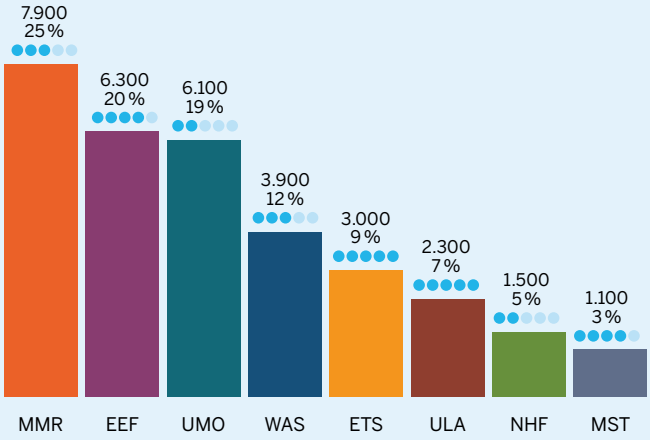
Die Region Aachen weist eine hohe Dichte von Forschungsinstitutionen und -netzwerken auf. Mit den Lehrstühlen und Instituten der Exzellenzuniversität der **Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen**, der **Fachhochschule Aachen**, dem **Forschungs-**

| Kennzahlen der Umweltwirtschaft | Region Aachen | | | | NRW |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2019 | Wachstum in % p. a. | Anteil an NRW | 2010 – 2019 p. a. |
| Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft | 29.100 | 32.000 | 1,1 % | 6,8 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 18 % | 18 % | | | |
| Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft | 539.800 | 621.200 | 1,6 % | 6,6 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 25 % | 22 % | | | |
| Lokalisationsquotient zu NRW | 1,09 | 1,05 | | | |
| Bruttowertschöpfung in Mio. € | 1.894 | 2.412* | 3,1 %* | 6,7 %* | 3,3 %* |
| Digitalisierungsanteil der Stellenausschreibungen | | 27 % | | | |

Die mit einem * markierten Werte beziehen sich auf das Jahr 2018 bzw. den Zeitraum 2010 bis 2018.
Spezialisierung nach Lokalisationsquotient (LQ) gegenüber NRW (= 1,0): ●●●●● Sehr hoch (LQ ≥ 1,3); ●●●●○ Hoch (LQ ≥ 1,1); ●●●○○ Durchschnittlich (LQ ≥ 0,9); ●●○○○ Gering (LQ ≥ 0,7); ●○○○○ Sehr gering (LQ < 0,7)

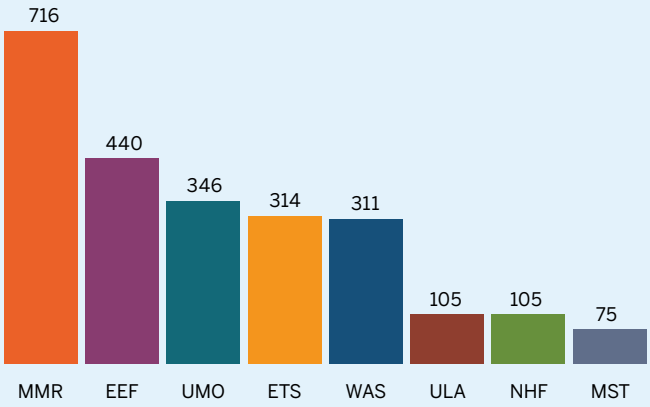
## Erwerbstätige nach Teilmärkten 2019

Anteil des Teilmarkts in der Region in % und Lokalisationsquotient gegenüber NRW

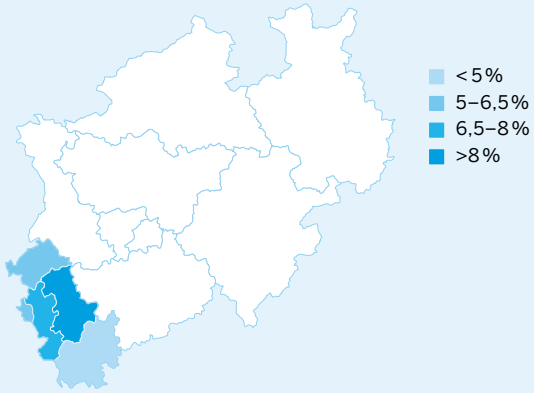



## Bruttowertschöpfung nach Teilmärkten 2018

in Mio. Euro




| Anteil der Umweltwirtschaftsstellen an den Gesamtstellen | | davon Stellen mit Digitalbezug |
|---|---|---|
| Düren | 9,8 % | 27,4 % |
| Aachen | 6,9 % | 16,2 % |
| Aachen, Stadt | 6,2 % | 38,0 % |
| Heinsberg | 5,0 % | 13,6 % |
| Euskirchen | 4,8 % | 7,6 % |




EEF Energieeffizienz und Energieeinsparung MMR Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft MST Minderungs- und Schutztechnologien NHF Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft ETS Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung ULA Umweltfreundliche Landwirtschaft UMO Umweltfreundliche Mobilität WAS Wasserwirtschaft

Quellen: Quelle: Prognos AG 2020, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Bundesagentur für Arbeit und von IT.NRW (für 2019, falls nicht anders vermerkt). Aufgrund von Rundungen kann es zu Unterschieden zu den Gesamtsummen kommen.

**zentrum Jülich (FZJ)** und den zahlreichen Instituten der **Fraunhofer- und Leibnitz-Gesellschaft** sowie der **Helmholtz-Gemeinschaft** befinden sich international führende Spitzeninstitute in der Region, die untereinander intensiv zusammenarbeiten und über Netzwerke und Kooperationen auch mit der Wirtschaft verknüpft sind. Die Forschungsschwerpunkte zahlreicher Lehrstühle und Institutsbereiche liegen in Segmenten der Umweltwirtschaft und im Bereich Digitalisierung.

Gestärkt wird diese Forschungskompetenz künftig durch das **Fraunhofer-Zentrum Digitale Energie**, das vor dem Hintergrund des Strukturwandels im Rheinischen Revier in der Region angesiedelt wird. Das neue Fraunhofer-Zentrum arbeitet interdisziplinär und anwendungsnah an der Digitalisierung kritischer Energieversorgungsstrukturen und flankiert somit technologisch den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung. Aufgebaut wird es vom **Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik (FIT)** und dem **Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (FKIE)** und zwei Instituten der RWTH Aachen, dem **Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft (IAEW)** und dem **Institute for Automation of Complex Power Systems (E.ON ACS)**.

Auf dem **RWTH Aachen Campus** entstehen insgesamt 16 neue Forschungscluster, in denen interdisziplinäre Wissenschafts- und Industrieteams zusammenarbeiten. Realisiert sind bereits sieben dieser Cluster, darunter der **Cluster Nachhaltige Energie** mit einem Forschungscampus „Flexible Elektrische Netze“, das E.ON Energy Research Center und der **Cluster Smart Logistik**. Erste innovative Leuchtturmprojekte wie das Elektro-Stadtfahrzeug e.GO Life sind auf dem RWTH Aachen Campus entstanden. Ein weiterer Kernbereich des Campus ist die Innovation Factory. Hier werden agile und iterative Ansätze erprobt, um interdisziplinär neue Produkte zu entwickeln. Das Exzellenzcluster **„Fuel Science Center“** betreibt Grundlagenforschung dazu, wie biomassebasierte Rohstoffe, $CO_2$ und Elektrizität zu sogenannten Bio-Hybrid-Fuels umgewandelt werden können, die als umweltfreundliche Treibstoffe Zukunftspotenziale aufweisen.

Die Unterstützung der regionalen Wirtschaft und der öffentlichen Hand bei der Digitalisierung ist das Ziel des **digitalHUB Aachen e.V.** Start-ups und IT-Mittelstand arbeiten dabei gemeinsam mit Anwendern aus der Wirtschaft an der Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle. Neben der bilateralen Zusammenarbeit werden in den Thinktanks des digitalHUB innovative Konzepte erarbeitet und in die Umsetzung gebracht. Der „ThinkTank Smart City Aachen“ arbeitet beispielsweise an effizienterer Energienutzung und nachhaltiger Mobilität für die Stadt Aachen. Des Weiteren arbeiten verschiedene Fokusgruppen – beispielsweise Energie und Internet of Things (IoT) – daran, die Angebote des Aachener digitalHUB inhaltlich weiter auszugestalten.

Solarthermisches Kraftwerk in Jülich

Die regionale Wirtschaftsförderungsanstalt, die **Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer mbH (AGIT)**, ist auf die Betreuung technologieorientierter Existenzgründungen spezialisiert. Zudem berät sie Unternehmen bei der Ansiedlung und stellt Kontakte zu Unternehmens- und Forschungsnetzwerken her. Darüber hinaus unterstützt die AGIT die Region Aachen bei der Digitalisierung und ist Mitglied in der Fokusgruppe Region Aachen des digitalHUB.

Das transdisziplinäre Innovationsnetzwerk **Erlebniswelt Mobilität Aachen** beschäftigt sich mit der Entwicklung und Umsetzung von innovativen digitalen Mobilitätslösungen. Akteure aus Wirtschaft, Forschung und Kommunen arbeiten gemeinsam an den Themen Elektromobilität, Multimodalität und automatisiertes Fahren und machen diese für die Bürgerinnen und Bürger erlebbar. Im Projekt **UrbanMove** wird derzeit eine digitale Plattform zur Nutzung des PeopleMover entwickelt – ein elektrisch angetriebener innovativer Kleinbus. Ein weiteres Projekt ist der **Future Mobility Park Aldenhoven**, ein interkommunales Gewerbegebiet zur Ansiedlung innovativer Unternehmen, welcher gemeinsam von der RWTH Aachen und dem Kreis Düren entwickelt wird. Ebenfalls im Mobilitätsbereich ist das Projekt **„Care and Mobility Innovation“** angesiedelt. Darin sollen Innovationsstrategien für die zwei Leitmärkte Digitale Gesundheitswirtschaft und Intelligente Mobilität entwickelt und implementiert werden. Projektpartner sind, neben dem Zweckverband Region Aachen, auch die bereits genannten Akteure des digitalHUB Aachen e.V. und die e.GO Mobile AG.

An der digitalen Transformation der Energiewirtschaft arbeitet das Energieversorgungsunternehmen **Trianel**, eine Kooperation von Stadtwerken mit Sitz in Aachen. Im Trianel Digital Lab werden Pilotprojekte erarbeitet und in einzelnen Stadtwerken umgesetzt sowie die Vernetzung der Stadtwerke untereinander gefördert. Das **Institut für Solarforschung** des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) arbeitet an der Erforschung von konzentrierten Solarsystemen zur Erzeugung von Strom, Wärme und Brennstoffen. Am Standort in Jülich befindet sich mit dem Solarturm, einem solarthermischen Versuchskraftwerk, eine bedeutsame Anlage des Instituts. Weitere Energieprojekte sind der **Brainergy Park Jülich** und der Solarpark Herzogenrath. Mit dem Brainergy Park Jülich soll ein interkommunales, möglichst klimaneutrales Gewerbegebiet entstehen, welches als Reallabor für innovative Entwicklungen in den Bereichen Energie, Digitalisierung und Bioökonomie dienen soll. Der Solarpark Herzogenrath soll zum **Energiepark Herzogenrath** ausgebaut werden, mit dem Ziel die gesamte Stadt energieautark zu versorgen.

Die Region Aachen ist durch ihre **ausgeprägte Forschungskompetenz** in den Teilmärkten der Umweltwirtschaft prädestiniert, den anstehenden Strukturwandel maßgeblich zu gestalten und daraus auch Impulse für nachhaltiges wirtschaftliches Wachstum zu ziehen. Die Forschung im Bereich flächenbezogener Technologien, wie sie in der Mobilität, der Erneuerbare-Energie-Erzeugung oder der Landbewirtschaftung zum Einsatz kommen, kann auf neuartige Experimentierfelder zurückgreifen und die Implementation von Breitenlösungen effizient erproben. Zudem erhalten die unmittelbar vom Strukturwandel betroffenen Akteure Alternativen, um eine nachhaltige Wertschöpfung zu erreichen, wobei die Region bestehende Kompetenzen in d**er Fortentwicklung von wissenschaftlichen Ideen hin zur etablierten Wertschöpfungslösung** anwenden und erweitern sollte.

# REGION DÜSSELDORF

## STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT IN DER REGION

Die Region Düsseldorf (Düsseldorf/Kreis Mettmann) kann in der Umweltwirtschaft auf eine diversifizierte Wirtschaftsstruktur in Kombination mit einer starken Digitalisierungs- bzw. IKT-Kompetenz zurückgreifen. Dabei stehen der Dienstleistungs- und der Industriesektor in einem gesunden Verhältnis. Ein Indiz für die große Bedeutung der Umweltwirtschaft in der Region ist die kontinuierlich überdurchschnittliche Patentdichte. Die starke industriell-gewerbliche Basis und vor allem deren ausgeprägte Vernetzung in zahlreichen Initiativen in der Region ist ein Treiber für die Themen Ressourceneffizienz, Klimaschutz und nachhaltiges Energiemanagement. Vor dem Hintergrund der Energiewende ist die Frage nach stabilen, umweltbewussten und auch preiswerten Energiequellen für die Wirtschaft und insbesondere die Industrie überaus wichtig. Die Region ist Vorreiter bei der Einbindung smarter und umweltfreundlicher Mobilitäts- und Logistikangebote in bestehende Systeme.

**Die Region Düsseldorf kombiniert erfolgreich eine industriell-gewerbliche Basis, hohe Digitalisierungskompetenz und Erfahrungen mit der Umsetzung umweltwirtschaftlicher Produkte und Dienstleistungen in den Themen Ressourceneffizienz, Klimaschutz und nachhaltiges Energiemanagement. So avanciert die Region zum Umsetzungschampion der Energie- und Mobilitätswende im urbanen Umfeld.**

- **Starke Wachstumsraten in den Teilmärkten UMO (+3,7 %) und EEF (+3,5 %)**
- **Insgesamt geringste Ausprägung der Umweltwirtschaft der Regionen in NRW (LQ 0,74)**
- **Anteil der digitalisierungsbezogenen Stellenausschreibungen der Umweltwirtschaft mit 17,1 % über dem landesweiten Durchschnitt**

Die Umweltwirtschaft in der Region Düsseldorf erwirtschaftet eine Bruttowertschöpfung von über 2,15 Mrd. Euro. Ihre ca. 29.000 Erwerbstätigen entsprechen ca. 3,6 % der 794.700 Erwerbstätigenplätze der Region bzw. 6,2 % der Erwerbstätigen in der NRW-Umweltwirtschaft. Zwischen 2010 und 2019 wuchs die Erwerbstätigenzahl der Region mit ca. 1,4 % p. a. genau so schnell wie die der Gesamtwirtschaft und die der Umweltwirtschaft im landesweiten Durchschnitt. In der Bruttowertschöpfung entwickelt sich die Umweltwirtschaft in der Region Düsseldorf mit einem Plus von 3,5 % p. a. im Vergleich zur Wirtschaft in Nordrhein-Westfalen etwas dynamischer. Mit einem Lokalisationsquotienten (LQ) von 0,74 liegt in der Umweltwirtschaft im Vergleich zu Nordrhein-Westfalen eine unterdurchschnittliche regionale Ausprägung vor.

Gemessen an der Zahl der Arbeitsplätze und am Grad der Spezialisierung ist der Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität*, in dem ca. 28 % der Erwerbstätigen der Umweltwirtschaft der Region ihren Arbeitsplatz finden, der führende Teilmarkt der Region. Der Spezialisierungsgrad des Teilmarktes – mit einem Lokalisationsquotienten von 0,9 – liegt jedoch unter dem nordrhein-westfälischen Durchschnitt. In der Bruttowertschöpfung liegt die *Umweltfreundliche Mobilität* in der Region Düsseldorf zudem deutlich hinter dem Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* zurück. Auch der Teilmarkt *Energieeffizienz und Energieeinsparung* erwirtschaftet – trotz einer um 2.000 geringeren Erwerbstätigenzahl – eine ähnlich hohe Wertschöpfung wie die *Umweltfreundliche Mobilität*.

Wesentliche Wachstumsbereiche finden sich in zwei Marktsegmenten: Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen konnten seit 2010 ein Wachstum um 1.900 Erwerbstätige (entspricht 3,5 % jährlichem Zuwachs), das **Marktsegment** Energieeffiziente Gebäude ein jährliches Wachstum von 4,4 % (entspricht einem Zuwachs von 1.300 Erwerbstätigen seit 2010) verzeichnen.

Die Zahl der Erwerbstätigen im relativ kleinen Marktsegment Intelligente Energiesysteme und Netze wuchs im Jahresdurchschnitt sogar um 7,5 %. Trotz eines jährlichen Rückgangs der Erwerbstätigenzahl um 1,3 % schneidet daher der Teilmarkt *Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung* Im Vergleich zu den weiteren Regionen relativ gut ab.

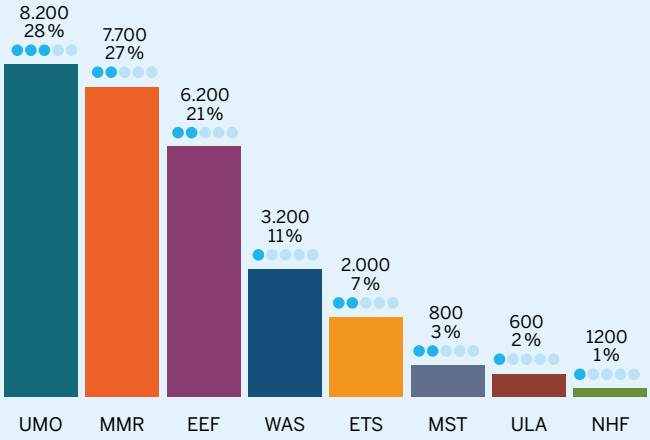
Die **Anzahl der ausgeschriebenen Stellen, die der Umweltwirtschaft** zugeordnet werden können, beträgt im Verhältnis zur Gesamtzahl an Stellen in der Region Düsseldorf lediglich 3,9 % und liegt damit einen Prozentpunkt unter dem Landesdurchschnitt. Im Gegensatz dazu ist der Anteil an Stellen in der Umweltwirtschaft, die einen digitalen Bezug aufweisen, mit 17,1 % überdurchschnittlich, wobei dieser in der Stadt Düsseldorf nur wenig höher als im Kreis Mettmann ist. Dieser Befund untermauert die außerordentliche Digitalkompetenz der Region mit großen Enablern der Digitalisierung, „erwachsenen" Start-ups und einer agilen DigiHub-Szene.

| Kennzahlen der Umweltwirtschaft | Region Düsseldorf | | | | NRW |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2019 | Wachstum in % p.a. | Anteil an NRW | 2010 – 2019 p.a. |
| Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft | 25.600 | 29.000 | 1,4 % | 6,2 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 11 % | 10 % | | | |
| Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft | 698.300 | 794.700 | 1,4 % | 8,4 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 17 % | 16 % | | | |
| Lokalisationsquotient zu NRW | 0,74 | 0,74 | | | |
| Bruttowertschöpfung in Mio. € | 1.634 | 2.159* | 3,5 %* | 6,0 %* | 3,3 %* |
| Digitalisierungsanteil der Stellenausschreibungen | | 17 % | | | |

Die mit einem * markierten Werte beziehen sich auf das Jahr 2018 bzw. den Zeitraum 2010 bis 2018.
Spezialisierung nach Lokalisationsquotient (LQ) gegenüber NRW (= 1,0): ●●●●● Sehr hoch (LQ ≥ 1,3); ●●●●○ Hoch (LQ ≥ 1,1); ●●●○○ Durchschnittlich (LQ ≥ 0,9); ●●○○○ Gering (LQ ≥ 0,7); ●○○○○ Sehr gering (LQ < 0,7)

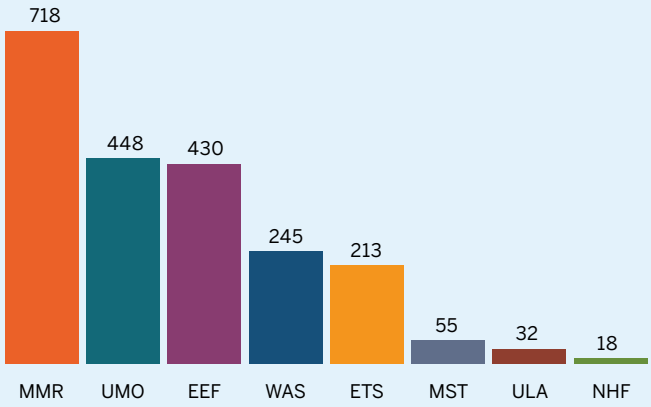
## Erwerbstätige nach Teilmärkten 2019

Anteil des Teilmarkts in der Region in % und Lokalisationsquotient gegenüber NRW

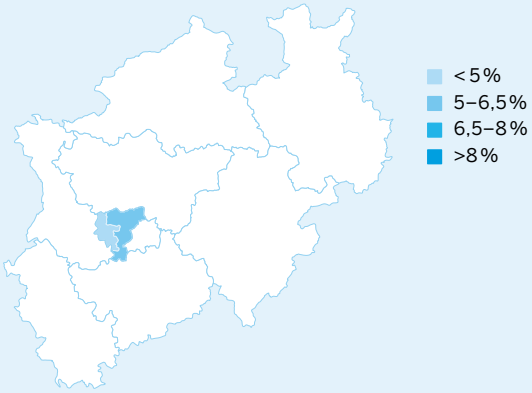



## Bruttowertschöpfung nach Teilmärkten 2018

in Mio. Euro




| Anteil der Umweltwirtschaftsstellen an den Gesamtstellen | | davon Stellen mit Digitalbezug |
|---|---|---|
| Mettmann | 6,6 % | 13,9 % |
| Düsseldorf, Stadt | 3,4 % | 18,2 % |




EEF Energieeffizienz und Energieeinsparung MMR Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft MST Minderungs- und Schutztechnologien NHF Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft ETS Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung ULA Umweltfreundliche Landwirtschaft UMO Umweltfreundliche Mobilität WAS Wasserwirtschaft

Quellen: Quelle: Prognos AG 2020, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Bundesagentur für Arbeit und von IT.NRW (für 2019, falls nicht anders vermerkt). Aufgrund von Rundungen kann es zu Unterschieden zu den Gesamtsummen kommen.

## FORSCHUNGSINSTITUTIONEN, NETZWERKE UND INITIATIVEN

Die Region Düsseldorf ist im Bereich der Umweltwirtschaft sehr diversifiziert und besitzt daher auch im Bereich von Forschungs- und Innovationsnetzwerken bzw. -projekten weitreichende Kompetenzen. Eine Schlüsselrolle kann in Zukunft der zurzeit in Planung befindliche **EUREF-Campus** einnehmen, der als Innovationscampus und Reallabor für bis zu 3.500 Beschäftigte aus Forschung, Start-ups und etablierten Unternehmen dienen soll. Auf dem Campus soll sowohl an Fragen der Energiewende als auch der Mobilität der Zukunft gearbeitet werden. Die für den Campus geplanten Gebäude werden darüber hinaus eine Vorbildfunktion in den Bereichen Klimaschutz und Energieeffizienz erfüllen.

Insbesondere im Bereich der vernetzten und automatisierten (Stadt-)Mobilität gibt es in der Region weitere Projekte mit Vorbildcharakter: So wird im Projekt **KoMoDnext** (Kooperative Mobilität im digitalen Testfeld Düsseldorf) die im Vorgängerprojekt eingerichtete Teststrecke für autonomes Fahren innerhalb von Düsseldorf weiter betrieben; in Monheim nahmen im Februar 2020 fünf vollautomatisierte Busfahrzeuge den regulären Linienbetrieb auf; die Initiative **„Mobilitätspartnerschaft Düsseldorf“** bringt seit 2017 Unternehmen zusammen und ermutigt diese, sich mit alternativen Mobilitätsformen auseinanderzusetzen. Zusätzlich ist die Stadt Düsseldorf seit 2020 Teil der auf Mobilitätsthemen fokussierten **Kompetenzregion Wasserstoff** Düssel.Rhein.Wupper, die außerdem Duisburg, Wuppertal und den Rhein-Kreis Neuss umfasst.

Im Logistikbereich beschäftigen sich in Düsseldorf verschiedene Unternehmen wie beispielsweise **incharge** mit smarten Innenstadt-Logistikkonzepten. Gefördert werden diese vom **DigiHub Düsseldorf/Rheinland**, der als einer der insgesamt sechs nordrhein-westfälischen DigiHubs Mittelständler, Start-ups, Konzerne, Wissenschaftler und Investoren vernetzt und diese bei der Entwicklung neuer digitaler Geschäftsmodelle, Produkte und Lösungen unterstützt. Insbesondere die **stark ausgeprägte Start-up-**

Das Mercedes-Benz Werk Düsseldorf startete im Dezember 2019 mit der Produktion eines elektrisch angetriebenen Lieferwagens.

**Szene** in der Region profitiert von diesem Matchmaking. Ähnliche Beratungs- und Vernetzungsangebote bietet die im Rahmen des Programms NRW.Innovationspartner gegründete Initiative **„DUS+ME innovativ“**. Spezielle Vernetzungsangebote für digitale Akteure der Region bietet der Verein **„Digitale Stadt Düsseldorf“**.

Weitere Digitalisierungskompetenzen liegen in der Region in den Bereichen Virtual und Augmented Reality. Agenturen wie a4vr und Forschungseinrichtungen (beispielsweise das Virtual Studio der Hochschule Düsseldorf) arbeiten gleichermaßen an der immersiv-virtuellen Echtzeitdarstellung von Produkten, Prozessen und Techniken, beispielsweise im Bereich von Großbaumaschinen oder Gebäuden. Start-ups wie die IoX GmbH, Aconno, Cumulocity oder ECBM unterstützen durch ihre Expertise Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Bereich von IoT-Implementierungen, beispielsweise in der Erforschung modularer Sensorsysteme zur Schadstoffüberwachung oder Smart-Mobility-Systemen.

Im Bereich der Bioökonomie kann die Region Düsseldorf auf ein breites Forschungsportfolio aufbauen. Institute der Heinrich-Heine-Universität (HHU), die sich mit biobasierten Roh- und Werkstoffen befassen, sind das Institut für Bioorganische Chemie (IBOC), das Center for Structural Studies (CCSS) oder das Institut für Pharmazeutische und Medizinische Chemie. Ferner bestehen enge Verflechtungen zum Forschungszentrum Jülich, das unter anderem das organisatorisch an der HHU angesiedelte **Institut für Molekulare Enzymtechnologie (IMET)** beherbergt. Letzteres zählt zum internationalen **Cluster Industrielle Biotechnologie 2021 e.V. (CLIB2021)**. Außerdem ist die HHU am in Jülich angesiedelten **Bioeconomy Science Center (BioSC)** beteiligt.

Die Hochschule Düsseldorf forscht darüber hinaus am **Zentrum für innovative Energiesysteme** an innovativen und das Klima schützenden Energieprojekten in der Euregio Rhein-Waal und dient dabei gleichzeitig als Inkubator und Katalysator für grenzübergreifende Produkt- und Prozessinnovationen.

Die Kompetenzen der Region im Bereich der energieeffizienten Gebäude bündeln sich in der **Serviceagentur Altbausanierung (SAGA)** als gemeinsame Einrichtung der Stadtwerke und der Verwaltung der Stadt Düsseldorf sowie der Verbraucherzentrale NRW. Die Serviceagentur tritt dabei als Teil des **Netzwerks ALTBAUNEU** auf, in dem auch der Kreis Mettmann beteiligt ist. In Langenfeld besteht zusätzlich das **Forum EnergieEffizienz Langenfeld e.V. (FEE)**.

Eine wesentliche Stärke der Region Düsseldorf zeigt sich in der engen Vernetzung der ansässigen Industrie- und Umweltwirtschaftsbetriebe. Erfolgreiche Beispiele sind **„Zukunft durch Industrie“**, der „**Industriekreis Düsseldorf“** und die **„Schlüsselregion Velbert.Heiligenhaus“** und damit Vereine, die gezielt zu Innovationsaktivitäten der Industrie in den Bereichen Digitalisierung, Nachhaltigkeit und umweltfreundliche Mobilität informieren bzw. die regionalen Akteure vernetzen. Der in Düsseldorf ansässige **Landescluster NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW (NMWP.NRW)** und das vom Kreis Mettmann unterstützte Kompetenznetzwerk für Oberflächentechnik e.V. **surface.net** runden das regionale Profil in den Bereichen Werkstoff- und Oberflächentechnik ab.

Diese übergreifenden Clusteraktivitäten zeigen die Vorteile einer effektiven **Zusammenarbeit auch über die Regionsgrenzen** hinweg. Insbesondere die Region Düsseldorf, als eine der kleinsten Wirtschaftsregionen im Bundesland, kann in einer übergreifenden Kooperation mit weiteren Wirtschaftsregionen Potenziale und Synergien der eigenen, international ausgerichteten Umweltwirtschaft heben. Ähnlichkeiten der regionalen Profile bestehen in Richtung des Bergischen Städtedreiecks wie auch in die Region Niederrhein. Die Themen **urbane Mobilität** (Smart City, Luftreinhaltungstechnologien), energieeffiziente Gebäude und Quartiere sowie Oberflächen- und Produktionstechnik wie auch die **Kernkompetenz der Digitalisierung** bieten vielfältige Anknüpfungspunkte.

# REGION KÖLN/BONN

## STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT IN DER REGION

Die sowohl in ihrer Gesamtwirtschaft als auch in ihrer Umweltwirtschaft breit aufgestellte Region Köln/Bonn ist den absoluten Zahlen nach die zweitgrößte Wirtschaftsregion der Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Eine übergeordnete Rolle spielt der Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität*, geprägt durch die öffentlichen Nahverkehrssysteme sowie Automobil- und Logistikunternehmen in der Region. Aufgrund der bestehenden Herausforderungen im nachhaltigen Umbau des Mobilitäts- und Transportsektors wird dieses Themenfeld auch in den strategischen Prozessen wie dem Agglomerationskonzept der Region fokussiert betrachtet.

In der Region sind zudem exzellente Forschungs- und Wissenschaftsinstitute angesiedelt, die über Netzwerke und Projekte eng mit der regionalen Wirtschaft kooperieren. Ziel der Region Köln/Bonn ist es, diese bestehende Exzellenz und Kompetenzen im Bereich der Forschung auszuweiten und die Ergebnisse in die Praxis zu überführen.

Mit mehr als 81.600 Erwerbstätigen (2019) und einer Bruttowertschöpfung von mehr als 6 Mrd. Euro (2018) bildet die Region Köln/Bonn den zweitgrößten Standort der Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Sowohl das Wachstum der Erwerbstätigenzahl (+2,5 % p. a.) als auch der Bruttowertschöpfung (+4,7 % p. a.) ist im landesweiten Vergleich eines der stärksten. Die Region belegt in der lokalen Ausprägung des Teilmarktes MST mit einem LQ von 1,12 einen Spitzenwert.

Besondere Bedeutung kommt in der Region dem Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* zu, der eine hohe Ausprägung aufweist und in den vergangenen Jahren sowohl bei der Zahl der Erwerbstätigen (+9.500 Erwerbstätige) als auch bei der Bruttowertschöpfung ein starkes Wachstum verzeichnen konnte. Fast jeder dritte Erwerbstätige der Umweltwirtschaft der Region war 2019 in diesem Teilmarkt tätig. Trotz der um 7.500 Personen geringeren Erwerbstätigenzahl erwirtschaftet der Teilmarkt *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* eine um 250 Millionen Euro höhere Wertschöpfung. Drittgrößter Teilmarkt ist *Energieeffizienz und Energieeinsparung*, sowohl bei den Erwerbstätigen als auch in der Wertschöpfung.

Mit mehr als 21.000 Erwerbstätigen (ca. 86 % aller Erwerbstätigen des Teilmarktes) ist im Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität* vor allem das Marktsegment *Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen* interessant. Die Auswertung des Stellenmarktes in der Region Köln/Bonn zeigt ein überwiegend ausgeglichenes Bild. Besonders ausgeprägt im landesweiten Vergleich ist

**Die Region Köln/Bonn – Die große Umweltwirtschaftsregion vereinigt eine höchst diversifizierte Wirtschaftsstruktur mit technologischen Highlights und visionären Entwicklungsprozessen. Die Präsenz in der Breite der Umweltwirtschaft wird ergänzt durch besondere Erfahrungen in der Umweltfreundlichen Mobilität, der Circular Economy und in der Gestaltung der Transformation im industriellen Rheinischen Revier.**

- **starkes relatives Wachstum (+2,5 % Erwerbstätige pro Jahr) trotz der absoluten Größe der Region**
- **5,5 % jährliches Wachstum im Teilmarkt UMO entsprechen ca. 9.500 neuen Erwerbstätigen seit 2010**
- **hohe Wachstumsraten bestehen auch in den Teilmärkten MST (+3 %), MMR (2,8 %), EEF (+2,7 %)**
- **Überdurchschnittlicher Anteil der digitalisierungsbezogenen Stellenausschreibungen der Umweltwirtschaft (19,6 %)**

der Anteil **digitaler Umweltwirtschaftsstellen**, wobei besonders die Städte Bonn und Köln sowie der Oberbergische Kreis als Schwerpunkte zu nennen sind.

## FORSCHUNGSINSTITUTIONEN, NETZWERKE UND INITIATIVEN

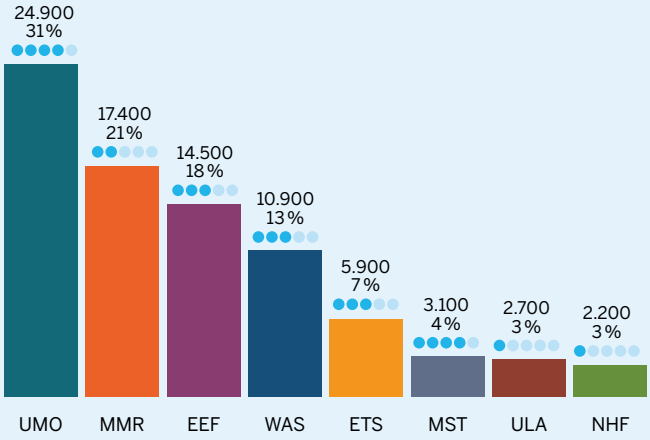
Die räumliche Nähe der Region Köln/Bonn zum Rheinischen Revier (der Rhein-Erft-Kreis wird diesem vollständig zugerechnet) eröffnet aufgrund der beiderseitig vorhandenen exzellenten Forschungsinfrastruktur starke Potenziale für Kooperationen und als Reallabor. Schwerpunkte liegen im Bereich der Bioökonomie sowie des nachhaltigen Materialeinsatzes: Mit den **Exzellenzclustern CEPLAS** und **PhenoRob** sind zwei auf Pflanzen- und Agrarinnovationen ausgerichtete Exzellenzcluster in der Region Köln/Bonn angesiedelt. Der Exzellenzcluster für Pflanzenwissenschaften (CEPLAS) ist ein Verbundprojekt der Universitäten Köln und Düsseldorf, des Max-Planck-Instituts für Pflanzenzüchtungsforschung (MPIPZ) sowie des Forschungszentrums Jülich. Gemeinsam entwickeln Wissenschaftler innovative Strategien für eine effizientere und nachhaltigere Pflanzennutzung. Im Exzellenzcluster „PhenoRob – Robotik und Phänotypisierung für Nachhaltige Pflanzenproduktion“ forschen die Universität Bonn

| Kennzahlen der Umweltwirtschaft | Region Köln/Bonn | | | | NRW |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2019 | Wachstum in % p. a. | Anteil an NRW | 2010 – 2019 p. a. |
| Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft | 65.200 | 81.600 | 2,5 % | 17,5 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 12 % | 14 % | | | |
| Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft | 1.527.900 | 1.790.200 | 1,8 % | 18,9 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 21 % | 19 % | | | |
| Lokalisationsquotient zu NRW | 0,87 | 0,92 | | | |
| Bruttowertschöpfung in Mio. € | 4.172 | 6.029* | 4,7 %* | 16,9 %* | 3,3 %* |
| Digitalisierungsanteil der Stellenausschreibungen | | 20 % | | | |

Die mit einem * markierten Werte beziehen sich auf das Jahr 2018 bzw. den Zeitraum 2010 bis 2018.
Spezialisierung nach Lokalisationsquotient (LQ) gegenüber NRW (= 1,0): ●●●●● Sehr hoch (LQ ≥ 1,3); ●●●●○ Hoch (LQ ≥ 1,1); ●●●○○ Durchschnittlich (LQ ≥ 0,9); ●●○○○ Gering (LQ ≥ 0,7); ●○○○○ Sehr gering (LQ < 0,7)

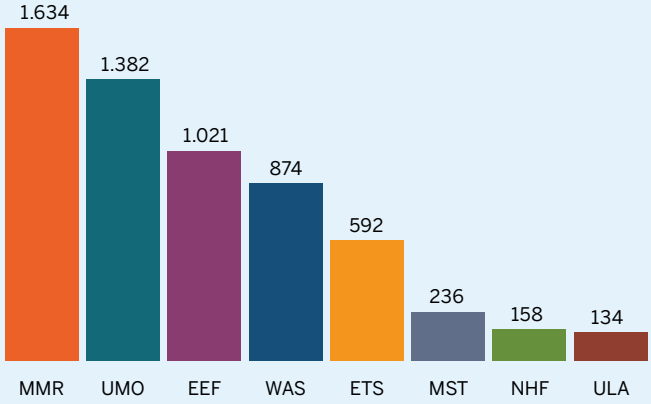
## Erwerbstätige nach Teilmärkten 2019

Anteil des Teilmarkts in der Region in % und Lokalisationsquotient gegenüber NRW

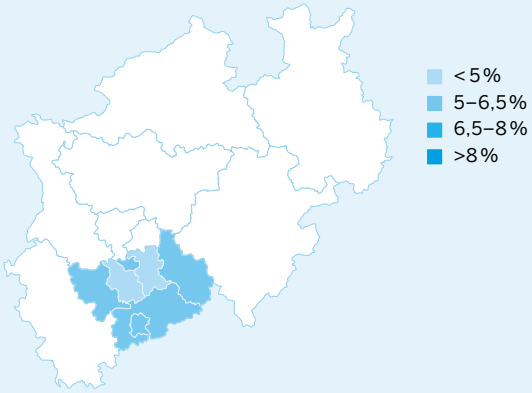



## Bruttowertschöpfung nach Teilmärkten 2018

in Mio. Euro




| Anteil der Umweltwirtschaftsstellen an den Gesamtstellen | | davon Stellen mit Digitalbezug |
|---|---|---|
| Oberbergischer Kreis | 6,2 % | 21,5 % |
| Rhein-Erft-Kreis | 5,8 % | 12,9 % |
| Bonn, Stadt | 5,7 % | 22,3 % |
| Leverkusen, Stadt | 5,6 % | 15,4 % |
| Rhein-Sieg-Kreis | 5,3 % | 12,3 % |
| Köln, Stadt | 3,9 % | 21,9 % |
| Rheinisch-Bergischer Kreis | 3,6 % | 11,3 % |




EEF Energieeffizienz und Energieeinsparung MMR Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft MST Minderungs- und Schutztechnologien NHF Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft ETS Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung ULA Umweltfreundliche Landwirtschaft UMO Umweltfreundliche Mobilität WAS Wasserwirtschaft

Quellen: Quelle: Prognos AG 2020, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Bundesagentur für Arbeit und von IT.NRW (für 2019, falls nicht anders vermerkt). Aufgrund von Rundungen kann es zu Unterschieden zu den Gesamtsummen kommen.

und das Forschungszentrum Jülich an Innovationen für eine produktivere, ressourceneffizientere und nachhaltigere Landwirtschaft. Dazu werden verschiedene Ansätze aus Robotik, Digitalisierung und maschinellem Lernen miteinander verbunden.

Der Verein **bio innovation park Rheinland e.V.** vernetzt Wissenschaft, Wirtschaft und Kommunen mit dem Ziel, einen Kompetenz- und Präsentationsraum der grünen Technologien der Agrar- und Ernährungswirtschaft sowie des Obst- und Gartenbaus aufzubauen.

Das Projekt **:metabolon** ist durch die enge Kooperation der Technischen Hochschule Köln (TH Köln) und des Bergischen Abfallwirtschaftsverbands (BAV) entstanden und beschäftigt sich mit interdisziplinären Forschungsansätzen im Bereich Circular Economy. Der Forschungsschwerpunkt des :metabolon Instituts der TH Köln liegt im Bereich Nachhaltige Abfallwirtschaft. Im Rahmen des Projektes entstand zudem auch ein nachhaltiges Gewerbegebiet mit Unternehmen aus den Bereichen Abfallwirtschaft, Stoffumwandlung und Umwelttechnik.

Das **Forschungsinstitut STEPs** der Technischen Hochschule Köln entwickelt ebenfalls nachhaltige Technologien für Umwelt und Produktion. Die Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Energie- und Ressourcenmanagement, Biotechnologie, nachhaltige Chemie und Performance-Materialien sowie Prozesstechnik und Simulation. Das Institut kooperiert aufgrund des hohen Anwendungsbezuges der Forschungsprojekte eng mit der Wirtschaft.

In den Bereichen Digitalisierung und Automatisierung innerhalb der Umweltwirtschaft verfügt die Region Köln/Bonn ebenfalls über eine große Anzahl relevanter Player in der Forschung und Entwicklung: Am **Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt** mit Hauptsitz in Köln zählen neben der Luft- und Raumfahrt auch die Bereiche Verkehr, Energie, Sicherheit und Digitalisierung zu den Forschungsschwerpunkten. Die Tätigkeiten reichen von der Grundlagenforschung bis zur angewandten Entwicklung neuer Technologien und Produkte. Am DLR-Standort Köln befinden sich beispielsweise das **Institut für Antriebstechnik**, das **Institut für Werkstoff-Forschung** sowie das **Technologiemarketing**, welches eine Schnittstelle zwischen Forschung und Industrie bildet.

Die **Hochschule Bonn-Rhein-Sieg** hat ihre Forschungsschwerpunkte ebenfalls in den Bereichen Autonome Systeme und Robotik sowie Ressourcenschonung und Energieeffizienz gesetzt. Das **Institut angewandter Wissenschaften des Bonn-Aachen International Center for Information Technology (B-IT)**, eine Kooperation des Fachbereichs Informatik der Hochschule mit dem **Fraun-**

Die Testanlage für Wärmespeicherung in Salzschmelzen (TESIS) des DLR-Instituts für Technische Thermodynamik in Köln dient der Entwicklung neuer Energie-Speichertechnologien auf Basis der Flüssigsalztechnologie.

E-Bus der Kölner Verkehrsbetriebe

**hofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS)**, bietet den deutschlandweit ersten Studiengang im Bereich Autonome Systeme an. Das **Institut für Technik, Ressourcenschonung und Energieeffizienz (TREE)** ist unter anderem in den Forschungsfeldern Effiziente Mobilität, Energieeffizienz und Erneuerbare Energien sowie Nachhaltige Materialien tätig.

Das Exzellenzcluster **Materie und Licht für Quanteninformation (ML4Q)** bündelt die Kompetenzen der Universitäten Köln, Aachen und Bonn und des Forschungszentrums Jülich. Basierend auf Prinzipien der Quantenmechanik sollen neue Netzwerk- und Computerarchitekturen geschaffen werden. Mit bisher unvorstellbaren Rechen- und Netzwerkleistungen könnten Quantencomputer als leistungsfähiges Werkzeug beispielsweise auch im Bereich Materialentwicklung eingesetzt werden.

Aktiv ist die Region auch im Bereich Smart City bzw. Smart Region und Digitalisierung. Mit **SmartCity Cologne** besteht eine Plattform für verschiedene Projekte in den Bereichen Klimaschutz und Energiewende, die gemeinsam von Unternehmen, Verbänden, Behörden und der Zivilgesellschaft mit Unterstützung der Wissenschaft umgesetzt werden. Ein Leuchtturmprojekt ist **Grow Smarter**, welches Mobilität, Energie und Digitalisierung integriert betrachtet und intelligent miteinander verknüpft. Auch die Stadt Bonn realisiert im Rahmen ihrer **Smart-City-Strategie** Projekte zur nachhaltigen Stadtentwicklung als Kooperation zwischen Stadt, Wissenschaft und Wirtschaft, insbesondere im Bereich der Digitalen Stadt.

Im Innovationsnetzwerk **HyCologne – Wasserstoff Region Rheinland e.V.** haben sich darüber hinaus Akteure aus der Region zusammengeschlossen, um die Einführung von Wasserstoff als Energieträger regional voranzutreiben. Partner im Netzwerk ist auch die Regionalverkehr Köln GmbH (RVK), die ihre gesamte Busflotte auf wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen-Hybridbusse umstellen will. Die Busse werden mit Wasserstoff betrieben, der als Nebenprodukt der Chlorproduktion im Chemiepark Knapsack anfällt.

Die Gestaltung zukünftiger Mobilität spielt für die Region derzeit eine zentrale Rolle. Zur Operationalisierung des Agglomerationskonzeptes und der Klimawandelvorsorgestrategie startet der Prozess zum **Agglomerationsprogramm Köln/Bonn**. Die aktuellen Verkehrssysteme können dem wachsenden Bedarf nicht mehr gerecht werden, sodass derzeit ein Umdenken in der Konzeptionierung des Verkehrssystems stattfindet. Dabei kann auf dem hochwertigen, im Wachstum befindlichen und lokal **überdurchschnittlich ausgeprägten Teilmarkt der umweltfreundlichen Mobilität** aufgebaut werden. Um das Verkehrssystem grundlegend umzubauen, bedarf es sowohl innovativer Einzellösungen als auch der Breitenanwendung bestehender umweltfreundlicher Mobilitätstechnologien, die dem ohnehin starken Teilmarkt weitere Wachstumsimpulse geben werden.

# REGION SÜDWESTFALEN

## STRUKTUR DER UMWELTWIRTSCHAFT IN DER REGION

Die Umweltwirtschaft in Südwestfalen bietet ein breites Portfolio an Produkten und Dienstleistungen. Einerseits ist die Wirtschaftsregion durch ihre Topografie geprägt: Der ländliche Charakter und der Waldreichtum der Mittelgebirgslandschaft prägen den Raum und haben offenkundig dazu beigetragen, eine außergewöhnlich präsente Holzwirtschaft zu begründen, die entlang der gesamten Wertschöpfungskette gut aufgestellt ist. Anderseits „verstecken" sich in dieser Region eine Vielzahl innovativer Weltmarktführer des produzierenden Gewerbes: Die Materialkompetenz beispielsweise in den Bereichen Metalle und Kunststoffe ist genauso charakteristisch wie die Kompetenz im Maschinenbau oder die Stärke der Anwendungsmärkte Automotive und Bau.

Diese Vielfalt der Kompetenzen – zusammen mit einem ausgeprägten Gestaltungswillen der lokalen Akteure – macht Südwestfalen zu einer der spannendsten Umweltwirtschaftsregionen Nordrhein-Westfalens. Die Digitalisierung als Leitthema der REGIONALE sowie die Auseinandersetzungen mit dem demographischen Wandel in der Region und den Herausforderungen der Daseinsvorsorge, u. a. zu Mobilität und Kreislaufwirtschaft, positionieren Südwestfalen als Trendsetter unter den innovativen Regionen im Land.

Die Umweltwirtschaft in Südwestfalen bietet Arbeitsplätze für über 42.000 Erwerbstätige (entspricht ca. 5,5 % der 767.500 Erwerbstätigen und 9,0 % der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft NRWs) und erwirtschaftet eine Bruttowertschöpfung von über 3,3 Mrd. Euro. Zwischen 2010 und 2019 wuchs die Erwerbstätigenzahl in der Umweltwirtschaft in Südwestfalen mit ca. 1,2 % p. a. etwas schneller als die Zahl der Erwerbstätigen in der Gesamtwirtschaft. In der Bruttowertschöpfung zeigte sich die Umweltwirtschaft in Südwestfalen mit einem Plus von 3,5 % p. a. im Vergleich zur gesamten Wirtschaft und zum gesamten Bundesland etwas dynamischer. Mit einem Lokalisationsquotienten (LQ) von 1,11 liegt in der Umweltwirtschaft im Vergleich zu Nordrhein-Westfalen die höchste regionale Ausprägung vor.

Die in gesamt Nordrhein-Westfalen starken Teilmärkte *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* (26 % aller Erwerbstätigen) sowie *Energieeffizienz und Energieeinsparung* (18 % aller Erwerbstätigen) weisen auch in Südwestfalen die meisten Erwerbstätigen und Wertschöpfungseffekte auf. Der Teilmarkt *Umweltfreundliche Mobilität*, in dem die Region qualitativ sehr gut aufgestellt ist, bleibt in den wirtschaftlichen Kennzahlen jedoch hinter dem Teilmarkt der Nachhaltigen Holz- und Forstwirtschaft zurück. In diesem besteht neben der drittthöchsten Wertschöpfungs- und Erwerbstätigenzahl der Region eine extreme Spezialisierung, der Lokalisationsquotient von 3,39 stellt den höchsten Wert aller Teilmärkte in den Regionen dar.

**Die Region Südwestfalen – Mit den Schlagworten „digital, nachhaltig, authentisch" charakterisiert die REGIONALE 2025 die Entwicklung in Südwestfalen, die eingebettet in die Strategie „Vision Südwestfalen 2030" verläuft. Die Umweltwirtschaft Südwestfalens bietet als „Enablerbranche" die passenden Angebote, um strukturelle Herausforderungen zu meistern und den innovativen Mittelstand weiterzuentwickeln.**

- **Höchster Spezialisierungsgrad aller Regionen in der gesamten Umweltwirtschaft (LQ 1,11)**
- **Lokalisationsquotient von 3,39 im Teilmarkt NHF ist der höchste Wert aller Regionen über die Teilmärkte hinweg, Spitzenwert ist mit 1,17 auch die Ausprägung des Teilmarktes EEF**
- **3 % jährliches Wachstum der Erwerbstätigen im Teilmarkt UMO**
- **Regionale Prozesse mit Ausrichtung auf die Digitalisierung und umweltwirtschaftliche Lösungen**

Besonders stark entwickelte sich hier das **Marktsegment** der Holzbearbeitung und Holzwerkstoffe, seit 2010 konnte bei den Erwerbstätigen ein durchschnittliches Wachstum von jährlich 2,5 % erreicht werden. Weitere überdurchschnittlich stark spezialisierte Teilmärkte sind *Energieeffizienz und Energieeinsparung* (LQ 1,17) und *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft* (LQ 1,13). Besonders stark entwickelte sich aus diesen Teilmärkten das Marktsegment der Energieeffizienten Produktionsprozesse und Technologien, welches zugleich das dynamischste der Marktsegmente in Südwestfalen war. Hier betrug das durchschnittliche jährliche Wachstum 5 %.

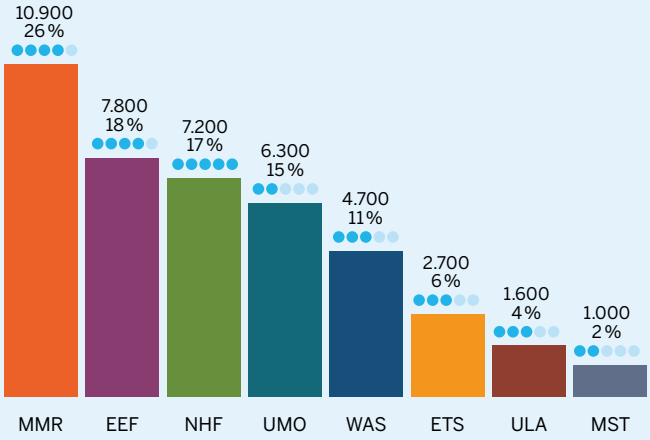
Im Gegensatz dazu zeigt sich in Südwestfalen wie auch im Rest des Bundeslandes ein durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen und internationale Konkurrenz bedingter Einbruch der Erwerbstätigenzahl im Marktsegment der Erneuerbaren Energien mit einem Rückgang um durchschnittlich jährlich 6,3 %.

| Kennzahlen der Umweltwirtschaft | Südwestfalen | | | | NRW |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2019 | Wachstum in % p.a. | Anteil an NRW | 2010 – 2019 p.a. |
| Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft | 37.900 | 42.100 | 1,2 % | 9,0 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 15 % | 14 % | | | |
| Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft | 693.200 | 767.500 | 1,1 % | 8,1 % | 1,4 % |
| Anteil geringfügig Beschäftigter | 23 % | 20 % | | | |
| Lokalisationsquotient zu NRW | 1,11 | 1,11 | | | |
| Bruttowertschöpfung in Mio. € | 2.521 | 3.323* | 3,5 %* | 9,3 %* | 3,3 %* |
| Digitalisierungsanteil der Stellenausschreibungen | | 14 % | | | |

Die mit einem * markierten Werte beziehen sich auf das Jahr 2018 bzw. den Zeitraum 2010 bis 2018.
Spezialisierung nach Lokalisationsquotient (LQ) gegenüber NRW (= 1,0): ●●●●● Sehr hoch (LQ ≥ 1,3); ●●●●○ Hoch (LQ ≥ 1,1); ●●●○○ Durchschnittlich (LQ ≥ 0,9); ●●○○○ Gering (LQ ≥ 0,7); ●○○○○ Sehr gering (LQ < 0,7)

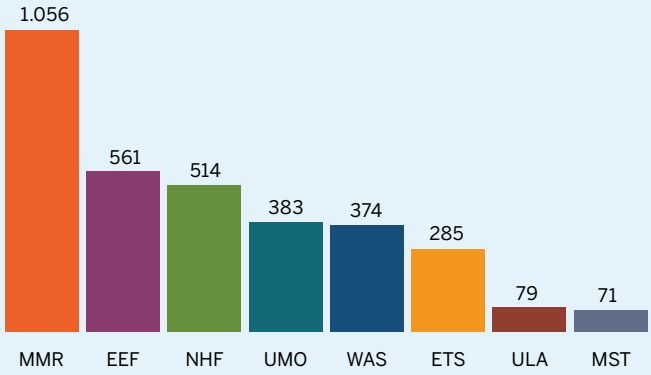
## Erwerbstätige nach Teilmärkten 2019

Anteil des Teilmarkts in der Region in % und Lokalisationsquotient gegenüber NRW

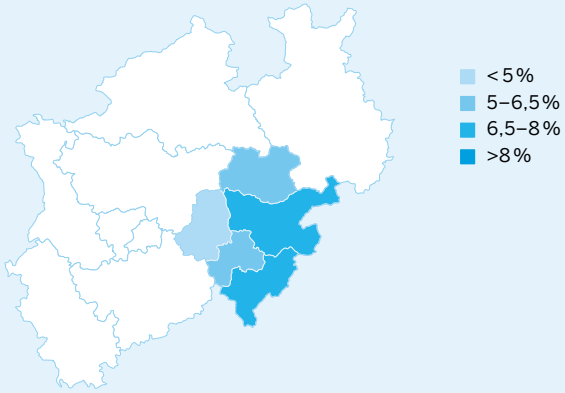



## Bruttowertschöpfung nach Teilmärkten 2018

in Mio. Euro




| Anteil der Umweltwirtschaftsstellen an den Gesamtstellen | | davon Stellen mit Digitalbezug |
|---|---|---|
| Hochsauerlandkreis | 7,9 % | 14,6 % |
| Siegen-Wittgenstein | 6,8 % | 11,5 % |
| Olpe | 6,2 % | 13,8 % |
| Soest | 5,4 % | 18,2 % |
| Märkischer Kreis | 4,7 % | 13,7 % |




EEF Energieeffizienz und Energieeinsparung MMR Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft MST Minderungs- und Schutztechnologien NHF Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft ETS Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung ULA Umweltfreundliche Landwirtschaft UMO Umweltfreundliche Mobilität WAS Wasserwirtschaft

Quellen: Quelle: Prognos AG 2020, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Bundesagentur für Arbeit und von IT.NRW (für 2019, falls nicht anders vermerkt). Aufgrund von Rundungen kann es zu Unterschieden zu den Gesamtsummen kommen.

Der Anteil ausgeschriebener Stellen, die den Teilmärkten der Umweltwirtschaft zugeordnet werden können, liegt in Südwestfalen bei ca. 5,9 % und damit über dem landesweiten Durchschnitt von 5 %. Im Hochsauerlandkreis liegt der Anteil sogar bei 7,9 %. Strukturbedingt unterdurchschnittlich aufgestellt ist die Region jedoch bei der Betrachtung der Stellenanteile innerhalb der Umweltwirtschaft, die einem digitalen Zukunftsfeld zuzuordnen sind. Im Durchschnitt beträgt der Wert für Südwestfalen 14,1 %, hervorzuheben ist hier der Kreis Soest, der vor allem durch Unternehmen der Teilmärkte *Energieeffizienz und Energieeinsparung* und *Umweltfreundliche Mobilität* einen mit 18,2 % überdurchschnittlichen Wert aufweist.

## FORSCHUNGSINSTITUTIONEN, NETZWERKE UND INITIATIVEN

Eine Vielzahl von Akteuren trägt zu den außerordentlichen Kompetenzen der Region Südwestfalen im Bereich der Nachhaltigen Holz- und Forstwirtschaft bei. Die Cluster Wald und Holz und der Landesbeirat Holz NRW e.V. werden von der Dachorganisation **Zentrum HOLZ** koordiniert. Das Zentrum bietet der Holz- und Forstwirtschaft entlang ihrer gesamten Wertschöpfungskette eine Plattform, um Unternehmen, Interessenvertretungen und Initiativen, Wissenschaft und Forschung sowie die Verwaltung miteinander zu vernetzen. Zusätzlich werden im **Informations- und Demonstrationszentrum Holz (I.D.Holz)** energie- und rohstoffeffiziente Bau- und Sanierungstechniken auf Grundlage von Holzbaustoffen erprobt und gezeigt. Angegliedert ist das I.D.Holz an das 2003 gegründete **Informations- und Demonstrationszentrum Erneuerbare Energien (I.D.E.E)**. Das I.D.E.E. verfügt über Schaueinrichtungen im Bereich Solare Wärme, Wärmespeicherung, der Erzeugung von Solarstrom und der Kraft-Wärme-Kopplung, und betreibt ein Ökoenergiecluster mit über 50 vorwiegend kleinen und mittelständischen Unternehmen. Auch das **Forstliche Bildungszentrum für Waldarbeit und Forsttechnik** und das **Lehr- und Versuchsforstamt Arnsberger Wald** des Landesbetriebs Wald und Holz NRW sind in der Region aktiv und bieten für Unternehmen und Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer Weiterbildungen in der umweltverträglichen Waldnutzung an.

Die Region Südwestfalen verfügt auch im Bereich des Fahrzeugbaus über mehrere, auch umweltwirtschaftlich interessante Netzwerke, in denen die lokalen Akteure gestärkt und zusammengebracht werden. Über das Lippstädter Technologiezentrum CARTEC arbeitet das etablierte Kompetenzzentrum Fahrzeug Elektronik (KFE) in Kooperation mit der Hochschule Hamm-Lippstadt und der FH Südwestfalen daran, Technologien im Zusammenhang mit der Elektromobilität marktreif zu entwickeln und in der Breite zu implementieren. Gemeinsam mit dem Automotive-Kompetenzzentrum acs bildet das KFE das Regionale-Projekt „Automotive-Kompetenzregion Südwestfalen“. Dessen Forschungsschwerpunkt liegt auf der Entwicklung von wirtschaftlich tragbaren Leichtbautechnologien im Fahrzeugbau, insbesondere mit Blick auf Elektrofahrzeuge. Ergänzt wird diese Forschungskompetenz, die auch den kleinen und mittelständischen Unternehmen der Region durch die Möglichkeit der Anlagennutzung zugutekommt, durch das **Automotive Netzwerk Südwestfalen**. Dieses bildet das Branchennetzwerk der KFZ-Zulieferer in der Region, in dem mehr als 300 Zulieferer und verbundene Dienstleister eng zusammenarbeiten und beispielsweise im Bereich Nachwuchsgewinnung oder Produktentwicklung kooperieren.

Auch die erfolgreiche Bewerbung **„5 für Südwestfalen: Digital-nachhaltig-authentisch“** im Bundeswettbewerb „Smart Cities made in Germany“ zeigt, wie mit kooperativem Kompetenz-Pooling relevante und strukturbildende Impulse gesetzt werden können. Die Städte Arnsberg, Bad Berleburg, Menden, Olpe und Soest setzen pilothaft Smart-City-Strategien um, mit denen Antworten auf Fragen der Mobilität, der Bildungs- und der zukünftigen Daseinsvorsorge gegeben werden können.

Im Bereich der *Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft*, dem wirtschaftsstärksten Teilmarkt Südwestfalens, besitzt die Region ebenfalls eine Vielzahl an Akteuren und Initiativen, die das regionale Kompetenzprofil formen. Das **Kunststoff-Institut für die mittelständische Wirtschaft NRW** in Lüdenscheid unterstützt die regionale Wirtschaft in den Bereichen Werkzeug- und Werkstofftechnik, Oberflächen- und Prüftechnik sowie Verfahrenstechnik für alle Bereiche der kunststoffverwendenden Industrien. Durch Angebote wie 3D-Druckverfahren in der Fertigungstechnik oder die über VR- und AR-Technik ablaufenden Schulungen im Bereich Automatisierungs- und Robotertechnik besitzt das Institut auch weitreichende Kompetenzen zum Thema Digitalisierung. Angegliedert an den Campus der **Fachhochschule Südwestfalen** in Lüdenscheid ist das Institut für Umformtechnik IFU. Dieses bietet Analyse- und Beratungsleistungen im Bereich langlebiger Materialien für Unternehmen an. Weitere Institute mit Material- und Ressourceneffizienzbezug sind das **IFINKOR- Institut für Instandhaltung und Korrosionsschutztechnik**, das **Institut für Computer Science, Vision and Computational Intelligence** mit dem Forschungsbereich Ressourceneffiziente eingebettete Systeme und das **Institut für Green Technology & Ländliche Entwicklung**.

Das Netzwerk **„Gebäudetechnik Südwestfalen“** rundet das Profil der Region ab. Es fördert die Kommunikation und Vernetzung der örtlichen Gebäudetechnik-Unternehmen und entwickelt übergreifende Systemlösungen für Bauwerke. Zurückgreifen kann das Netzwerk auf eine einmalige Konzentration von marktführenden Unternehmen

Hidden Champion der E-Mobilität: Ladesäulen von Mennekes aus Kirchhundem in Südwestfalen

der Bereiche Gebäudeelektrik und -elektronik sowie Sanitärarmaturen, Leuchten, Tür- und Sicherheitstechnik. Einen Schwerpunkt der Systemintegration stellt dabei die Sicherheitstechnik in Smart-Home-Systemen dar. Neben den unternehmerischen Marktführern im Bereich Leuchten ist die Region Südwestfalen auch Standort des **Lichtforum.NRW**, des **Deutschen Instituts für angewandte Lichttechnik (DIAL)** sowie des **Fraunhofer Anwendungszentrums für Anorganische Leuchtstoffe**, sodass eine enge Verzahnung von Wissenschaft und unternehmerischer Praxis in diesem Bereich vorliegt.

Eine weitere hervorzuhebende Initiative ist das Unternehmensnetzwerk **„Wirtschaft für Südwestfalen“**, das mittlerweile 361 Unternehmen umfasst. Das Standortmarketing Südwestfalens, welches die „Industrieregion Nr. 1 in NRW“ mit mehr als 150 Weltmarktführern repräsentiert, bietet den Unternehmen einen passfähigen „Bausatz“ aus den Bereichen Marketing, Recruiting und Wissenstransfer.

Die Region Südwestfalen wird in ihren ländlichen Bereichen zukünftig noch stärker von den Folgen des **demographischen Wandels** betroffen sein, wodurch Fragen der Daseinsvorsorge in ländlichen Räumen an Bedeutung zunehmen werden. Insbesondere aus dem Teilmarkt der umweltfreundlichen Mobilität können in Verbindung mit der Nutzung des Megatrends **Digitalisierung** lokale und regionale Lösungen gefunden werden. Darüber hinaus besteht eine regionale Stärke in der außerordentlichen Vernetzung der meist mittelständischen Unternehmen und Akteure. Dieses **funktionierende Innovationssystem** stellt einen bedeutenden Standortfaktor dar. In der Konsequenz kann die bereits heute hohe umweltwirtschaftliche Spezialisierung im regionalen Interesse weiter ausgebaut werden.

# REGIONEN IM STRUKTURWANDEL

Der Strukturwandel infolge des bis 2038 erfolgenden Ausstiegs aus dem Abbau und der Verstromung von Kohle stellt die betroffenen Regionen vor große wirtschaftliche Herausforderungen. Die Umweltwirtschaft bietet Möglichkeiten, die hier notwendige Transformation zu nachhaltigen und zukunftsfesten Systemen zu unterstützen. Aus diesem Grund werden an dieser Stelle zwei Regionen in Nordrhein-Westfalen noch einmal gesondert betrachtet, für die das Thema von prägender Bedeutung sein wird: das Rheinische Revier und der Zusammenschluss der Steinkohlestandorte in der Metropole Ruhr.

## DAS RHEINISCHE REVIER

Das Rheinische Revier steht mit dem Ausstieg aus der Braunkohleverstromung vor einem Umbruch. Und das nicht zum ersten Mal: In den betroffenen Kreisen Düren, Euskirchen, Heinsberg, Rhein-Erft sowie im Rhein-Kreis Neuss, der Städteregion Aachen und der Stadt Mönchengladbach haben die Wandelprozesse in der Papier-, Textil-, Metall- und Elektronikindustrie sowie das Ende der Steinkohlenförderung im Aachen-Eschweiler-Revier große Veränderungen mit sich gebracht.

Wenn im Jahr 2038 der vollständige Ausstieg aus der Braunkohleverstromung bewältigt ist und daran anschließend aus den Tagebauen Inden, Hambach und Garzweiler bis Ende des Jahrhunderts die rheinische Seenplatte entstehen soll, wird erneut ein tiefgreifender Strukturwandel deutlich: Schätzungen gehen von bis zu 30.000 betroffenen Arbeitsplätzen aus, von denen sich ein Drittel direkt in den Tagebauen und Kraftwerken befindet. Hinzu kommen ca. 93.000 Beschäftigte in der regionalen Industrie, deren Arbeitsplätze besonders von einer zuverlässigen Versorgung mit günstiger elektrischer Energie abhängen.

Zugleich entstehen im Rheinischen Revier aus diesem Strukturwandel heraus jedoch auch neue Perspektiven. Die Umweltwirtschaft – mit 58.400 Erwerbstätigen im Rheinischen Revier eine maßgebliche Querschnittsbranche – bietet wirtschaftliche, technologische und auch räumliche Anknüpfungspunkte, den Umbruch zu meistern. In den vorbereitenden Untersuchungen und Konzepten zur Gestaltung des Strukturwandels wurden insgesamt sechs Revierknoten identifiziert, deren zentrale Handlungsfelder den Strukturwandel abbilden und in denen sich eine zukünftige Entwicklung fokussieren soll: Raum, Infrastruktur und Mobilität, Energie, Industrie, Innovation und Bildung und Agrobusiness und Ressourcen sowie eine übergreifende und die Knotenaktivitäten verbindende In-

Kraftwerk Weisweiler im Rheinischen Revier

Zum September 2020 übernahm die Next.e.GO Mobile SE das Geschäft der e.GO Mobile AG und strebt den Neustart der durch die COVID-19-Pandemie unterbrochenen PKW-Produktion am Standort Aachen Rothe Erde an.

ternationale Bau- und Technologieausstellung. Die Revierknoten sind stark auf $CO_2$-arme, nachhaltige, digitale und dabei smarte Geschäftsfelder bzw. Technologien ausgerichtet. Sie decken sich in einem beträchtlichen Umfang mit den Märkten und Kompetenzen der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft.

Die Kernbereiche der Umweltwirtschaft – wie beispielsweise eine umweltfreundliche Energieerzeugung, -verteilung und -speicherung oder die nachhaltige Mobilität – nehmen wie auch die Revierknoten zentrale Rollen beim Umbau des Energiesystems ein. Der verantwortungsvolle Umgang mit vorhandenen Ressourcen im Sinne der Materialeffizienz oder der umweltverträglichen Land- und Forstwirtschaft wird insbesondere in den Themenfeldern Agrobusiness und Ressourcen sowie Industrie erforscht und erprobt, während die Digitalisierung als innovationsbezogenes Thema auch in allen Teilmärkten der Umweltwirtschaft eine zentrale Rolle spielt.

Zusammen schaffen verschiedene Faktoren im Rheinischen Revier ein ideales Wachstumsklima für die Umweltwirtschaft. Zur Organisation und Umsetzung der zahlreichen Fördermaßnahmen wurde die Zukunftsagentur Rheinisches Revier gegründet, wobei die Entwicklung des Reviers sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene bis 2038 mit insgesamt 14,9 Mrd. Euro gefördert wird. Die operativen Rahmenbedingungen für eine Transformation der Region sind dabei bereits deutlich ausgeprägt: So verfügt das Revier über herausragende Forschungs- und Technologiestandorte, etwa das Forschungszentrum Jülich oder die RWTH Aachen.

Auch steht die Region für eine hohe Ausbildungsdichte und bietet qualifizierte Fachkräfte. Ein finanziell und konzeptionell gesicherter Transformationsprozess unterstützt die Kreise und Kommunen sowie Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung im Rheinischen Revier, den Strukturwandel erfolgreich zu vollziehen. Die Umweltwirtschaft zeigt im Revier schon heute, wie durch gezielt eingesetzte Standortvorteile wirtschaftliche Umbrüche zur Generierung von Wertschöpfung genutzt werden. So erlebt eine ehemalige Fabrik für Röhren-Fernseher derzeit in Aachen ihre Renaissance als Standort der E-Mobil-Fertigung und das Aldenhoven Testing Center (ATC) widmet ein ehemaliges Zechengelände zum Hightech-Standort für 5G-Netze und deren Implementierung in automatisierte Mobilitätssysteme um. Im Brainergy-Park werden künftig in Jülich bis zu 2.500 Arbeitsplätze in der Forschung zum Energiesystem der Zukunft entstehen. Weitere bereits heute erfolgreiche Beispiele, auf denen die Entwicklung der nächsten Jahre aufbauen kann, sind das BioökonomieRevier und das Bioeconomy Science Center, die Fragestellungen einer zirkulären bioökonomischen Wertschöpfung untersuchen.

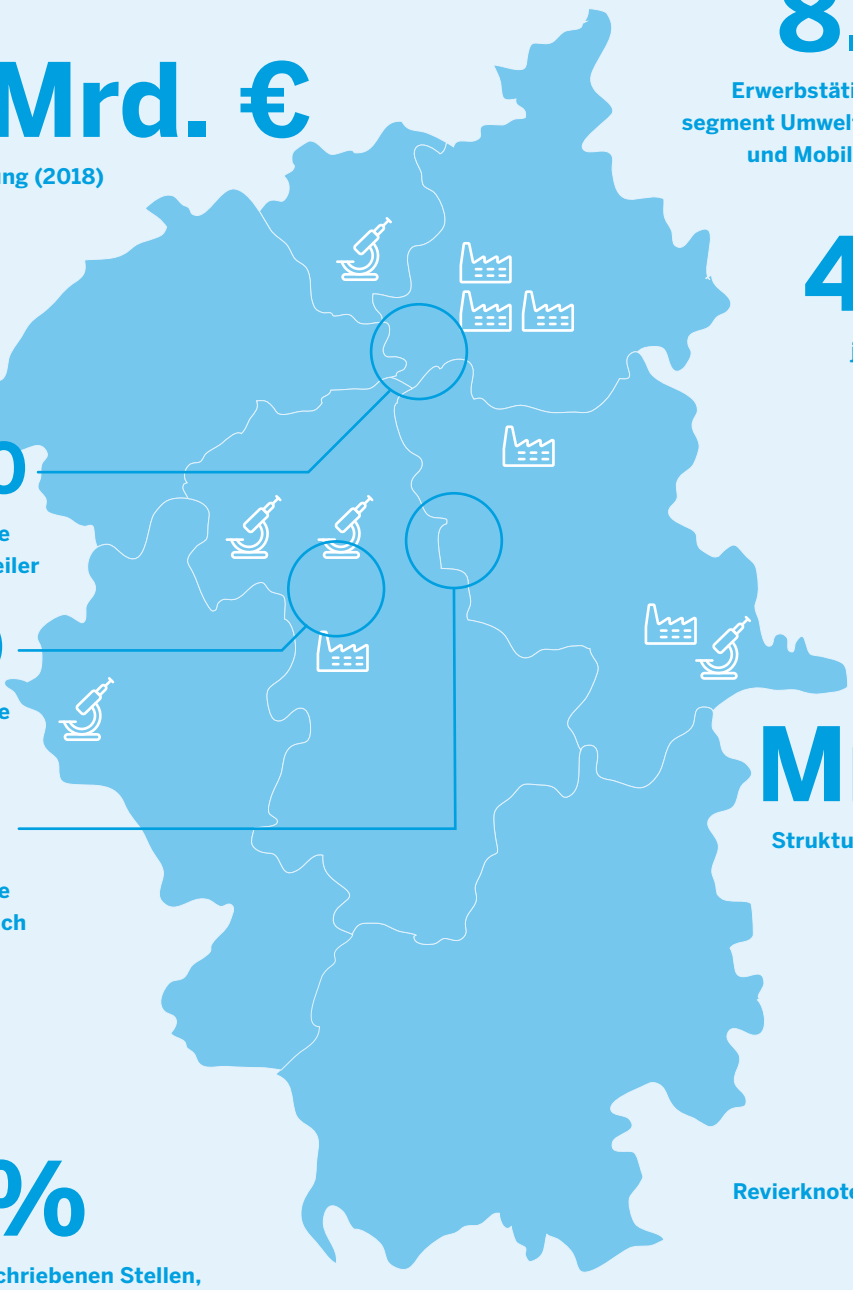
**58.400**
Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft

**4,5 Mrd. €**
Bruttowertschöpfung (2018)

**8.400**
Erwerbstätige im größten Marktsegment Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen

bei

**4,1 %**
jährlichem Wachstum seit 2010



**11.400**
Hektar Abbaufläche im Tagebau Garzweiler

**4.500**
Hektar Abbaufläche im Tagebau Inden

**8.500**
Hektar Abbaufläche im Tagebau Hambach

**14,9 Mrd. €**
Strukturwandel-Fördermittel bis 2038

**7**
Revierknoten zur Gestaltung des Strukturwandels

**6,2 %**
Anteil aller ausgeschriebenen Stellen, die der Umweltwirtschaft zugeordnet sind

**18,5 %**
dieser Stellen besitzen einen direkten Bezug auf ein Themenfeld der Digitalisierung

**2.300**
Zuwachs an Erwerbstätigen im Teilmarkt Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft

## DAS 5-STANDORTEPROGRAMM DER METROPOLE RUHR

Die Städte und Kreise innerhalb der Metropole Ruhr, die derzeit noch Standort von Steinkohlekraftwerken sind (ausgenommen ist der jüngst in Betrieb genommene Block IV des Kraftwerks Datteln), werden im Kontext des Strukturwandels eine Förderung aus dem Strukturstärkungsgesetz erhalten. Bis 2038 sollen seitens der Bundesregierung bis zu 662 Mio. Euro bereitgestellt werden, um die aus dem Wegfall der Kraftwerke in den Städten Duisburg, Gelsenkirchen, Hamm, Herne und im Kreis Unna resultierenden strukturellen Umbruchprozesse zu begleiten. Insgesamt hängen mehrere tausend Arbeitsplätze in den direkt und indirekt betroffenen Kommunen von der Kohleverstromung ab, während gleichzeitig einzigartige Potenziale für Flächenneuordnungen und Standortentwicklungen in der flächenknappen Metropole Ruhr entstehen.

Moderiert wird dieser Prozess von der Business.Metropole.Ruhr mit einem Projektbüro, welches den Strategieprozess mit den kommunalen Handlungsfeldern regional abstimmt und so die betroffenen Kommunen bei der Projektentwicklung unterstützt. Der eingesetzte Strukturstärkungsrat mit rund 50 Vertreterinnen und Vertretern wird über die Qualifizierung und damit auch Finanzierung der Projekte mitentscheiden. Zusätzlich wird ein „Strategischer Rat“ die Schnittstellen zum Land und zum Bund bilden. Ziele sind vor allem, neue Ansiedlungsflächen für Unternehmen und attraktive Arbeitsplätze zu schaffen. Gesucht werden Förderprojekte, die die Stärkung von Beschäftigung, Wertschöpfung aber auch regionale Innovationskraft verkörpern.

Großflächiges Konversionsprojekt: Im Juni 2020 begann der Rückbau des ehemaligen STEAG Steinkohlekraftwerks in Lünen (Kreis Unna).

Gegliedert ist der Prozess derzeit in die vier Handlungsfelder Flächenentwicklung, Mobilität und Infrastruktur, Energie und Klimaschutz sowie Innovation und Bildung, die alle einen mittel- oder unmittelbaren umweltwirtschaftlichen Bezug aufweisen.

Insbesondere im Bereich Energie und Klimaschutz spielt die Expertise der Metropole Ruhr im technischen Umweltschutz eine maßgebliche Rolle, an die das 5-Standorte-Programm anknüpft, um auch in den Bereichen Ressourceneffizienz und Digitalisierung Chancen für die Region zu entwickeln. Um Klimaschutz- und Nachhaltigkeitszielen gerecht zu werden und auch um das ausgeprägte Profil im Bereich der Ressourceneffizienz zu stärken, sollen die Wachstumsimpulse im Gewerbe- und Industriebereich auf Grundlage bestehender Brachflächen entwickelt werden. Dafür sind geeignete Nachnutzungskonzepte (inklusive der Entfernung von Altlasten) zu erstellen.

Um diese Wachstumsimpulse nachhaltig in der Region zu verankern, sind weitere Anstrengungen im Bereich der Güter- als auch der Personenmobilität vorzunehmen, die sich neben der Verwendung alternativer Antriebsformen auch auf die positiven Effekte der flächendeckenden Digitalisierung und Vernetzung stützen. Nicht zuletzt sollen die fünf Standorte strategisch an bisherige Erfolge der Metropole Ruhr im Rahmen des Strukturwandels anknüpfen: Als relevanter Faktor für den Aufbau einer resilienten Wirtschaftsstruktur gilt es, leistungsfähige Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen aufzubauen. Diesen Entwicklungspfad sollen auch die bisher in diesem Bereich unterdurchschnittlich berücksichtigten fünf Standorte gehen, wobei auch in der Innovations- und Forschungsförderung insbesondere jene Bereiche entwickelt werden sollen, die langfristig dazu beitragen können, eine ressourceneffiziente und klimagerechte Wirtschaft und Gesellschaft aufzubauen.

# 4 ANHANG

## 4.1 KENNZAHLEN IM ÜBERBLICK

**Tabelle 12: Zentrale ökonomische Kennzahlen der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalen und ihre Entwicklung**

| | Umweltwirtschaft NRW | | | Gesamtwirtschaft NRW | | | | Umweltwirtschaft Deutschland | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | Aktuellster Wert | +/- | 2010 | Aktuellster Wert | Anteil UW | +/- | 2010 | Aktuellster Wert | +/- | Anteil NRW | Aktuellster Wert |
| **Erwerbstätigkeit** | | | | | | | | | | | | |
| Erwerbstätige | 412.000 | 468.000 | 1,4 % | 8.342.000 | 9.482.000 | 4,9 % | 1,4 % | 2.100.000 | 2.472.000 | 1,8 % | 18,9 % | 2019 |
| Sozialversicherungs-pflichtig Beschäftigte | 323.000 | 373.000 | 1,6 % | 5.881.000 | 6.976.000 | 5,3 % | 1,9 % | 1.659.000 | 1.972.000 | 1,9 % | 18,9 % | 2019 |
| Selbstständige | 31.000 | 34.000 | 0,9 % | 1.803.000 | 1.842.000 | 1,8 % | 0,2 % | 178.000 | 206.000 | 1,7 % | 16,2 % | 2019 |
| Geringfügig Beschäftigte | 58.000 | 61.000 | 0,7 % | 658.000 | 664.000 | 9,3 % | 0,1 % | 263.000 | 294.000 | 1,2 % | 20,9 % | 2019 |
| Anteil der geringfügig Beschäftigten | 14,0 % | 13,1 % | –0,7 % | 7,9 % | 7,0 % | - | - | 12,5 % | 11,9 % | - | - | 2019 |
| **Ökonomische Leistung** | | | | | | | | | | | | |
| Umsatz (Mio. Euro) | 59.578 | 72.369 | 2,8 % | 1.308.133 | 1.495.615 | 4,8 % | 1,9 % | 303.354 | 400.410 | 4,0 % | 18,1 % | 2017 |
| Bruttowertschöpfung (Mio. Euro) | 26.906 | 35.752 | 3,6 % | 473.015 | 613.597 | 5,8 % | 3,3 % | 134.802 | 190.677 | 4,4 % | 18,8 % | 2018 |
| (je Erwerbstätigen in Euro) | 65.385 | 78.164 | 2,3 % | 56.704 | 65.533 | - | 1,8 % | 64.183 | 79.192 | 2,7 % | - | 2018 |
| **Internationaler Handel** | | | | | | | | | | | | |
| Exportvolumen (Mio. Euro) | 10.220 | 11.608 | 1,4 % | 160.233 | 193.680 | 6,0 % | 2,1 % | 61.897 | 82.898 | 3,3 % | 14,0 % | 2019 |
| Weltmarktanteil | 1,86 % | 1,90 % | 0,3 % | - | - | - | - | 11,2 % | 12,5 % | 1,3 % | - | 2018 |
| Warenbezogene Exportquote | 27,2 % | 28,8 % | 0,8 % | - | - | - | - | 37,3 % | 40,7 % | 1,2 % | - | 2017 |
| **Innovation und Digitalisierung** | | | | | | | | | | | | |
| Anteil der Patent-anmeldungen an Gesamtwirtschaft | 5,6 % | 6,1 % | 1,3 % | | | | | 5,6 % | 6,3 % | 1,7 % | - | 2017 |
| Digitalisierungsgrad | - | 1,15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + |

+ abhängig von den Teilindikatoren (2017 – 2019)

Quelle: Prognos AG auf Basis von Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt, PATSTAT, Prognos Welthandelsmodell, Index Research, Arendi Zahlenwerk, Prognos Web Intelligence Tool, ORBIS, Erwerbstätigenzahlen mit Stichdatum 30.6. In Folge der methodischen Vergleichbarkeit weichen die Definition und die Ergebnisse der Erwerbstätigen und Bruttowertschöpfung in der Gesamtwirtschaft leicht von den amtlichen ab.

# 4.2 INDIKATORENGLOSSAR UND DATENQUELLEN

| Indikator | Erläuterung | Datenquelle |
|---|---|---|
| **Anzahl der Unternehmen** | Erfasst steuerpflichtige Unternehmen auf Basis der Umsatzsteuerstatistik (mit einem jährlichen Mindestumsatz von 17.500 Euro). | Umsatzsteuerstatistik IT.NRW |
| **Bruttowertschöpfung** | Bezeichnet den Gesamtwert der im Produktions- bzw. Leistungsprozess erzeugten Waren und Dienstleistungen abzüglich des Werts der Vorleistungen. Daten zur Bruttowertschöpfung der Bundesländer liegen lediglich für die 38 Wirtschaftsabschnitte und nicht dezidiert nach Wirtschaftszweigen vor. Um ein differenziertes Bild für die Umweltwirtschaft zu erhalten, wurden sektorspezifische Bruttowertschöpfungskoeffizienten mit den detailliert vorliegenden Zahlen der Erwerbstätigen gewichtet. Die Werte für die Gesamtwirtschaft in Nordrhein-Westfalen und Deutschland wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit ebenfalls anhand dieser Methode berechnet. Für die Gesamtwirtschaft können daher Unterschiede zu den diesbezüglichen Angaben der statistischen Ämter bestehen. | Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder |
| **Erwerbstätige** | Umfassen sozialversicherungspflichtig Beschäftige (am Arbeitsort), Selbstständige und mit dem vorliegenden Umweltwirtschaftsbericht NRW 2020 nun auch geringfügig Beschäftigte. Letztere wurden im Rahmen der methodischen Weiterentwicklung des Erfassungsansatzes ergänzt und vervollständigen das Bild der Erwerbstätigen. Beamte sind nicht berücksichtigt. | Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit; Umsatzsteuerstatistik IT.NRW |
| **(Güterbezogene) Exportquote** | Anteil des Werts der exportierten Güter (Exportvolumen) am erwirtschafteten Umsatz. Um eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Branchen zu ermöglichen, werden Dienstleistungen, die nicht im Exportvolumen erfasst sind, aus der Bezugsgröße Umsatz herausgerechnet. | Außenhandelsstatistik des statistischen Bundesamts; Prognos Welthandelsmodell; Umsatzsteuerstatistik IT.NRW |
| **Exportvolumen** | Gesamtwert der Güterexporte der Umweltwirtschaft aus Nordrhein-Westfalen bzw. Deutschland in ausländische Märkte. Die Exportdaten basieren auf der Außenhandelsstatistik und bilden daher nur Güter und keine Dienstleistungen ab. Der Güterverkehr umfasst ca. 85 % des deutschen Außenhandels. | Außenhandelsstatistik des statistischen Bundesamts; Prognos Welthandelsmodell |
| **Importvolumen** | Die Höhe der jeweiligen Güterimporte von Umweltwirtschaftsgütern in ausländische Absatzmärkte. | Prognos Welthandelsmodell |
| **Lokalisationsquotient** | Setzt den Anteil eines Teilmarktes oder Marktsegments an den Erwerbstätigen einer Region ins Verhältnis zum entsprechenden Wert in der übergeordneten geografischen Region. Für die Wirtschaftsregionen wurde der Vergleich zu Nordrhein-Westfalen, für das Bundesland der Vergleich zur Bundesrepublik gezogen. Ein Lokalisationsquotient größer 1 drückt eine überdurchschnittliche Spezialisierung aus. | Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit; Umsatzsteuerstatistik IT.NRW |
| **Patentanmeldungen** | Für die Abschätzung des Anteils Deutschlands an der globalen Forschungstätigkeit im Bereich Umweltwirtschaft werden Daten zur globalen Patenttätigkeit auf Basis der international gültigen PCT-Patentklassifikation herangezogen. Dabei werden die angemeldeten Patente (die für die Teilbereiche der Umweltwirtschaft relevant sind) anteilig auf jene Länder aufgeteilt, in denen die beteiligten Forscher ihren jeweiligen Wohnsitz haben. Analog, jedoch auf Grundlage der detaillierteren europäischen Patentklassifikation, wird der nordrhein-westfälische Anteil an der deutschlandweiten Forschungstätigkeit in (den einzelnen Teilbereichen) der Umweltwirtschaft bestimmt. | PATSTAT |
| **Regionale Ausprägung (Lokalisationsquotient)** | Siehe Lokalisationsquotient | |
| **Umsätze** | Die Umsätze der Umweltwirtschaft bzw. ihrer Teilmärkte und Marktsegmente wurden anhand der Umsatzsteuerstatistik ermittelt. Umfasst sind die in Nordrhein-Westfalen gemeldeten Umsätze von Unternehmen, die einen jährlichen Gesamtumsatz von mindestens 17.500 Euro erwirtschaften. Unternehmen melden Umsätze in der Regel an ihrem jeweiligen nationalen Hauptsitz. | Umsatzsteuerstatistik IT.NRW |
| **Weltmarktanteil** | Anteil des Exportvolumens in der Umweltwirtschaft bzw. einem Teilmarkt am entsprechenden Welthandelsvolumen (Gesamtwert aller weltweit gehandelten Güter) | Außenhandelsstatistik des statistischen Bundesamts; Prognos Welthandelsmodell |

# 4.3 ABGRENZUNGSMODELL ENVIGOS ZUR ERFASSUNG DER UMWELTWIRTSCHAFT

Umweltwirtschaft ist kein Begriff in der amtlichen Branchenklassifikation nach Wirtschaftszweigen und Gütergruppen. Um ihre wirtschaftliche Bedeutung belastbar zu analysieren, ist daher eine statistische Abgrenzung erforderlich. Diese wurde bereits für den Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2015 erstellt und für den Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2017 weiterentwickelt. Für den vorliegenden Bericht 2020 fand eine erneute moderate Weiterentwicklung und Aktualisierung statt.

Das envigos-Modell (model for environmental goods and services sector) baut auf eine mehrstufige Erfassungsmethodik auf. Grundsätzlich lassen sich zwei Kategorien von Ansätzen unterscheiden. Einerseits kann die Definition der Umweltwirtschaft sektoral auf Basis der Wirtschaftszweigklassifikation erfolgen (Top-down-Ansatz). Funktionale bzw. produktbasierte Ansätze identifizieren andererseits die zur Umweltwirtschaft gehörigen Produkte mit Hilfe eines Selektionskriteriums – im konkreten Fall ist dies ein gemäß der Definition von Eurostat[17] spezifizierter Umweltnutzen (Bottom-up-Ansatz).

Ein rein sektoraler Ansatz würde aufgrund der unpräzisen Wirtschaftszweigsystematik zu höheren Abgrenzungsschwierigkeiten führen. Ein rein güterbasierter Ansatz greift dagegen zu kurz, da Dienstleistungen im Güterverzeichnis der Produktionsstatistik nur sehr begrenzt abgebildet sind. Diese stellen jedoch einen wesentlichen Bestandteil der Umweltwirtschaft dar. Dennoch ist der güterbasierte Ansatz wichtig, damit Innovationen und der Außenhandel detailliert abgebildet werden können. Um den aufgeführten Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde ein kombinierter Ansatz entwickelt: Dieser identifiziert sowohl die Wirtschaftszweige als auch die Güter der Umweltwirtschaft und verknüpft sie anschließend unter Verwendung amtlicher Umsteigeschlüssel. Die sektorale Perspektive der Wirtschaftszweige gibt hierbei Aufschluss über den Umfang der Erwerbstätigkeit, Umsätze und Bruttowertschöpfung, während die Betrachtung von Gütern die Analyse von Außenhandels- und Innovationsleistungen ermöglicht. Mittels eines systematischen Abgleichs wird die Umweltwirtschaft als ein neues Gesamtsystem erfasst.

Güter und Wirtschaftszweige der Umweltwirtschaft werden in Anlehnung an den Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2015 anhand eines Kriterienkatalogs identifiziert bzw. abgegrenzt: Erfüllt ein Produkt oder eine Dienstleistung eines der zwei Kriterien „direkter Umweltnutzen“ und „umweltfreundliche Substitute“, ist es Teil der Umweltwirtschaft. Rückgrat der Umweltwirtschaft sind Anbieter von technologischen Produkten und Komponenten, durch deren Einsatz ein Umweltnutzen entsteht (Enabler). Dazu treten spezialisierte Dienstleister (Transmitter), die an der Schnittstelle zwischen Technologieentwicklung und Marktdiffusion von Umweltwirtschaftsprodukten tätig sind.

Die statistische Erfassung der Umweltwirtschaft erfolgte über die amtlichen Wirtschaftsstatistiken auf Basis der zugrundeliegenden Systematik der Wirtschaftszweige und der Güterarten. Gemäß den weiter unten beschriebenen Abgrenzungskriterien wurde die Zugehörigkeit jedes klassifizierten Wirtschaftszweigs und Guts zur Umweltwirtschaft geprüft. Zu diesem Zweck erfolgte eine systematische Prüfung der 1.834 Wirtschaftszweige in der aktuellen Klassifikation WZ-2008 und der 7.690 Gütereinträge in der aktuellen Klassifikation GP-2009. Des Weiteren erfolgte ein Matching der identifizierten Wirtschaftszweige und Gütereinträge nach einem Umsteigeschlüssel des Statistischen Bundesamts sowie für einzelne Einträge eine auf Sekundärdaten basierende Schätzung der zu berücksichtigenden Anteile.

Die auf diese Weise identifizierten Wirtschaftszweige und Gütereinträge der Umweltwirtschaft wurden in acht Teilmärkten systematisiert.

## WEITERENTWICKLUNG UND ERWEITERUNG DER INDIKATORIK

Zur Berücksichtigung technologischer Entwicklungen in der in Teilen sehr dynamischen Querschnittsbranche wurde das von der Prognos AG entwickelte Abgrenzungsmodell envigos moderat weiterentwickelt. Die Aktualisierung umfasste folgende Aspekte:

- Ergänzungen des Teilmarktes Umweltfreundliche Landwirtschaft
  - Agrarumweltmaßnahmen: Landwirtschaft als Dienstleister für den Umweltschutz
  - Abgleich der Agrartechnologien mit Fachexperten des MULNV
- Aktualisierung der Anteilsschätzungen
  - auf Basis aktualisierter Sekundärquellen, die zur Anteilsschätzung herangezogen wurden

- insbesondere Überarbeitungen bei Energietechnologien
- Ergänzung einzelner Dienstleistungen und Waren der zirkulären Wertschöpfung

Darüber hinaus wurde die Indikatorik weiterentwickelt. Die Betrachtung der Erwerbstätigen ist mit diesem Bericht umfassender als in den Vorgängerberichten. Neben der bestimmenden Gruppe der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten und der Zahl der Selbstständigen sind nun auch geringfügig Beschäftigte in die Analyse einbezogen. Mit der umfassenderen Erfassung der Erwerbstätigkeit lässt sich künftig auch die Bruttowertschöpfung genauer bestimmen, da diese mit Hilfe von Produktivitätsfaktoren anhand der Zahl der Erwerbstätigen ermittelt wird.

Als weiterer Schritt erfolgte eine umfassende Harmonisierung der Abgrenzung in der WA-Klassifikation (Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik), die für die Außenhandelsanalysen herangezogen wird. Die wurde notwendig in Folge der umfangreichen Aktualisierungen der WA-Klassifikationssystematik.

Insgesamt resultieren die vorgenommenen Änderungen in einer umfassenderen Erfassung der Erwerbstätigen. Mit der Weiterentwicklung der inhaltlichen Abgrenzung geht eine Zunahme von etwa 2 % einher, mit der Erfassung der geringfügig Beschäftigten werden zusätzlich etwa 13 % berücksichtigt.

# 4.4 ABGRENZUNG DER TEILMÄRKTE

## UMWELTFREUNDLICHE ENERGIEWANDLUNG, -TRANSPORT UND -SPEICHERUNG

Der Teilmarkt Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung umfasst Produkte und Dienstleistungen zur umweltfreundlichen Transformation des Energiesystems.

Das Marktsegment **Erneuerbare Energien** bildet Produkte und Dienstleistungen ab, die für den Transformationsprozess des Energiesystems notwendig sind und umfasst vorwiegend die erneuerbare Stromerzeugung.

Das Marktsegment **Intelligente Energiesysteme und Netze** erfasst Produkte und Dienstleistungen, die die umweltfreundliche Transformation des Energiesystems ermöglichen. Der Netzausbau in der Elektrizitätsübertragung (Hochspannungsleitungen zum Transport von Elektrizität über lange Strecken) ermöglicht den Ausgleich

**Tabelle 13: Marktsegmente und Technologiebereiche im Teilmarkt Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung**

| Marktsegment | Technologiebereich | Produkte und Dienstleistungen umfassen u. a. |
|---|---|---|
| **Erneuerbare Energien** | Beratung und Forschung | Energieberatung für Fachplanung und Beratung sowie technische Forschung in diesem Bereich |
| | Bioenergie | Anbau von Energiepflanzen, Pellets und Holzhackschnitzeln, Biomasseöfen |
| | Geothermie | Geothermische Wärmepumpensysteme |
| | Solar | Trägerkonstruktionen, Solarzellen, -module und Wechselrichter für Photovoltaikanlagen |
| | Wasserkraft | Wasserkraftturbinen, Wasserkraft- und Pumpspeicherkraftwerke |
| | Windenergie | Fundamente, Türme, Rotorblätter und Antriebsstränge einschließlich Getriebe, Lager, Generatoren für Windenergieanlagen |
| **Intelligente Energiesysteme und Netze** | IKT für Energiesysteme | Smart-Grid-Technologien, Smart Meters |
| | Netzausbau und -betrieb | Transformatoren sowie Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen für Umspannwerke zum Netzausbau und zur Verteilnetzanpassung |
| | Netztechnik | Energietechnische Messtechnik (für Smart-Meter) |
| **Speichertechnologie** | Elektrochemische Speicherung von Energie | Stromspeicher, d.h. Akkumulatoren und Kondensatoren, die aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit für den Einsatz im Energiesystem in Frage kommen, Wasserstoffgeneratoren für Wasserstoffspeicher oder „Power-to-Gas“ |
| | Mechanische Speicherung von Energie | Schwungradspeicher |
| | Thermische Speicherung von Energie | Wärmespeicher und Speicherheizgeräte |

**Tabelle 14: Marktsegmente und Technologiebereiche im Teilmarkt Energieeffizienz und Energieeinsparung**

| Marktsegment | Technologiebereich | Produkte und Dienstleistungen umfassen u. a. |
|---|---|---|
| **Energieeffiziente Gebäude** | Bau- und Installationsleistungen | Vorgefertigte Passiv-Holzhäuser, Installation von energieeffizienten Heizungs- und Lüftungssystemen bzw. Klimatechnik |
| | Dämmstoffe | Stoffe zur Wärmedämmung und -isolierung bzw. Materialien und Bauteile zur Dämmung und Abdichtung von Gebäudehüllen |
| | Gebäudetechnik | Leuchtdioden (als energieeffizienteste Beleuchtungstechnologie und somit umweltfreundliches Substitut für sämtliche andere Lampen) |
| **Energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien** | Abwärmenutzung | Technologien zur Kraft-Wärme-Kopplung: Heiz-Kraft-Anlagen/Blockheiz-kraftwerke |
| | Druckluft- und Pumpsysteme | Wärmepumpen (zur energieeffizienten Erwärmung in Produktions-prozessen), Effiziente Druckluft- und Hydrauliksysteme |
| | | Energieeffiziente Produktionsplanung und Design, Planung energieeffizien-ter Gebäude |
| | Installations- und Beratungsleistungen | Energieeffiziente Produktionsplanung und Design |
| | Prozessleit- und MSR-Technik | Regel- und digitale Vernetzungstechnik für energieeffizientere Produktion, LED-Lampen und -Geräte |

regionaler Schwankungen in der Bereitstellung von (erneuerbarer) Energie, z. B. durch den Transport von Offshore-Windenergie zu Verbrauchszentren in Nordrhein-Westfalen. Der Umbau des Elektrizitätsverteilungsnetzes (Niederspannungsleitungen zwischen Verbrauchern bzw. dezentralen Erzeugern und höheren Netzebenen) dient der Anpassung an den steigenden Anteil dezentraler Stromeinspeisung durch Erneuerbare Energien. Schließlich werden im Marktsegment diejenigen Technologien und Leistungen abgebildet, die im Rahmen des Smart-Grid-Paradigmas zur bedarfs- und verbrauchsorientierten Verknüpfung von Bereitstellung und Nachfrage eingesetzt werden – vorwiegend sind dies Informations- und Kommunikationssysteme. Diese optimieren den Betrieb des Energiesystems.

Zum Marktsegment **Speichertechnologien** zählen die verschiedenen technischen Energiespeichermöglichkeiten und relevante Dienstleistungen.

## ENERGIEEFFIZIENZ UND ENERGIE-EINSPARUNG

Für die Abgrenzung des Teilmarktes Energieeffizienz und Energieeinsparung muss zwischen Effizienz-Enablern einerseits und effizienten Produkten andererseits unterschieden werden. Nur erstere werden in diesem Teilmarkt erfasst. Sie umfassen Technologien und Dienstleistungen, die effizientere Produktionsprozesse ermöglichen oder die Effizienz von Gebäuden erhöhen. Dagegen können effiziente Produkte, also solche, die aus einer effizienten Produktion hervorgegangen sind, oder solche, die sich durch eine Effizienzsteigerung im Verbrauch auszeichnen, im Rahmen der statistischen Abgrenzung der Umweltwirtschaft nicht erfasst werden, da in jeder Gütergruppe ein gewisser Anteil effizienter ist als der Rest, diese Produkte sich also nicht maßgeblich vom konventionellen Produkt unterscheiden.[18] Anders ist dies bei Produkten, die eine abgrenzbare innovative Technologie darstellen, von der eine transformative bzw. Substitutionswirkung ausgeht (beispielsweise Leuchtdioden). Diese werden erfasst, da von ihnen ein spezifischer Umweltnutzen ausgeht.

Der Teilmarkt ist in zwei Marktsegmente unterteilt. Das Marktsegment **Energieeffiziente Gebäude** erfasst Produkte und Dienstleistungen, die die Energieeffizienz von Gebäuden erhöhen. Dies sind zumeist gebäudetechnisch integrierte Geräte oder Materialien.

Im Marktsegment **Energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien** werden Produkte und Dienstleistungen zusammengefasst, die Energieeffizienzgewinne bei Produktionsprozessen und beim Einsatz von Maschinen und Geräten ermöglichen.

## MATERIALIEN, MATERIALEFFIZIENZ UND RESSOURCENWIRTSCHAFT

Im Kontext der Umweltwirtschaft steht der Begriff der Ressourcenwirtschaft für einen rationalen und umweltgerechten Umgang mit Ressourcen. In Abgrenzung zu den anderen Teilmärkten bezieht sich der Begriff hier auf die Verwendung umweltfreundlicher Materialien, dem sparsamen Umgang mit Rohstoffen, die Rückgewinnung eingesetzter Wertstoffe sowie die sach- und umweltgerechte[19] Behandlung von Abfällen. Somit umfasst dieser Teilmarkt sowohl innovative Bereiche, z. B. umweltfreundliche Materialien und Materialeffizienz in der Produktion, als auch, mit Blick auf die Bereiche Entsorgung und Rückgewinnung, Elemente der klassischen Umweltwirtschaft.

**Tabelle 15: Marktsegmente und Technologiebereiche im Teilmarkt Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft**

| Marktsegment | Technologiebereich | Produkte und Dienstleistungen umfassen u. a. |
|---|---|---|
| **Abfallbehandlung und -verwertung** | Abfallbeseitigung | Abfalldeponierung, Fachgerechte Beseitigung gefährlicher Abfälle |
| | Energetische Verwertung | Energetische Verwertung von Abfällen, Deponiegas |
| | Stoffliche Verwertung | Rückgewinnung von Wertstoffen (z. B. Eisen, Aluminium, Kupfer, Papier) |
| **Abfallsammlung und -transport** | Abfallsammlung und -transport | Abfallsammlung |
| | Straßenreinigung | Straßenreinigung |
| **Materialeffiziente Produktionsprozesse und Technologien** | Installations-, Reparatur und Beratungsleistungen | Ingenieurbüros für technische Fachplanung und Ingenieurdesign, Industrie- und Produktdesign, Planung und Installation von industriellen Prozesssteuerungsanlagen |
| | Materialeffiziente Verfahrenstechnologien | Technik zur Minimalmengenschmierung und Trockenbearbeitung (Metallverarbeitung) |
| | Mess-, Steuer- und Regeltechnik | Regeltechnik, Informationstechnik und Sensorik |
| **Nachwachsende Rohstoffe und umweltfreundliche Materialien** | Kosmetik und Reinigungsmittel aus nachwachsenden Rohstoffen | Bio-Wasch- und Reinigungsmittel, Naturkosmetik |
| | Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen | Naturfasern, Naturfarben und -lacke, Biokunststoffe, Naturfaserverstärkte Kunststoffe, Verbundstoffe |
| **Technik für die Abfallwirtschaft** | Anlagentechnik | Bestandteil thermische Abfallbehandlungsanlage, Instrumente zur Abfallbehandlung/-analyse, Einrichtungen zum Agglomerieren, Pelletieren, Pressen und Mischen von Abfall |
| | Fahrzeugtechnik | Müllfahrzeuge, Kehr- und Kehrsaugmaschinen |
| | Sammel- und Transportbehälter | Mülltüten aus Papier, Abfallbehälter |
| | Sonstiges | Forschung und Entwicklung, Untersuchungen u. a. |

**Nachwachsende Rohstoffe und umweltfreundliche Materialien** zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Laufe ihres Produktlebenszyklus, von der Produktion bis zur Entsorgung, Umweltschäden vermeiden. Diese Eigenschaft weisen insbesondere nachwachsende Rohstoffe auf, da sie in der Regel weniger umweltschädlich und leichter abbaubar sind als auf mineralischen Stoffen basierende Materialien. In diesem Marktsegment sind also hauptsächlich solche Produkte und ihre Herstellung erfasst. Das Marktsegment wird erweitert durch Verbundstoffe, durch die bzw. in denen zumindest teilweise umweltschädliche oder knappe Stoffe ersetzt werden. Diese werden auch dann aufgenommen, wenn der zugrundeliegende Rohstoff bereits anderweitig erfasst ist, denn die Herstellung eines Verbundstoffs ist ein eigener Schritt in der Wertschöpfungskette, und der Verbundstoff selbst wird als neuartiges Material unabhängig von seinen Ausgangsstoffen berücksichtigt.

Das Marktsegment **Abfallsammlung und -transport** umfasst mit der Sammlung und dem Transport von gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen sowie der Straßenreinigung im Wesentlichen eine Dienstleistung. Daher ist für diese Arbeiten ein eigenes Marktsegment sinnvoll, denn es handelt sich um einen separaten Geschäftsprozess, der von der weiteren Abfallbehandlung bzw. Verwertung getrennt zu betrachten ist. Diese Einordnung folgt der wirtschaftsstatistischen Klassifikation.

Das Marksegment **Abfallbehandlung und -verwertung** umfasst demnach fachgerechte Behandlung und Beseitigung von gefährlichen und ungefährlichen Abfällen. Die hier erfassten Aktivitäten umfassen auch die Vorbehandlung von anschließend stofflicher oder energetischer Verwertung von Abfällen (z. B. das Auflösen, Zerfasern und Reinigen von Altpapier). Diese sind den Technologiebereichen Stoffliche Verwertung und Energetische Verwertung zugeordnet. Die stoffliche Verwertung endet mit der Bereitstellung eines Rohstoffes zur Weiterverarbeitung. Die Herstellung von neuen Endprodukten aus Sekundärrohstoffen zählt nicht dazu.

Im Marktsegment **Materialeffiziente Produktionsprozesse und Technologien** werden Produkte und Dienstleistungen erfasst, die zu einer Steigerung der Materialeffizienz industrieller Produktionsprozesse beitragen. Analog zur Abgrenzung des Teilmarktes Energieeffizienz werden hier die Anbieter von Enabler-Technologien und -Dienstleistungen erfasst, nicht aber die Anwender dieser Technologien und deren Produkte.

Das Marktsegment **Technik für die Abfallwirtschaft** umfasst die technologischen Enabler der Abfallwirtschaft, als auch die notwendigen Produkte (Müllfahrzeuge etc.).

Tabelle 16: Marktsegmente und Technologiebereiche im Teilmarkt Umweltfreundliche Mobilität

| Marktsegment | Technologiebereich | Produkte und Dienstleistungen umfassen u. a. |
|---|---|---|
| **Intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur** | Umweltfreundliche Verkehrsinfrastruktur | Betrieb von Bahnhöfen und Hafenlogistik, Schienen- und Trassenbau, Ladepunkte für E-Fahrzeuge, lärmmindernde Verkehrsinfrastruktur (z. B. Flüsterasphalt) |
| | Verkehrsmanagement | Navigationssysteme oder Software für Verkehrsanalyse und -management |
| **Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen** | Öffentlicher Personenverkehr und Sharing-Systeme | ÖPNV und der öffentliche Personenfernverkehr, Carsharing: Nutzer verzichten gemäß dem „Teilen-statt-Besitzen-Konzept“ auf den eigenen Pkw und reduzieren so den Bedarf an Fahrzeugen. |
| | Umweltfreundliche Logistik | Logistik und Frachtumschlag des Schienenverkehrs und der Schifffahrt |
| **Umweltfreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien** | Alternative Fahrzeuge | Antriebstechnologien bzw. Mobilitätsprodukte, die eine grundsätzliche Alternative zu umweltschädlicheren Mobilitätsvarianten darstellen, z. B. Schienen- und Fahrrad- sowie Schiffsgüterverkehr |
| | Antriebstechnologien | Biokraftstoffe, Emobility, Elektromotoren und Ladestationen |
| | Fahrzeugtechnologien | Effizienzsteigernde Systeme für Fahrzeuge (z. B. Rekuperationsbremsen oder Leichtlaufreifen) |

## UMWELTFREUNDLICHE MOBILITÄT

Umweltfreundliche Mobilitätsprodukte ermöglichen eine emissionsreduzierte und ressourcenschonende Beförderung von Gütern und Personen und tragen maßgeblich zu einer nachhaltigen Transformation des Transportwesens bei. Vor diesem Hintergrund sind sie nach der dieser Studie zugrundeliegenden Abgrenzungslogik klar der Umweltwirtschaft zuzuordnen.[20] Die Produkte dieses Teilmarktes umfassen sowohl innovative Technologielinien, etwa Elektromobilität oder Biokraftstoffe, als auch etablierte Mobilitätsalternativen. Daneben beinhaltet der Teilmarkt auch Dienstleistungen und Konzepte wie ÖPNV und Carsharing. Produkte und Dienstleistungen zur Minderung von Lärmemissionen, die direkt in das Mobilitätssystem integriert sind, leisten ebenfalls einen Beitrag zu einer umweltfreundlichen Mobilität und werden dem Teilmarkt zugeordnet.

Zum Marktsegment **Intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur** zählen Produkte und Aktivitäten zur Optimierung der Verkehrssteuerung und Infrastrukturen für umweltfreundliche Mobilität.

Das Marktsegment **Umweltfreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen** umfasst verschiedene Dienstleistungen des Personen- und Güterverkehrs, die ressourcen- bzw. klimaschonende Alternativen zum motorisierten Individualverkehr bzw. Straßengüterverkehr darstellen und eine Transformationswirkung auf den Mobilitätssektor entfalten.[21]

Das Marktsegment **Umweltfreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien** umfasst die wesentlichen technologischen Enabler-Produkte dieses Teilmarktes.

## WASSERWIRTSCHAFT

Sauberes Wasser ist für die Aufrechterhaltung funktionierender ökologischer und biologischer Systeme unentbehrlich. Um langfristig eine sichere Versorgung mit Trink-

Tabelle 17: Marktsegmente und Technologiebereiche im Teilmarkt Wasserwirtschaft

| Marktsegment | Technologiebereich | Produkte und Dienstleistungen umfassen u. a. |
|---|---|---|
| **Monitoring und Analyseverfahren, Wasser- und Abwassermanagement** | *Wasserwirtschaft* 4.0 (Messen, Analysieren, Steuern, Regeln) | Instrumente der Hydrologie, Wasseranalysegeräte, physikalische und chemische Untersuchungen, Forschung und Entwicklung |
| **Wasser- und Abwasserinfrastruktur** | Wasser- und Abwassernetz | Wasserrohre, Schlauch- und Dichtungssysteme, Pumpen und Armaturen, zugehörige Bauteile (z. B. Straßenkappen), der Rohrleitungstiefbau, Wasserinstallation |
| **Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserbehandlung** | Abwasserbehandlung | Kläranlagenbau, Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Wasser sowie deren Installation |
| | Wassergewinnung und -aufbereitung | Filter (bestimmte Arten von Sand, Kies oder Textilien), Chemikalien (z. B. Ozon, Chlor, Lösungsmittel) |

**Tabelle 18: Marktsegmente und Technologiebereiche im Teilmarkt Minderungs- und Schutztechnologien**

| Marktsegment | Technologiebereich | Produkte und Dienstleistungen umfassen u. a. |
|---|---|---|
| **Bodenschutztechnologien und -sanierung** | Bodensanierung | Nährstoffverbindungen, die im Laufe von Bodensanierungsverfahren degradiertem Boden beigesetzt werden (Stickstoff- und Phosphatverbindungen), spezielle Öfen, Pumpen und Mechanik |
| | Bodenschutztechnologien | Chemikalien, Materialien und Geräte zur Filterung, entweder von Abluft bzw. Abwasser (bei chemisch-physikalischen oder mechanischen Bodensanierungsverfahren) |
| **Lärmminderungs- und Luftreinigungstechnologien** | Abgasrückführungssysteme | Produkte der Lüftungstechnik, die zu einer saubereren Luft beitragen oder für $CO_2$-Speicherung eingesetzt werden |
| | Filtertechnik und Katalysatoren | Chemikalien (z. B. Aktivkohle), Grundstoffe (v. a. Textilien) und Geräte (z. B. Feinstfilterapparate) zur Luft- bzw. Abgasfilterung |
| | Lärmschutz in Gebäuden | Materialien und Produkte zur Schalldämmung und -dämpfung |
| | Messtechnik und Dienstleistungen | Baudienstleistungen, Installation, Ingenieurdienstleistungen |
| | Verkehrlicher Lärmschutz | Lärmschutzwände |

wasser gewährleisten zu können, hat die Wasserwirtschaft in Deutschland zur Aufgabe, die Nutzung durch den Menschen nachhaltig zu gestalten. Dies bedeutet die Aufrechterhaltung der Wasserkreisläufe, die Sicherung des Wassers als Ressource für die heutige wie für die nachfolgenden Generationen, den langfristigen Schutz von Wasser als Lebensraum sowie die Kontrolle und Optimierung des Wasserver- bzw. -gebrauchs. Auch die Behandlung verschmutzten Wassers muss laufend kontrolliert und verbessert werden. Trink- und Brauchwasserversorgung sowie die Abwasserbehandlung sind als Kreislauf ganzheitlich zu betrachten. Die Wasserwirtschaft wird daher als Ganzes der Umweltwirtschaft zugerechnet und in die folgenden Marktsegmente unterteilt.

Das Marktsegment **Wasser- und Abwasserinfrastruktur** ist für den Transport von Wasser bzw. Abwasser verantwortlich. Zu ihm zählen die grundsätzlichen Produkte und Dienstleistungen der Wasserverteilung und Kanalisation sowie ihre Herstellung und Installation. Des Weiteren werden Produkte zur Steigerung der Wassereffizienz, die sich durch einen sparsamen Verbrauch auszeichnen, diesem Marktsegment zugerechnet.

Das Marktsegment **Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserbehandlung** umfasst die verschiedenen Dienstleistungen zur Wasserversorgung und Abwasserentsorgung und die dafür notwendigen Produkte und Materialien.

Das Marktsegment **Monitoring und Analyseverfahren, Wasser- und Abwassermanagement** umfasst Produkte und Dienstleistungen wie elektrische und nicht-elektrische Mess- und Kontrollinstrumente.

## MINDERUNGS- UND SCHUTZTECHNOLOGIEN

Minderungs- und Schutztechnologien dienen dem Umweltschutz, indem sie Umweltverschmutzung direkt verringern. Zum Einsatz kommen dazu:

- End-of-Pipe-Technologien zur Filterung (Filter, Abscheider, Schalldämmung) und Abschirmung (Lärmschutz, Bodenschutz)
- Aktivitäten und Produkte, um die Entstehung von Verschmutzungen und Emissionen an der jeweiligen Quelle zu vermeiden (Lärmbekämpfung, geringe Emissionen)
- Aktivitäten bzw. Produkte zur nachträglichen Beseitigung von Umweltverschmutzung und -schäden (Bodensanierung)

**Lärmminderungs- und Luftreinigungstechnologien**, die also Abgase filtern, Luftverschmutzung und Lärm mindern, fallen in das gleichnamige Marktsegment, ebenso wie die zugehörigen Dienstleistungen.

Das Marktsegment **Bodenschutztechnologien und -sanierung** baut insbesondere auf die Dienstleistung „Beseitigung von Umweltverschmutzungen und sonstige Entsorgung“ auf. Bodenschutztechnologien beinhalten zudem Materialien und Produkte wie abschirmende Tafeln bzw. Folien aus Kunststoff und Sicherheitsbehälter für den Transport von Gefahrengut.

Tabelle 19: Marktsegmente und Technologiebereiche im Teilmarkt Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft

| Marktsegment | Technologiebereich | Produkte und Dienstleistungen umfassen u. a. |
|---|---|---|
| **Holzbearbeitung und Holzwerkstoffe** | Holzwerkstoffe | Es werden verschiedene Holzwerkstoffe berücksichtigt, die als direkte Produkte aus der Sägeindustrie hervorgehen (u. a. Schnittholz, Profilbretter, Pfähle und Masten, Holzwolle, Einzelteile für Bodenbeläge aus Holz, etc.). |
| | Sägeindustrie | Holzbearbeitung zur Bereitstellung von Holzwerkstoffen der Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke |
| **Nachhaltige Forstwirtschaft** | Forstwirtschaft | Forstwirtschaft und Holzeinschlag, unterstützende Dienstleistungen wie Waldbestandsaufnahme, forstwirtschaftliche Beratungsleistungen, Waldbrandbekämpfung und -schutz |
| **Nachwachsende Holzbaustoffe** | Holzbaustoffe | Substitution durch Holz im Baubereich |

## NACHHALTIGE HOLZ- UND FORSTWIRTSCHAFT

Die Forstgesetze in Deutschland verpflichten Forstwirtschaftsbetriebe zu einer nachhaltigen Nutzung und Erhaltung von Waldflächen. Die nachhaltige, multifunktionale Forstwirtschaft zielt darauf ab, die biologische Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit und Vitalität der Wälder auch in Zeiten des Klimawandels zu erhalten. Die wirtschaftenden Forstbetriebe tragen dafür Sorge, dass die Wälder ihre ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen erfüllen können. Als Teil der nachhaltigen Bewirtschaftung fallen alle dazu notwendigen Arbeiten und Angebote in den Teilmarkt Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft. Des Weiteren werden hier alle Holzprodukte aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz in der ersten Verarbeitungsstufe – also etwa Bohlen, Bretter oder Kanthölzer – erfasst.

Das Marktsegment **Nachhaltige Forstwirtschaft** umfasst forstwirtschaftliche Leistungen. Diese Einordnung folgt der wirtschaftsstatistischen Klassifikation von Holzeinschlag, Forstwirtschaft und der Erbringung von Dienstleistungen für diese.

**Holzbearbeitung und Holzwerkstoffe** erfasst die wirtschaftlichen Leistungen, die im Zusammenhang mit der Bereitstellung des Rohstoffes Holz zur Weiterverarbeitung („erste Verarbeitungsstufe“) stehen. Holz nimmt als nachwachsender Rohstoff eine zentrale Rolle ein und erfüllt z. B. durch die Substitution nicht-nachwachsender, erdölbasierter Rohstoffe einen klaren Umweltnutzen.

**Nachwachsende Holzbaustoffe** erfasst die verschiedenen Bau- und Konstruktionsteile sowie Ausbauelemente aus Holz, um die Substitution nicht-nachwachsender Materialien durch Holz im Baubereich differenziert zu berücksichtigen.

In der funktionalen Abgrenzung nach Gütern kann im Gegensatz zur sektoralen Erfassung die erste Verarbeitungsstufe nicht vollständig abgebildet werden, da forstwirtschaftliche Aktivitäten bzw. unverarbeitetes Holz im Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken nicht erfasst sind. Die funktionale Abgrenzung erfasst den nachwachsenden Rohstoff Holz daher nur in bearbeiteter Form.

Die Verarbeitung von Holz zu Produkten, die über ihre Materialbeschaffenheit hinaus einen spezifischen Umweltnutzen erfüllen, z. B. Pellets/Biomasse (Erneuerbare Energie) oder Dämmmaterialien (Energieeffizienz) werden mit Blick auf ihren jeweiligen Verwendungsbereich den entsprechenden Teilmärkten zugeordnet.

## UMWELTFREUNDLICHE LANDWIRTSCHAFT

Der Teilmarkt **Umweltfreundliche Landwirtschaft** umfasst zum einen ökologische und regionale Landwirtschaftsprodukte, die umweltfreundliche Substitute zu konventionell hergestellten Produkten bzw. Produkte mit einer geringeren Umweltbelastung darstellen, und zum anderen neue Technologien, die zu einer schonenderen Landbewirtschaftung und Tierhaltung beitragen. Daraus folgt die Aufteilung des Teilmarktes in zwei Marktsegmente.

Das Marktsegment **Ökologische und Regionale Landwirtschaft** beinhaltet den ökologischen Anbau von Pflanzen und die ökologische Tierhaltung nach der EG-Öko-Verordnung.[22] Ökologischer Landbau definiert sich durch möglichst naturschonende Produktionsmethoden in einem ganzheitlichen Konzept. Von diesen geht eine Transformationswirkung auf die Landwirtschaft insgesamt aus. Durch offizielle Bio-Siegel können Produzenten und Güter aus ökologischer Landwirtschaft als umweltfreundliche Substitute von konventionellen Produkten unterschieden werden. Daneben gehen auch regionale Produkte in dieses Marktsegment ein. Regional beschaffte landwirtschaftliche

**Tabelle 20: Marktsegmente und Technologiebereiche im Teilmarkt Umweltfreundliche Landwirtschaft**

| Marktsegment | Technologiebereich | Produkte und Dienstleistungen umfassen u. a. |
|---|---|---|
| **Umweltfreundliche Technologien für die Landwirtschaft** | Grüne Agrartechnologien | Agrartechnik zur mechanischen und thermischen Unkrautregulierung, Agrartechnik zur Ausbringung fester, organischer Dünger, Mähdrescher mit zwei- oder mehrphasigen Trennsystemen für Mischkulturen, Ökologische Pflanzenschutzmittel, bodenschonende Bereifung für Agrarfahrzeuge |
| | Neue Formen der Landwirtschaft | Forschung und Entwicklung, (Tröpfchen-)Bewässerungstechnologien, Beleuchtungstechnik für das Pflanzenwachstum |
| | Umweltfreundliche Tierhaltungstechnologien | Technologien für eine moderne Tierhaltung, die zur Steigerung des Tierwohls beitragen (Stallbautechnik, Sensorik, Melk-, Tränk- und Fütterungsanlagen) |
| **Ökologische und Regionale Landwirtschaft** | Ökologische und Regionale Landwirtschaft | Bio-Produkte, regional vertriebene Produkte |
| **Agrarumweltmaßnahmen** | Agrarumweltmaßnahmen | landwirtschaftliche Dienstleistungen für den Natur- und Umweltschutz, insbesondere flächenbezogene Maßnahmen wie Blüh- und Schonstreifen und Vertragsnaturschutz |

Produkte reduzieren transportbedingte Umweltbelastungen und ersetzen Produkte, die aus großer Entfernung angeliefert werden müssen. Da landwirtschaftliche Güter nicht direkt in der Produktionsstatistik erfasst sind, werden diese erst nach der ersten Verarbeitungsstufe anteilig anhand der beschriebenen Kriterien erfasst.

Das Marktsegment **Umweltfreundliche Technologien für die Landwirtschaft** enthält anwendungsbezogene Maschinen und Hilfsmittel, die zu einer umweltschonenderen Landwirtschaft beitragen. Hierzu gehören einerseits Gerätschaften, die speziell für die Methoden der ökologischen Landwirtschaft benötigt werden und in konventionellen Betrieben unüblich sind. Andererseits fallen darunter auch Maschinen, die zur Verbesserung des Umweltschutzes in konventioneller Landwirtschaft beitragen. Dabei muss nicht notwendigerweise der gesamte Produktionsprozess den Grundsätzen ökologischer Landwirtschaft entsprechen. Es werden darunter auch Technologien, die zu einer artgerechten Tierhaltung beitragen, sowie neue Ansätze der landwirtschaftlichen Produktion erfasst. Hierunter fallen auch hydroponische mehrlagige geschlossene Produktionskreisläufe (z.B. vertical farming) für eine urbane Landwirtschaft, Urban-Gardening-Ansätze und die Nutzung diverser innovativer technologischer Ansätze für neue Formen der landwirtschaftlichen Produktion.

Das neu hinzugekommene Marktsegment **Agrarumweltmaßnahmen** umfasst landwirtschaftliche Dienstleistungen für den Umweltschutz. Darunter fallen insbesondere flächenbezogene Maßnahmen wie extensive Grünlandnutzung, Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau, Anlage von Blüh- und Schonstreifen, Anbau von Zwischenfrüchten, Anlage von Uferrand- und Erosionsschutzstreifen und Vertragsnaturschutz. Diese häufig politisch geförderten Maßnahmen tragen dazu bei, Böden, Gewässer und Ökosysteme zu schützen, die Biodiversität zu fördern und Kulturlandschaften zu pflegen. Der Ökolandbau, der auch zu Agrarumweltmaßnahmen gezählt wird, wird hier auf Grund der Überschneidung mit dem ersten Marktsegment nicht berücksichtigt.

# LITERATURVERZEICHNIS


- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018). *GreenTech made in Germany. Umwelttechnik-Atlas für Deutschland.* Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018). *Nachhaltigkeitspolitik ist Modernisierungspolitik.* Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019). *Leitbild 2030 für Industrie 4.0. Digitale Ökosysteme global gestalten.* Berlin.
- CDU NRW/FDP NRW (2017). *Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen 2017 – 2022.* Düsseldorf.
- European Environment Agency (2018). *Environmental indicator report 2018.* Luxembourg.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2017). *Land der Umweltwirtschaft. Masterplan für Nordrhein-Westfalen.* Düsseldorf.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2015). *Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2015.* Düsseldorf.
- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2018). *Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2017.* Düsseldorf.
- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2019). Landeswaldbericht 2019. *Bericht über Lage und Entwicklung der Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen.* Düsseldorf.
- OECD (2011). *Towards Green Growth. A Summary for Policy Makers.* Paris.
- Umweltbundesamt (2014). *Wirtschaftsfaktor Umweltschutz.* Dessau-Roßlau.
- UNEP Division for Sustainable Development (UNDESA) (2012). *A guidebook to the Green Economy.* New York.
- UNEP Division of Communications and Public Information (2012). *Green Economy. What do we mean by Green Economy?* New York.
- World Bank (2012). *Inclusive Green Growth. The Pathway to Sustainable Development.* Washington D.C.

# ENDNOTEN

1 Die Zahl der Erwerbstätigen umfasst sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, Selbstständige und erstmals in der aktuellen Ausgabe des Umweltwirtschaftsberichtes zusätzlich auch die geringfügig Beschäftigten. Erläuterungen zu den Indikatoren und zur Methodik siehe Anhang.

2 Der Lokalisationsquotient drückt aus, inwiefern sich die Erwerbstätigenzahl einer Region vom landesweiten Durchschnitt (= 1,0) abhebt. Für nähere Erläuterungen siehe Indikatorenglossar.

3 Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2017): Land der Umweltwirtschaft: Masterplan für Nordrhein-Westfalen

4 Die methodische Vorgehensweise der quantitativen und qualitativen Analyse kann dem Kapitel 2.2 und dem Anhang entnommen werden.

5 Die methodische Vorgehensweise der quantitativen und qualitativen Analyse kann dem Kapitel 2.2 und dem Anhang entnommen werden.

6 Die methodische Vorgehensweise der quantitativen und qualitativen Analyse kann dem Kapitel 2.2 und dem Anhang entnommen werden.

7 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie zum Begriff Industrie 4.0: https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html

8 Ein Teil dieses rapiden Wachstums ist auf eine spezifizierte Neuzuordnung in der statistischen Klassifikation zurückzuführen.

9 Die methodische Vorgehensweise der quantitativen und qualitativen Analyse kann dem Kapitel 2.2 und dem Anhang entnommen werden.

10 Siehe auch Kapitel 2.4

11 Die methodische Vorgehensweise der quantitativen und qualitativen Analyse kann dem Kapitel 2.2 und dem Anhang entnommen werden.

12 Die methodische Vorgehensweise der quantitativen und qualitativen Analyse kann dem Kapitel 2.2 und dem Anhang entnommen werden.

13 Die methodische Vorgehensweise der quantitativen und qualitativen Analyse kann dem Kapitel 2.2 und dem Anhang entnommen werden.

14 Landwirtschaftskammer NRW 2020: Agrarumweltmaßnahmen – Förderperiode 2014 –2020, https://www.landwirtschaftskammer.de/foerderung/laendlicherraum/aum/index.htm

15 Detaillierte Informationen zum Indikator können dem Anhang entnommen werden.

16 Die methodische Vorgehensweise der quantitativen und qualitativen Analyse kann dem Kapitel 2 und dem Anhang entnommen werden.

17 Eurostat (2016): Environmental goods and services sector accounts – Handbook, https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/KS-GQ-16-008.

18 In jeder Gütergruppe existieren Produkte, die effizienter sind als andere. Eine pauschale Berücksichtigung des jeweils effizientesten Anteils (Best-in-class-Ansatz) hätte eine deutliche Überzeichnung der abzugrenzenden Umweltwirtschaft zur Folge und würde den Blick auf die Enabler-Technologien der Effizienz versperren.

19 Beim vorliegenden Bericht handelt es sich um eine regionalökonomische Untersuchung. Die verwendeten Begriffe können von umweltrechtlichen Fachbegriffen abweichen.

20 Andere Studien (z. B.: Gehrke, B. und U. Schasse (2013): Umweltschutzgüter – wie abgrenzen? Methodik und Liste der Umweltschutzgüter 2013, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uib_1_2013_eckermann_umweltschutzgueter_methodenpapier_webfassung.pdf) klammern den Mobilitätsbereich mit dem Argument aus, der Hauptzweck dieser Produkte sei Mobilität und nicht Umweltschutz. Anderseits werden die Bereiche Erneuerbare Energien und Energieeffizienz unstrittig aufgenommen, obwohl dort ebenfalls der Hauptzweck nicht primär im Umweltschutz liegt (Energieerzeugung und Kosteneinsparung). Nach dem hier gewählten Transformationsansatz ist die umweltfreundliche Mobilität Teil der Umweltwirtschaft. Siehe hierzu Indikatorenglossar im Anhang.

21 Die Nutzung von Autovermietungen ist dagegen unspezifischer und steht nicht in einem konzeptionellen Zusammenhang mit dem Verzicht auf eigenen Fahrzeugbesitz. Autovermietungen gehen daher nicht in die Abgrenzung ein.

22 Verordnung (EWG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen.

# IMPRESSUM

**Herausgeber**
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf, Referat Öffentlichkeitsarbeit

**Fachredaktion**
Referat VIII-1: Querschnittsaufgaben, Umweltwirtschaft, EFRE

**Ein Bericht der**
Prognos AG, Düsseldorf

**in Kooperation mit**
RISP GmbH, Duisburg

**Autoren**
Oliver Lühr
Jannis Lambert
Richard Simpson
Myrna Sandhövel
Lukas Eiserbeck
Joachim Liesenfeld (RISP GmbH)
Hanne Hagedorn
Johann Weiß
Saskia Reuschel
Stephan Klingl

**Redaktion und Gestaltung**
löwenholz kommunikation Berlin
WEBERSUPIRAN.berlin Kommunikationsgestaltung

**Druck**
DCM Druck Center Meckenheim GmbH

klimaneutral gedruckt
www.klima-druck.de
ID-Nr. 2096759
bvdm.

2.000 Exemplare
Düsseldorf, 2020

**Bildquellen**
Titel: freepik/loveliday12
Seite 3: Anke Jacob
Seite 6: imago images / Hans Blossey
Seite 8: imago images / Jochen Tack
Seite 12: Vodafone / Valéry Kloubert
Seite 17: RWE AG
Seite 22: Jakob Leonhards Söhne GmbH & Co. KG, Wuppertal
Seite 25: Deutsche Bahn AG / Daniel Saarbourg
Seite 33: Westnetz
Seite 47: www.eventfotograf.in / ©JRF e.V.
Seite 48: imago images / Cord
Seite 50: thyssenkrupp Steel Europe AG
Seite 52: SPIE Deutschland & Zentraleuropa
Seite 56: EnergieAgentur.NRW / Uwe Schinkel
Seite 60: Westenergie AG
Seite 63: Recenso
Seite 69: Wuppertaler Stadtwerke / Stefan Tesche-Hasenbach
Seite 73: Vodafone / Valéry Kloubert
Seite 75: imago images / Rupert Oberhäuser
Seite 83: thyssenkrupp Steel Europe AG
Seite 86: Brüninghoff
Seite 92: imago images / Klaus W. Schmid
Seite 96: TH OWL
Seite 97: imago images / Kirchner-Media
Seite 98: imago images / Hans Blossey
Seite 104: www.siemens.com/press
Seite 107: BPW Bergische Achsen KG
Seite 108: Stadtwerke Solingen
Seite 112: imago images / Hans Blossey
Seite 115: MEET / Judith Kraft
Seite 118: www.siemens.com / press
Seite 125: DLR (CC-BY 3.0)
Seite 129: Mercedes-Benz AG
Seite 133: DLR (CC-BY 3.0)
Seite 134: Kölner Verkehrsbetriebe AG / Christoph Seelbach
Seite 138: MENNEKES Elektrotechnik GmbH & Co. KG
Seite 139: RWE AG / Joerg Mettlach
Seite 140: Next.e.GO Mobile SE
Seite 142: Hagedorn

umwelt.nrw.de

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf
Telefon 0211 45 66-0
Telefax 0211 45 66-388
poststelle@mulnv.nrw.de
www.umwelt.nrw.de

umwelt
wirtschaft
Vorsprung für NRW

umweltwirtschaft.nrw.de