

Studie | August 2021

Transformation zur „Grünsten Industrieregion der Welt“ – aufgezeigt für die Metropole Ruhr

*Miriam Müller
Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter
Dr.-Ing. Karin Arnold
Anja Bierwirth
Andrea Esken
Dr. Steven März
Andreas Pastowski
Oliver Wagner*

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde vom Wuppertal Institut im Auftrag der Scholz & Friends Berlin GmbH für den Regionalverband Ruhr durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Bitte den Bericht folgendermaßen zitieren:

Wuppertal Institut (2021): *Transformation zur „Grünsten Industrieregion der Welt“ – aufgezeigt für die Metropole Ruhr*. Wuppertal.

Projektlaufzeit: März – Juli 2021

Autorinnen und Autoren:

Dipl.-Geogr. Miriam Müller, M.A. (Leitung & Koordination)
Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter (Supervision)
Dr.-Ing. Karin Arnold
Dipl.-Ing. Anja Bierwirth, M.Sc.
Dipl. Umweltwissenschaftlerin Andrea Esken
Dr.-phil. Steven März
Dipl.-Sozialw. Andreas Pastowski
Dipl.- Sozialw. Oliver Wagner

Weitere Mitarbeitende:

Charlotte Thelen, Larissa Doré, Lena-Katharina Peter

Herausgeber:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal
www.wupperinst.org

Ansprechpersonen:

Dipl.-Geogr. Miriam Müller, M.A.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Forschungsbereich Mobilität und Verkehrspolitik
Abteilung Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik
miriam.mueller@wupperinst.org
Tel.: +49 202 2492-265

Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter
Co-Leiter des Forschungsbereichs Mobilität und Verkehrspolitik
Abteilung Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik
oscar.reutter@wupperinst.org
Tel.: +49 202 2492-267

Stand: August 2021 (Redaktionsschluss: 14. Juli 2021)

Der Text dieser Publikation und die vom Wuppertal Institut erstellten Abbildungen stehen unter der Lizenz „Creative Commons Attribution 4.0 International“ (CC BY 4.0).

Der Lizenztext ist abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Inhalt

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
Grußwort	9
1 Einleitung	10
1.1 Hintergrund	10
1.2 Zielsetzung	10
1.3 Aufbau des Berichts	12
2 Vorgehen	13
2.1 Leitbildentwicklung, Indikatorenauswahl und operationalisierte Zielwerte	13
2.2 Auswahl der sieben Kernindikatoren	17
2.3 Darstellung der Kernindikatoren	17
2.4 Potenzialeinschätzung als Vorreiterregion	18
3 Definition: Grüne Industrieregion im Jahr 2035	20
3.1 Leitbild des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr	20
3.2 Operationalisierte Ziele	25
3.2.1 <i>Handlungsfeld 1: Klima – Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels</i>	25
3.2.2 <i>Handlungsfeld 2: Energie</i>	26
3.2.3 <i>Handlungsfeld 3: Verkehr: Personen- und Güterverkehr</i>	27
3.2.4 <i>Handlungsfeld 4: Industrie</i>	28
3.2.5 <i>Handlungsfeld 5: Umwelt und Gesundheit</i>	28
3.2.6 <i>Handlungsfeld 6: Biodiversität und Landökosysteme</i>	31
3.2.7 <i>Handlungsfeld 7: Städte und Siedlungen</i>	32
4 Die Metropole Ruhr: Ist-Situation und Potenzialabschätzung	34
4.1 Klimaschutz: Treibhausgasemissionen	35
4.2 Erneuerbare Energien	42
4.3 Verkehrsverlagerung (Modal Split)	48
4.4 Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft	56
4.5 Luftqualität: Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO ₂)	64
4.6 Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer	70
4.7 (Urbane) Grün- und Erholungsflächen	80
5 „Think big“: Ausgewählte Schlüsselmaßnahmen	89
5.1 Treibhausgasemissionen	90
5.1.1 <i>Einführung von Direktreduktionsverfahren bis spätestens zum Jahr 2035</i>	90
5.1.2 <i>Ausbau des Wasserstoffpipelinennetzes bis zum Jahr 2035 zur Versorgung der energieintensiven Industrie mit grünem Wasserstoff</i>	91
5.2 Erneuerbare Energien	92
5.2.1 <i>Effizienzrevolution bei Gebäuden</i>	92
5.2.2 <i>Erneuerbare Energien importieren und Abwärmenutzung ausbauen</i>	92
5.2.3 <i>„Balkonkraftwerke“ der Bürgerinnen und Bürger und Mieterstrommodelle</i>	93
5.3 Verkehrsverlagerung: Modal Split	95

5.3.1	<i>Regionales Radschnellwegenetz von 1.000 Kilometer Länge</i>	95
5.3.2	<i>Ohne Fahrschein-Kauf den ÖPNV nutzen – durch die Einführung eines Bürger*innentickets und Drittnutzerfinanzierung</i>	96
5.3.3	<i>City Maut Systeme</i>	97
5.4	Umweltwirtschaft	99
5.4.1	<i>Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie</i>	99
5.4.2	<i>Kreislaufwirtschaft als Zukunftsaufgabe</i>	99
5.4.3	<i>Endogene Potenziale des Agglomerationsraums Metropole Ruhr stärken</i>	100
5.5	Stickstoffdioxid (NO₂)	101
5.5.1	<i>Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung: Unterstützung lokaler Versorgungsstrukturen und Förderung von Fuß- und Radverkehr</i>	101
5.5.2	<i>Einsatz von H₂-Mobilität im ÖPNV und bei schweren Nutzfahrzeugen</i>	102
5.6	Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer	104
5.6.1	<i>Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Fließgewässer</i>	104
5.6.2	<i>Reduzierung von Nähr-, Schadstoff- und Sedimenteinträgen aus der Landwirtschaft</i>	105
5.7	(Urbane) Grün- und Erholungsflächen	108
5.7.1	<i>Recht auf (Stadt-)Grün bis zum Jahr 2030: Den Umfang und die Erreichbarkeit von Stadtgrün spürbar verbessern</i>	108
5.7.2	<i>Regionales Flächenmoratorium ab dem Jahr 2025</i>	109
5.7.3	<i>Wettbewerb "Grünster Stadtteil der Welt" ab dem Jahr 2022</i>	110
6	Zusammenfassung und Ausblick	111
6.1	<i>„Definition“ einer grünen Industrieregion: Leitbild, Indikatoren und Ziele</i>	111
6.2	<i>„Von grün nach grau nach grün“: Verortung der Metropole Ruhr</i>	112
6.3	<i>Gelegenheits- und Notwendigkeitsfenster für beschleunigten Wandel</i>	124
6.4	<i>„Think big“: Die Chancen der ökologischen Umgestaltung für die Zukunftsfähigkeit industrieller Regionen nutzen</i>	127
6.5	<i>Transformationsbegünstigende Charakteristika und Mentalitäten der Metropole Ruhr</i>	128
7	Quellenverzeichnis	131
8	Anhang	153
8.1	<i>Anhang zum Indikator „Treibhausgasemissionen“</i>	153
8.2	<i>Anhang zum Indikator „Modal Split“</i>	154
8.3	<i>Anhang zum Indikator „Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer“</i>	155
Endnoten		157

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Prinzipdarstellung mit beispielhafter Verortung eines Umweltindikators für die Metropole Ruhr auf einer grundsätzlichen, skizzenhaften Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“	11
Abbildung 2-1: Sieben Handlungsfelder für eine „grüne Industrieregion“ und 35 dazu ausgewählte operationalisierte Indikatoren	16
Abbildung 2-2: Ordinalskala mit Pflanzensymbolik zur Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im jeweiligen Indikator zu einer internationalen Vorreiterregion zu entwickeln	19
Abbildung 4-1: Prozentuale Veränderungen der energiebedingten Treibhausgasemissionen in Deutschland und der Metropole Ruhr von 1990 bis 2017 mit den Zielen der Bundesregierung sowie Zielvorschlägen des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr bis zum Jahr 2045	38
Abbildung 4-2: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Ruhrgebiet (netto) und in Deutschland (brutto) in 2012 und 2017 mit Zielen der Bundesregierung und Zielvorschlägen des Wuppertal Instituts für das Ruhrgebiet bis 2050	43
Abbildung 4-3: Anteil der Sektoren am Endenergieverbrauch in der Metropole Ruhr im Jahr 2017	45
Abbildung 4-4: Modal Split des Verkehrsaufkommens in der Metropole Ruhr (2012, 2017), auf Bundesebene (2017) und in Nordrhein-Westfalen (2017), Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für das Jahr 2035	50
Abbildung 4-5: Vergleich des Wege-Modal Splits der Metropole Ruhr mit verfügbaren Daten anderer Metropolregionen bzw. städtischer Räume (Jahr 2017)	51
Abbildung 4-6: Modal Split des Verkehrsaufwands in der Metropole Ruhr, auf Bundesebene und in NRW (jeweils in 2017) und Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für das Jahr 2035	52
Abbildung 4-7: Anzahl der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft in NRW (2010, 2019) und in der Metropole Ruhr (2010, 2019) sowie NRW-Ziel (2030) und Ziel-Vorschläge des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr (2030 und 2035)	59
Abbildung 4-8: Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr im Jahr 2019: Anteile der Teilmärkte am Gesamtmarkt	60
Abbildung 4-9: NO ₂ -Messstationen im Ruhrgebiet, die den EU-Grenzwert bzw. WHO-Zielwert für den Jahresmittelwert (40 µg/m ³) überschreiten (2000 bis 2020), Ziel-Vorschlag für das Jahr 2035	66
Abbildung 4-10: Ökologischer Zustand der natürlichen Fließgewässer bzw. ökologisches Potenzial der erheblich veränderten oder künstlichen Fließgewässer Emscher, Lippe und Ruhr einschließlich ihrer Nebenflüsse/Bäche	73
Abbildung 4-11: Chemischer Zustand der Fließgewässer Emscher, Lippe und Ruhr einschließlich ihrer Nebenflüsse/Bäche ohne ubiquitäre Stoffe	73
Abbildung 4-12: Entwicklung der Grün- und Erholungsflächen in der Metropole Ruhr 2017 - 2019	83
Abbildung 4-13: Visualisierung einer derzeit diskutierten Transformation des Straßenraums am Beispiel Neuer Graben, Dortmund	87
Abbildung 6-1: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Erneuerbare Energien“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“	114
Abbildung 6-2: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Modal Split“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“	116
Abbildung 6-3: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Treibhausgasemissionen“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“	117

Abbildung 6-4: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Stickstoffdioxid (NO ₂)“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“ -----	118
Abbildung 6-5: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Ökologischer/chemischer Zustand der Fließgewässer“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“ -----	119
Abbildung 6-6: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Grün- und Erholungsflächen“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“ -----	121
Abbildung 6-7: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“ -----	122
Abbildung 6-8: Skizzenhafte Verortung aller sieben für die Metropole Ruhr ausgewählten und aufbereiteten Umweltindikatoren als Gesamtschau auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“ -----	123
Abbildung 6-9: Fünf Charakteristika und Mentalitäten der Metropole Ruhr, die zum Gelingen eines umfassenden Transformationsprozesses hin zu einer grünen Industrieregion beitragen können -----	128
Abbildung 8-1: Ziele der Emissionsminderung – verbleibendes CO ₂ -Budget für die Metropole Ruhr (angelehnt an die Temperaturziele des Pariser Klimaschutzabkommens)	153
Abbildung 8-2: Vom Regionalverband Ruhr (RVR) geplantes Regionales Radwegenetz -----	154

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Treibhausgasemissionen“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln -----	41
Tabelle 4-2: Bewertung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Erneuerbare Energien“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln -----	47
Tabelle 4-3: Bewertung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Verkehrsverlagerung (Modal Split)“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln -----	55
Tabelle 4-4: Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Umweltwirtschaft“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln -----	63
Tabelle 4-5: Bewertung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Stickstoffdioxid (NO ₂)“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln -----	69
Tabelle 4-6: Bewertung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „ökologischer Zustand der Fließgewässer“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln -----	79
Tabelle 4-7: Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Grün- und Erholungsflächen“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln -----	88
Tabelle 6-1: Überblick: Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich in den dargestellten Indikatoren zu einer Vorreiterregion zu entwickeln – insgesamt und in Teilbereichen -----	113
Tabelle 8-1: Vorgesehene Fristverlängerungen zum Erreichen des guten chemischen und ökologischen Zustands/Potenzials in den Planungseinheiten der Fließgewässer in der Metropole Ruhr gegenüber den möglichen Nachfristen der Jahre 2021 und 2027 -----	156

Grußwort

„Transformation zur grünsten Industrieregion der Welt“ – der Titel der vom Regionalverband Ruhr in Auftrag gegebenen Studie verwendet bewusst den Superlativ. Und das nicht aus Größenwahn oder Naivität. Sondern weil wir uns für die Metropole Ruhr visionäre Ziele setzen wollen, die unseren Willen zur Transformation beweisen.

Lange Zeit wurde das Verhältnis von Industrie und Ökologie als ein Nullsummenspiel betrachtet. Auf dem Weg in eine klimaneutrale Zukunft ist allerdings deutlich geworden, dass beides Hand in Hand geht. Wir brauchen eine innovative Wirtschaft und Industrie, um die Klimaziele möglichst schnell zu erreichen. Und wer diese Aufgabe als Chance betrachtet, sichert damit den Wohlstand von morgen.

Die Metropole Ruhr ist wie kaum eine andere Region in Europa geeignet, um zu beweisen, dass dies gelingen kann. Der industrielle Kern, die Polyzentralität, die vielen Grün- und Nutzflächen, die vernetzte Wissenschaftslandschaft, nicht zuletzt die Mentalität der Menschen – dies alles ist eine Mischung, die es für den Wandel braucht.

Die Studie des Wuppertal Instituts zeichnet hierfür ein Zielbild, das auch anderen Regionen Orientierung geben kann. Sie definiert erstmals, was eine „grüne Industrieregion“ überhaupt ausmacht und wie dies zu messen ist. Anschließend prüft sie entlang ausgewählter Indikatoren das Ruhrgebiet auf sein Vorreiterpotenzial. Im Kapitel „Think big“ haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Ideen gesammelt, die als „Transformationsbeschleuniger“ wirken könnten – sicher eine anregende Lektüre für die politische Diskussion über Machbares und Mögliches.

Eine Idee, die bereits Wirklichkeit wird, ist die Internationale Gartenausstellung 2027 – die erste dezentrale IGA. Sie wird zeigen, wie in der Region neue grüne Räume entstehen, die für die Menschen mehr Lebensqualität bedeuten. Nicht nur die IGA zeigt: Die Metropole Ruhr hat sich schon auf den Weg gemacht. Wir haben den Mut zur und die Lust auf Veränderung. Es ist die richtige Zeit und der richtige Ort, um aus dem Ruhrgebiet die grünste Industrieregion der Welt zu machen. Ganz im Sinne des Mottos unserer Standortkampagne: Wenn, dann hier.

Ich wünsche Ihnen ein nachhaltiges Lesevergnügen!

Karola Geiß-Netthöfel

Regionaldirektorin des Regionalverbands Ruhr



© RVR / Volker Wiciok

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Industrieregionen erfahren in den letzten Jahrzehnten überall weltweit tiefgreifende Strukturveränderungen – und stehen vor weitergehenden umfassenden Transformationserfordernissen, um die Wirtschaftlichkeit der Region zu stärken, den Anforderungen des Umwelt- und Klimaschutzes gerecht zu werden und die Lebensqualität der Menschen zu steigern. Die ökologische Nachhaltigkeitsdimension stellt für Industrieregionen eine besondere Herausforderung dar – z.B. aufgrund der historisch dort verorteten energie- und ressourcenintensiven Industrien, industrieller Altlasten sowie Schadstoffemissionen in Luft, Boden und Wasser. Gleichzeitig bietet die ökologische Umgestaltung besondere Chancen, um eine Industrieregion als Investitions- und Lebensstandort attraktiv und zukunftsfähig zu machen.

Das trifft auch auf das Ruhrgebiet zu – das in den letzten Jahrzehnten einen tiefgreifenden Strukturwandel erfahren hat. In zahlreichen Initiativen, Maßnahmen und Projekten wird im Ruhrgebiet bereits engagiert daran gearbeitet, sich zu einer grünen Industrieregion zu entwickeln, z.B. im Generationenprojekt der Emscher-Renaturierung, in der InnovationCity Ruhr, durch die Auszeichnung der Stadt Essen als „Grüne Hauptstadt Europas 2017“ durch die Europäische Kommission, mit dem ersten indikatorengestützten Umweltbericht der Metropole Ruhr 2017 und der für das Jahr 2021 geplanten Veröffentlichung des zweiten Umweltberichts als überarbeitete, aktualisierte und ergänzte Neuauflage, der „Klimametropole Ruhr 2022“ und der „Offensive Grüne Infrastruktur 2030“. Gleichzeitig besteht aber auch in vielen Bereichen noch großer Handlungsbedarf, um auf dem Weg zu einer grünen Industrieregion weiter voran zu kommen.

1.2 Zielsetzung

Ziel der Studie ist es, eine ganzheitliche und allgemeingültige Definition einer „grünen Industrieregion“ als Leitbild für einen angestrebten Ideal-/Sollzustand in der nahen Zukunft entlang zentraler Handlungsfelder zu entwickeln (Zieljahr: 2035) und einen Teil dieser Definition auf die Metropole Ruhr anzuwenden: nämlich einen ausgewählten zentralen Kernindikator je Handlungsfeld (= sieben Kernindikatoren mit zugehörigen, operationalisierten Zielvorstellungen). Bei der Darstellung der sieben umweltrelevanten Kernindikatoren für die Metropole Ruhr geht es insbesondere darum einzuschätzen, wo die Metropole Ruhr heute steht, welche Potenziale bestehen, dass sich die Metropole Ruhr im jeweiligen Kernindikator zu einer Vorreiterregion entwickelt und mit welchen Schlüsselmaßnahmen relevante Transformationspotenziale für den Weg zu einer „grünen Industrieregion“ erschlossen werden können.

Relevant ist bei der Einschätzung der Umweltqualität und der Potenzialabschätzung als Vorreiterregion immer auch die Zeitachse, also die zeitliche Verortung einer gedachten Entwicklung der Metropole Ruhr von einer „grünen“ vorindustriellen Region mit historisch hoher Umweltqualität hin zu einer „grauen“ Industrieregion mit einer demgegenüber niedrigeren Umweltqualität, hin zur Wiederherstellung einer „grünen“ Metropole Ruhr durch die Entwicklung zu einer nachhaltigen, klimaneutralen, modernen Industrieregion mit zukünftig wieder hoher Umweltqualität. Je nach Indikator kann sich die Metropole Ruhr auf diesem Weg schon mehr oder weniger weit

entwickelt haben. Abbildung 1-1 verbildlicht diese grundsätzliche Entwicklungslinie „von grün nach grau nach grün“ in einer skizzenhaften Prinzipdarstellung.

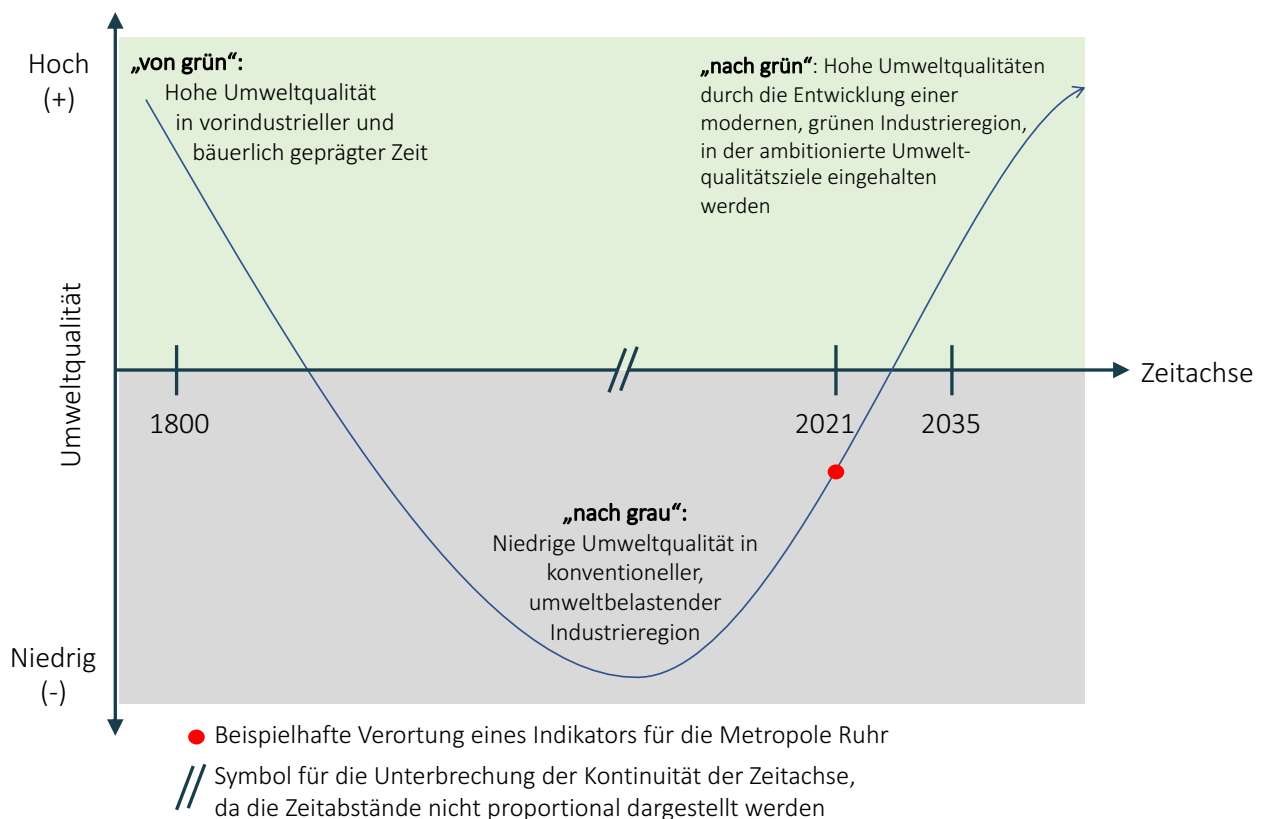


Abbildung 1-1: Prinzipdarstellung mit beispielhafter Verortung eines Umweltindikators für die Metropole Ruhr auf einer grundsätzlichen, skizzenhaften Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“

Am Beispiel des Gewässerindikators soll das Prinzip der Entwicklungslinie „von grün nach grau nach grün“ näher erläutert werden. Das beispielhaft dargestellte Ausgangsjahr 1800 steht für die damalige vorindustrielle und bäuerlich geprägte Zeit, in der der ökologische und chemische Zustand der Fließgewässer sehr gut war („von grün“). Dieser sehr gute Zustand der Fließgewässer hat sich in der Folgezeit durch Industrie und Siedlungswachstum massiv verschlechtert („nach grau“). Erst in den letzten Jahren und Jahrzehnten werden vermehrt Anstrengungen zur Verbesserung und Wiederherstellung naturnaher Fließgewässer umgesetzt („nach grün“), wie im Dekadenprojekt der Emscher-Renaturierung und bei Maßnahmen zum Erreichen der Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (vgl. Indikator „Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer“).

Um das Jahr 1800 war die Metropole Ruhr natürlich von ganz anderen sozioökonomischen Rahmenbedingungen geprägt als dies heute ist oder zukünftig im Zieljahr der Studie 2035 sein wird. Dementsprechend kann auch eine „hohe“ Umweltqualität im Zieljahr 2035 nicht die exakt gleichen Ausprägungen haben wie im Jahr 1800. So wird der naturnahe Zustand vieler Fließgewässer dauerhaft nicht wieder hergestellt werden können, aufgrund der auch künftig weiterbestehenden Gewässernutzungen z.B. durch die Schifffahrt oder die Trinkwassergewinnung. Bestehende, z.T. gesetzlich verankerte Ziele und Grenzwerte sowie Zielvorschläge aus Wissenschaft, von Verbänden und

Zivilgesellschaft liefern eine wichtige Orientierungsfunktion, um zu wissen, was als eine hohe Umweltqualität im Jahr 2035 angesehen werden kann. Ziele markieren damit wichtige Zwischenschritte zur Entwicklung einer „grünen“ Metropole Ruhr. Wissenschaftliche Erkenntnisse zu den Erfordernissen einer nachhaltigen Entwicklung bilden hierfür eine wichtige Grundlage.

Der Zeithorizont der Studie ist das Jahr 2035, das einen zentralen Zwischenschritt für einen langfristig und kontinuierlich anzugehenden Transformationsprozess darstellt. Das Jahr 2035 steht für einen Handlungszeitraum von knapp 15 Jahren ab dem Jahr 2021 – also einen Zeitabstand, der noch genügend Zeit für Handlungen bietet, aber gleichzeitig in greifbarer Nähe liegt und umgehende Weichenstellungen und Maßnahmenumsetzungen erfordert.

1.3 Aufbau des Berichts

Für die allgemeingültige Definition einer „grünen Industrieregion“ wird zunächst ein narrativ angelegter, qualitativer Leitbildtext entlang von sieben „grünen Handlungsfeldern“ entwickelt, der von einem Set aus zentralen, durch Indikatoren operationalisierten Zielvorstellungen gestützt wird (Kapitel 3).

Im zweiten Schritt wird ein Ausschnitt dieser Definition (ein Indikator je Handlungsfeld) für die Metropole Ruhr aufbereitet. Anhand von sieben ausgewählten Kernindikatoren wird

1. analysiert, wie sich die Metropole Ruhr im jeweiligen Indikator bisher entwickelt hat und wo sie derzeit steht (Kapitel 4),
2. abgeschätzt, welche spezifischen Transformationspotenziale in der Metropole Ruhr bestehen (hinsichtlich Richtung, Größenordnung, Geschwindigkeit) und wie die Chancen einzuschätzen sind, dass sich die Metropole Ruhr im jeweiligen Indikator im Sinne einer „grüne Industrieregion“ zu einer Vorreiterregion entwickeln kann (Kapitel 4),
3. ausgewählte Schlüsselmaßnahmen dargestellt. Dabei soll es sich um Maßnahmen handeln, mit denen nicht nur kleinteilige und inkrementelle (schrittweise) Verbesserungen erzielt werden, sondern mit denen das Ruhrgebiet ambitionierte, angemessene und „groß gedachte“ Transformationspotenziale auf dem erforderlichen Weg zu einer grünen Industrieregion erschließen kann („think big“) (Kapitel 5).

Je Indikator wird ein bereits bestehendes gutes Beispiel aus der Metropole Ruhr dargestellt (Kapitel 4) sowie ein gutes Beispiel aus einer anderen Industrie- bzw. Metropolregion (Kapitel 5).

In einem resümierenden Ausblickskapitel (Kapitel 6) werden die Ergebnisse der Studie in ihrer Gesamtheit und vor dem Hintergrund der gesellschaftspolitischen Großwetterlage bewertet hinsichtlich der Notwendigkeit für einen beschleunigten Wandel zu mehr Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Zudem wird dargestellt, welche politischen und strategischen Weichenstellungen gestellt werden sollten und welche ruhrgebiets-typischen Kulturen und Mentalitäten zum Gelingen einer umfassenden Transformation des Ruhrgebiets hin zu einer „grünen Industrieregion“ beitragen können.

2 Vorgehen

2.1 Leitbildentwicklung, Indikatorenauswahl und operationalisierte Zielwerte

Im ersten Analyseschritt wird eine allgemeine Definition für eine „grüne Industrieregion“ entwickelt, die in ihrem Grundsatz auch auf Industrieregionen in anderen Ländern übertragen und angewendet werden kann – zum Beispiel für die Durchführung einer Vergleichsstudie zwischen verschiedenen Industrieregionen („Benchmarking“).

Den Ausgangspunkt und die Rahmung für die Definition bildet ein Leitbildtext (vgl. Reutter et al., 2015 sowie Müller & Reutter 2017), der vom Wuppertal Institut für die Metropole Ruhr entwickelt wird (Kapitel 3.1). Das Leitbild ist qualitativ und narrativ angelegt. Es soll motivierend und sinnstiftend wirken und ein erstrebenswertes Zukunftsbild einer nachhaltigen Metropole Ruhr im Jahr 2035 aufzeigen.

Der erste Abschnitt des Leitbilds besteht aus dem übergeordneten Leitziel, von dem ausgehend in den folgenden Abschnitten der angestrebte „Soll-Zustand“ einer „grünen Industrieregion“ entlang von sieben zentralen Handlungsfeldern differenziert skizziert wird. Der letzte Abschnitt des Leitbilds adressiert den Wandlungsprozess und die dafür relevanten Akteure.

Das qualitative Leitbild wird – an geeigneten Stellen – durch quantitative Zielwerte ergänzt und konkretisiert. Das Indikatorenset mit seinen Zielwerten bzw. Ziel-Vorschlägen wird im Anschluss an das qualitative Leitbild tabellarisch dargestellt (Kapitel 3.2). Es umfasst insgesamt 35 Indikatoren. Grün eingefärbte Nummern im Leitbildtext verknüpfen die im Leitbildtext genannten Indikatoren/Ziele mit der tabellarischen Übersicht, in welcher der jeweilige Indikator hinsichtlich bestehender Ziele bzw. bestehender Ziel-Vorschläge operationalisiert wird.

Die 35 ausgewählten Indikatoren sind als robustes Set zentraler Ziele und Indikatoren zu verstehen, die einen guten Anhaltspunkt zur Beschreibung einer grünen Industrieregion darstellen. Damit erfolgt eine Fokussierung auf relevante Kernindikatoren anstelle einer denkbaren Listung sämtlicher möglicher Indikatoren. Von den 35 Indikatoren werden sieben ausgewählte Kernindikatoren (ein Indikator je Handlungsfeld) für die Metropole Ruhr ausführlich dargestellt (Kapitel 4 und 5).

Für die Entwicklung des Indikatorensets werden bestehende Zielsetzungen und Grenzwerte (z.B. von den Vereinten Nationen, der Politik, der Weltgesundheitsorganisation (WHO), Zielempfehlungen) sowie bestehende Indikatorensysteme auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene berücksichtigt. Wesentliche Strategien und Ziele, die für die Entwicklung der Definition berücksichtigt werden, sind:

- Die **Globalen Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen aus dem Jahr 2015** (Sustainable Development Goals, SDGs): Im September 2015 hat die UN-Generalversammlung die Agenda 2030 für eine nachhaltige Entwicklung verabschiedet (UN 2015a), „um eine grundlegende Verbesserung der Lebensverhältnisse aller Menschen heute und für künftige Generationen sowie den Schutz des Planeten Erde zu bewirken“ (destatis o.J.a). Die Agenda adressiert ökonomische, ökologische und soziale Entwicklungsaspekte im Rahmen von 17 qualitativen Leitzielen und 169 qualitativen Unterzielen. Die Ziele werden durch 231 operationalisierte Indikatoren messbar gefasst, die auf

nationalen Datengrundlagen basieren (ebd.). Auf EU-Ebene bildet das EU-SDG-Indikatorenset, das 2017 unter Federführung von Eurostat erarbeitet wurde, die nachhaltige Entwicklung in der Europäischen Union hinsichtlich der 17 SDGs anhand von insgesamt 102 operationalisierten Indikatoren ab (Eurostat o.J.).

- **European Green Deal der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2019:** Der European Green Deal der Europäischen Kommission ist ein von der Präsidentin Ursula von der Leyen am 11.12.2019 vorgestelltes Leitkonzept mit den Zielen, unsere Lebensgrundlagen zu schützen, bis zum Jahr 2050 der erste klimaneutrale Kontinent zu werden, einen Kompass für die wirtschaftliche Erholung nach der Corona-Pandemie bereitzustellen und Klimaschutz mit wirtschaftlichem Wachstum zu versöhnen (Europäische Kommission o.J.). Der European Green Deal adressiert neun Politikbereiche: Klimaschutz, saubere Energie, nachhaltige Mobilität, Gebäude und Renovierung, Biodiversität, nachhaltige Landwirtschaft, nachhaltige Lebensmittelketten, nachhaltige Industrie auf der Grundlage der Kreislaufwirtschaft, Beseitigung der Umweltverschmutzung in Luft, Wasser und Boden (ebd.).
- **Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (2002, letzte Fortschreibung 2021):** Im Jahr 2002 legte die Bundesregierung ihre erste Nationale Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ vor, die seitdem regelmäßig aktualisiert wird (jüngst: Bundesregierung 2021a). Seit dem Jahr 2016 verpflichtet sich die Bundesregierung mit ihrer Nachhaltigkeitsstrategie zur Umsetzung der Ziele der UN-Agenda 2030 auf nationaler Ebene beizutragen (destatis, o.J.a). In einem Indikatorenbericht des Statistischen Bundesamts wird die Zielerreichung anhand der 72 Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie alle zwei Jahre erfasst (ebd.).
- **NRW Nachhaltigkeitsstrategie:** Die meisten Bundesländer verfügen über eigene Nachhaltigkeitsstrategien (destatis o.J.b). Aufgrund der Lage des Ruhrgebiets im Bundesland Nordrhein-Westfalen (NRW) wird zur Entwicklung einer allgemeingültigen Definition für eine „Grüne Industrieregion“ die Nachhaltigkeitsstrategie NRW berücksichtigt, die im Jahr 2016 erstmalig verabschiedet (Landesregierung NRW 2016 a&b) und zuletzt im Jahr 2020 mit 67 Indikatoren/Zielen fortgeschrieben und aktualisiert wurde (MULNV NRW 2020a).
- **Weltgesundheitsorganisation (WHO)/ Umweltverbände:** Öffentlich publizierte Zielwerte und Ziel-Vorschläge nicht-staatlicher Organisationen, wie z.B. von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) oder von Umweltverbänden.
- **Vom Wuppertal Institut für die Metropole Ruhr entwickelte Ziel-Vorschläge:** In drei Publikationen hat das Wuppertal Institut zusammen mit Ruhrgebiets-Akteuren Vorschläge für Umweltqualitätsziele für die Metropole Ruhr entwickelt: Anlässlich des Vorhabens einer Ruhrgebiets-Bewerbung um den Titel als „Grüne Hauptstadt Europas“ bei der Europäischen Kommission in zwölf Handlungsfeldern (Wuppertal Institut 2013a), im ersten indikatorengestützten Umweltbericht der Metropole Ruhr 2017 mit 15 Umweltindikatoren (RVR 2017a) und der für das Jahr 2021 geplanten Veröffentlichung des zweiten Umweltberichts als überarbeitete, aktualisierte und ergänzte Neuauflage mit 20 Umweltindikatoren (RVR, geplante Veröffentlichung 2021).

Die Ziele und Indikatoren zur Definition einer grünen Industrieregion werden anhand der folgenden vier Kriterien ausgewählt:

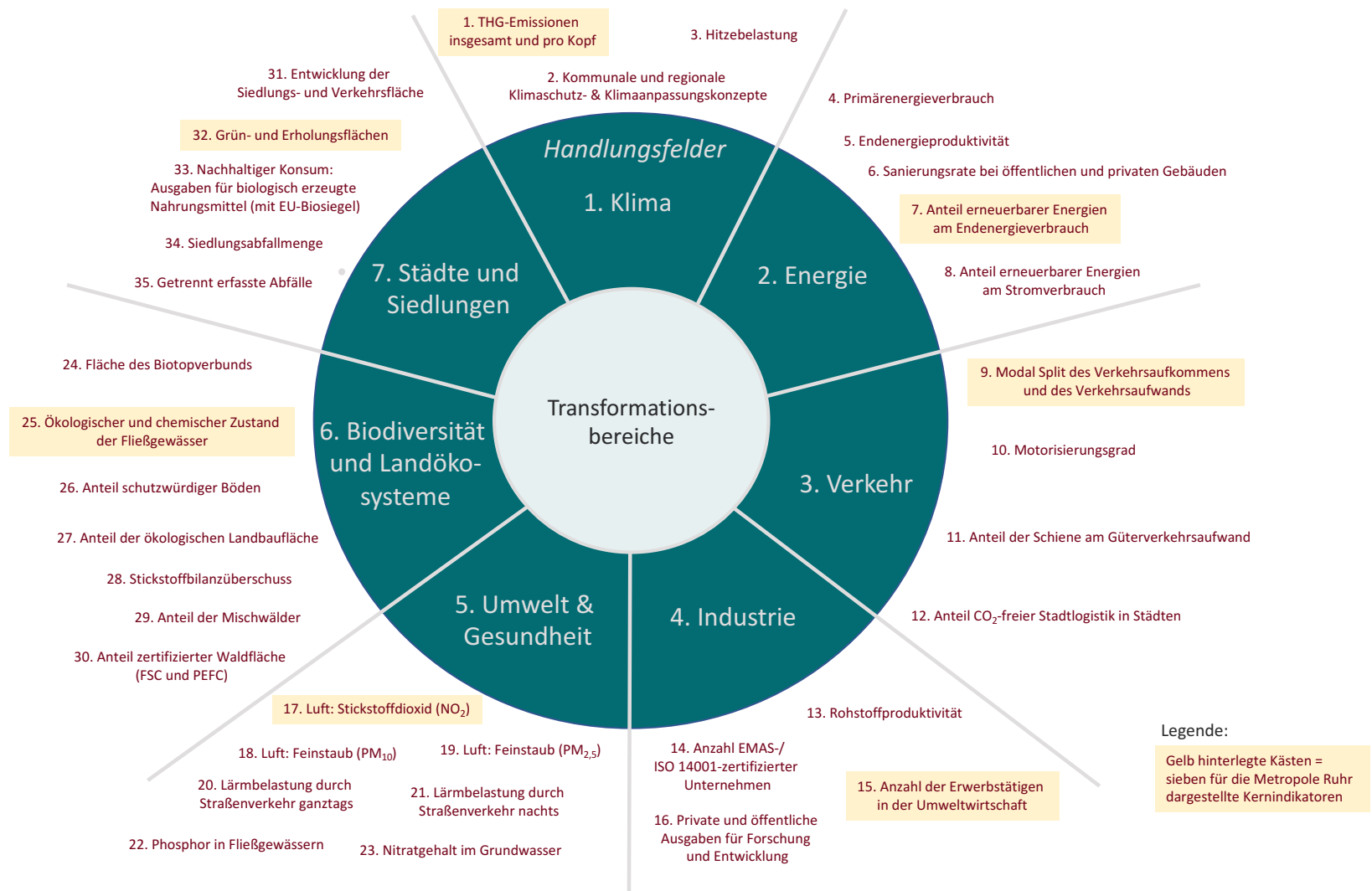
1. Relevanz für eine „grüne Industrieregion“,
2. Fokussierung auf zentrale Indikatoren, die ein Thema treffend und robust widerspiegeln (Kernindikatoren, keine Listung sämtlicher möglicher Indikatoren),
3. vermutete bestehende Datenverfügbarkeit auf kommunaler/regionaler Ebene im Ruhrgebiet, sowie
4. vermutete Datenverfügbarkeit auch in anderen (internationalen) Industrieregionen, z.B. aufgrund internationaler Grenzwerte oder politischer Zielsetzungen.

Die Ziele sollen dabei möglichst gut die sogenannten „SMART“-Kriterien für gute Ziele erfüllen (Maxwell et al. 2015) und

- „S“pezifisch sein, d.h. einen präzise definierten Sachverhalt abbilden,
- „M“essbar sein, d.h. beobachtbar, überprüfbar und vergleichbar sein,
- „A“kzeptiert sein, d.h. von den gesellschaftlich-politischen Beteiligten akzeptiert werden,
- „R“ealisierbar sein, d.h. mit den vorhandenen Ressourcen und Kompetenzen erreichbar sein und
- „T“erminiert sein, d.h. auf klare Zeitpunkte bezogen werden.

Die für die Definition einer „grünen Industrieregion“ ausgewählten Handlungsfelder, Ziele und Indikatoren adressieren im Schwerpunkt die ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeitsdimension. Dies wird sowohl im Leitbildtext als auch bei den sieben für die Metropole Ruhr aufbereiteten Indikatoren dargestellt.

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht über die sieben Handlungsfelder, die dazu ausgewählten 35 Indikatoren sowie (durch gelb-Markierung) die sieben für die Metropole Ruhr aufbereiteten Kernindikatoren (ein Indikator je Handlungsfeld).



Eigene Abbildung

Abbildung 2-1: Sieben Handlungsfelder für eine „grüne Industrieregion“ und 35 dazu ausgewählte operationalisierte Indikatoren

2.2 Auswahl der sieben Kernindikatoren

In dieser Studie werden die folgenden sieben ausgewählte Kernindikatoren ausgewertet und dargestellt:

1. Klima: Treibhausgasemissionen insgesamt und pro Kopf
2. Energie: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch
3. Verkehr: Modal Split des Verkehrsaufkommens und des Verkehrsaufwands im Personenverkehr
4. Industrie: Anzahl der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft
5. Umwelt & Gesundheit: Stickstoffdioxidemissionen (NO₂)
6. Biodiversität & Landökosysteme: Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer
7. Städte & Siedlungen: Grün- und Erholungsflächen

Die Auswahl der sieben dargestellten Kernindikatoren erfolgte in gemeinsamer Absprache mit dem Regionalverband Ruhr auf der Grundlage eines Vorschlags des Wuppertal Instituts. Die Anzahl der darstellbaren Kernindikatoren resultiert aus dem für die Bearbeitung zur Verfügung stehenden Projektbudget. Die Kriterien für den Indikatoren-Vorschlag des Wuppertal Instituts waren:

- Eignung des Indikators als hochverdichteter Kernindikator für eine „grüne Industrieregion“, d.h. mit den ausgewählten Kernindikatoren sollen wesentliche grundlegende Entwicklungslinien im Ruhrgebiet dargestellt werden, die zentral für eine nachhaltige Entwicklung sind, und keine spezifischen (Teil-)Entwicklungen,
- je Handlungsfeld soll ein Kernindikator formuliert werden entsprechend der in Kapitel 3 entwickelten „Definition“ einer grünen Industrieregion entlang sieben zentraler Handlungsfelder für eine grüne Industrieregion,
- bestehende Datenverfügbarkeit auf kommunaler/regionaler Ebene des Ruhrgebiets und Nutzungsmöglichkeit aufbereiteter Datengrundlagen aus dem ersten indikatorengestützten Umweltbericht der Metropole Ruhr von 2017 (RVR 2017a) sowie dem in der Endbearbeitung befindlichen zweiten Umweltbericht der Metropole Ruhr (RVR, geplante Veröffentlichung 2021).

2.3 Darstellung der Kernindikatoren

Jeder Indikator ist in einem Dreischritt aufgebaut und enthält Informationen

1. zur Bewertung der bisherigen Entwicklung und der bestehenden Ist-Situation im jeweiligen Indikator anhand vorliegender Datengrundlagen (Kapitel 4),
2. zur qualitativen/argumentativen Einschätzung der ruhrgebietspezifischen Transformationspotenziale einschließlich einer Einschätzung des Potenzials, inwiefern sich die Metropole Ruhr im jeweiligen Indikator zu einer Vorreiterregion entwickeln kann (Kapitel 4) und
3. zu ausgewählten Schlüsselmaßnahmen, die wesentliche Transformationspotenziale erschließen können („think big“) (Kapitel 5).

Die im **ersten Schritt** durchgeführte Datenauswertung nutzt bestehende Vorarbeiten des Wuppertal Instituts zur Darstellung der Umweltsituation in der Metropole Ruhr im 2017 vom Regionalverband Ruhr veröffentlichten ersten Umweltindikatorenbericht der Metropole Ruhr (RVR 2017a) sowie den in der Endfertigung befindlichen zweiten Umweltindikatorenbericht (RVR, geplante Veröffentlichung 2021). Je Indikator werden bestehende Zielsetzungen dargestellt (z.B. Sustainable Development Goals, Bundesziele, Ziele des Landes NRW, Zielvorschläge weiterer Akteure) und Zielvorschläge für die Metropole Ruhr formuliert (in Anlehnung an zum Teil bestehende Zielvorschläge des Wuppertal Instituts in den RVR Umweltindikatorenberichten). Je Indikator wird ein bereits bestehendes gutes Beispiel aus der Metropole Ruhr dargestellt.

Bei der qualitativen und argumentativen Einschätzung der Transformationspotenziale der Metropole Ruhr im **zweiten Schritt** geht es darum einzuschätzen, welche Transformationspotenziale in der Metropole Ruhr bestehen hinsichtlich Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit der notwendigen Veränderungen für eine nachhaltige Entwicklung unter Berücksichtigung der entwickelten Ziel-Vorschläge für die Metropole Ruhr. Es wird dargestellt, in welchen Bereichen ruhrgebietspezifische Transformationspotenziale bestehen und welche relevanten Strategien und Maßnahmen es in den jeweiligen Bereichen möglicherweise schon gibt (siehe den folgenden Abschnitt zu weiterführenden Informationen zur Potenzialeinschätzung).

Im **dritten Schritt** werden ausgewählte Schlüsselmaßnahmen bzw. Schlüsselprojekte dargestellt, wie das Ruhrgebiet relevante und angemessene Transformationspotenziale auf dem Weg zu einer grünen Industrieregion erschließen kann („Think big“), nach Möglichkeit unter Nennung konkreter Zieljahre. Je Indikator wird ein gutes Beispiel aus einer anderen deutschen oder europäischen Industrie-/Metropolregion dargestellt.

2.4 Potenzialeinschätzung als Vorreiterregion

Je Indikator wird im zweiten Schritt eine Einschätzung darüber gegeben, welches Potenzial besteht, dass sich die Metropole Ruhr im jeweiligen Indikator zu einem Vorreiter als „grüne Industrieregion“ entwickelt. Das Vorreiter-Potenzial je Indikator wird vereinfachend und zusammenfassend anhand einer anschaulichen Pflanzen-Symbolik¹ qualitativ dargestellt, zusammen mit einem kurzen Erläuterungstext zur Einschätzung. Bei der Einschätzung des Potenzials werden die folgenden Bezüge berücksichtigt:

- **1. Bisherige Entwicklung:** Wie hat sich die Metropole Ruhr bisher im jeweiligen Indikator entwickelt – hinsichtlich Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit? Hat bereits eine sichtbare Trendumkehr „von grau nach grün“ stattgefunden? Wie lange werden schon ambitionierte und wirksame Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung umgesetzt?

¹ Vergleiche hierzu z.B. auch die Wetter-Symbolik des Statistischen Bundesamts, das für das Monitoring der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie entwickelt wurde, zur anschaulichen Darstellung des Entwicklungstrends je Umweltindikator verwendet wird (Destatis 2014, S. 66) und auch vom Wuppertal Institut in den RVR Umweltindikatorenberichten angewendet wird; beim zweiten Umweltindikatorenbericht ergänzt um eine Ampel-Symbolik zur Einschätzung, ob die Ziel-Vorschläge beim gegenwärtigen Entwicklungstrend erreicht werden (RVR 2017a & geplante Veröffentlichung 2021).

- **2. Ist-Situation:** Wo steht die Metropole Ruhr heute in Relation zu den formulierten Ziel-Vorschlägen?
- **3. Strukturelle Voraussetzungen:** Gibt es in der Metropole Ruhr die geeigneten strukturellen Voraussetzungen, um sich im jeweiligen Indikator zu einer Vorreiterregion entwickeln zu können?
- **4. Geschätzte weitere Entwicklung auf der Basis bestehender/geplanter Maßnahmen:** Deuten die bisherigen Entwicklungen, die derzeitige Ist-Situation und die bestehenden bzw. geplanten Maßnahmen darauf hin, dass die Ziel-Vorschläge in einer angemessenen Größenordnung und in der richtigen Geschwindigkeit erreicht werden und sich die Metropole Ruhr auf einen nachhaltigkeitsorientierten Entwicklungspfad hin zu einer möglichen „grünen“ Vorreiterregion befindet?
- **5. Einschätzung des Potenzials als Vorreiter für eine grüne Industrieregion (Zeithorizont 2035):** Bei der Potenzialeinschätzung wird berücksichtigt, dass es nicht darum geht einzuschätzen, ob die Metropole Ruhr prinzipiell die Möglichkeit hat, sich nachhaltig zu entwickeln und Ziel-Vorschläge zu erreichen. Davon wird ausgegangen. Stattdessen geht es explizit darum einzuschätzen, ob die Metropole Ruhr das Potenzial hat, sich zu einer Vorreiterregion zu entwickeln, sich also schneller und ambitionierter als andere Regionen zu entwickeln. Die spezifischen Ausgangsbedingungen und Herausforderungen einer Industrieregion werden dabei explizit berücksichtigt. Eine systematische Vergleichsstudie („Benchmarking“) wird nicht durchgeführt und bleibt wünschenswerten Folgeuntersuchungen vorbehalten.

Zur vereinfachenden und zusammenfassenden Darstellung des geschätzten Potenzials, inwiefern sich die Metropole Ruhr in den sieben aufbereiteten Umweltindikatoren jeweils zu einer internationalen Vorreiterregion entwickeln kann, wird als Ordinalskala eine Pflanzensymbolik wie folgt verwendet:



Abbildung 2-2: Ordinalskala mit Pflanzensymbolik zur Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im jeweiligen Indikator zu einer internationalen Vorreiterregion zu entwickeln

Im resümierenden Ausblickskapitel (Kapitel 6) werden die Ergebnisse der Potenzialeinschätzung zusammenfassend dargestellt. Dabei wird einerseits das Potenzial in den sieben Umweltindikatoren insgesamt dargestellt sowie beispielhafte Teilbereiche je Indikator aufgezeigt, in denen die Metropole Ruhr besondere Potenziale aufweist, sich zu einer Vorreiterregion als „grüne Industrieregion“ zu entwickeln.

3 Definition: Grüne Industrieregion im Jahr 2035

3.1 Leitbild des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr

Die im Text **grün hinterlegten Zahlen** verweisen auf die dazu gehörenden, in den Tabellen von Kapitel 3.2 dargestellten Ziele und Indikatoren.

Leitprinzipien

Die Metropole Ruhr ist auf dem Weg, sich zu einer nachhaltigen, „grünen“ Industrieregion zu entwickeln. Als ein wesentlicher Zwischenschritt auf diesem Weg betrachtet dieses Leitbild das Jahr 2035. Die Metropole Ruhr demonstriert als drittgrößter Ballungsraum Europas hinter Paris und London², wie der Wandlungsprozess für eine nachhaltige Entwicklung unter Erhalt, Stärkung und nachhaltigkeitsorientierter Modernisierung der industriellen Strukturen erfolgreich gestaltet werden kann. In vielen Bereichen entwickelt sich die Metropole Ruhr zu einer weltweit vielbeachteten Modellregion für die zukunftsfähige Transformation altindustrieller Metropolregionen und Städte (vgl. WBGU 2016, S. 297). Die Metropole Ruhr folgt dabei den Leitprinzipien der sozialen Gerechtigkeit, der ökonomischen Vernunft und der ökologischen Verantwortung und schafft für die nachfolgenden Generationen ein funktionierendes soziales, ökonomisches und ökologisches Gefüge (vgl. Reutter et al. 2015). Als Standort energie- und ressourcenintensiver Industrien und Lebensraum von 5,1 Millionen Menschen wird die Metropole Ruhr ihrer besonderen Verantwortung für den Klima- und Umweltschutz gerecht und gestaltet eine zukunftsfähige, lebenswerte Metropolregion.

Handlungsfeld 1: Klima

Ambitionierte Klimaschutzziele werden eingehalten. Die Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente insgesamt) wurden bis zum Jahr 2035 um 85% gegenüber 1990 reduziert und die Metropole Ruhr ist auf einem guten Weg, Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 oder deutlich früher zu erreichen; pro Kopf emittiert das Ruhrgebiet weniger als 2,5 Tonnen CO_{2eq}-Emissionen im Jahr 2035 (1). Damit leistet die Metropole Ruhr einen wichtigen Beitrag zum Erreichen der europäischen und deutschen Klimaschutzziele mit Anstrengungen, die globale Erderwärmung auf 1,5 Grad zu begrenzen. Strategien zum Klimaschutz bzw. zur nachhaltigen Entwicklung und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (2), wie z.B. Starkregen und Hochwasser, Hitzesommer und Stürme, werden auf kommunaler und regionaler Ebene parallel verfolgt und umgesetzt. Hierzu werden die in der Metropole Ruhr vorhandenen Kompetenzen und Expertisen genutzt, um die besonderen Herausforderungen der Metropole Ruhr als Industrieregion und Ballungsraums aufzugreifen und zu adressieren, z.B. hinsichtlich der hohen THG-Emissionen der (Stahl-)Industrie und zum Schutz der Gesundheit der Menschen vor den Folgen der Klimaerwärmung, die bei Hitzephasen gerade in städtischen Räumen verstärkt zu spüren sind. Hierfür wird die Resilienz städtischer Räume gegen steigende Tages- und Nachttemperaturen erhöht (3), z.B. durch den Erhalt, die Neuanlage und die Wiederherstellung von Frisch- bzw. Kaltluftschneisen und die Integration von Grün- und Wasserflächen in den Stadtraum.

² <https://regionen.nrw/regionen-nrw/metropole-ruhr/>

Handlungsfeld 2: Energie

Als traditionelle Energieregion trägt die Metropole Ruhr wesentlich zum Gelingen der Energiewende in Deutschland bei. So konnte der Primärenergiebedarf der Metropole Ruhr im Jahr 2035 durch eine Steigerung der Energieeffizienz um bis zu 35% reduziert werden (4). Ebenso konnte die Endenergieproduktivität, also das Verhältnis des Bruttoinlandsprodukts zum Endenergieverbrauch deutlich gesteigert werden (5). Um den Gebäudebestand klimaneutral umzustellen, hat die Metropole Ruhr die jährlichen Sanierungsraten bei öffentlichen und privaten Gebäuden mit regionalen Förderprogrammen deutlich erhöhen können (6). Rund 30% des Endenergieverbrauchs werden im Jahr 2035 aus erneuerbaren Energien produziert (7) und mehr als 50% des Stroms (8). Erneuerbare Energien sind in der Metropole Ruhr zu einem wichtigen Wirtschafts- und Beschäftigungsfaktor geworden und erhalten dem Ruhrgebiet den Status als Energieregion. Insbesondere im Bereich der „grünen Wasserstoffproduktion“ hat sich die Metropole Ruhr zu einer international bekannten Vorreiterregion entwickelt – wodurch energieintensive Industrien erfolgreich vor Ort, in der Region, gehalten werden und hier ihren Beitrag zum globalen Klimaschutz leisten.

Handlungsfeld 3: Verkehr

Der Verkehr in der Metropole Ruhr ist im Jahr 2035 deutlich nachhaltiger – durch einen umweltschonenden Transport von Personen und Gütern. Um nicht notwendigen Verkehr zu vermeiden, nutzt die Metropole Ruhr ihre günstigen raumstrukturellen Ausgangsbedingungen für kurze Wege und fördert in Konzepten gezielt verkehrersparsame Siedlungsstrukturen, eine hohe Nutzungsmischung in Städten, Gemeinden und Quartieren und regionale Versorgungsketten. Die Menschen sind dann viel seltener mit dem Auto unterwegs, weil sie zu Fuß, mit dem Fahrrad und mit Bus und Bahn – also den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds – viel einfacher, schneller und besser mobil sein können. So werden im Jahr 2035 75% der Wege (Verkehrsaufkommen) und 50% der Personenkilometer (Verkehrsaufwand) mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds zurückgelegt (9). Gelungen ist dies durch eine konsequente Kombination aus Push- und Pull-Maßnahmen, also die Kombination von Maßnahmen zur Attraktivierung der Verkehrsmittel des Umweltverbunds (Fuß- und Radverkehr; ÖPNV inkl. Carsharing und Taxi) und restriktiven Maßnahmen gegen den Autoverkehr. Neue Mobilitätskonzepte tragen dazu bei, dass der Besitz eines Autos oft nicht mehr notwendig ist, gerade in städtischen Gebieten. Im Jahr 2035 gibt es deshalb gegenüber dem Jahr 2021 nur noch halb so viele Pkw in der Metropoleregion (10), wodurch wertvolle Flächen im Stadtraum für andere Zwecke umgenutzt werden können (z.B. Fuß- und Radwege, Stadtgrün, Aufenthaltsmöglichkeiten). Der noch verbleibende motorisierte Verkehr wird auf städtischen Gebieten fast ausschließlich mit klimafreundlichen Antrieben betrieben – und zwar überwiegend im Rahmen cleverer Mobilitätskonzepte durch die Integration von Sharing-Angeboten. Für (schwere) Nutzfahrzeuge und den ÖPNV nutzt die Metropole Ruhr ihre regionalen Wasserstoffpotenziale und -kompetenzen. Auch der Güterverkehr und die Stadtlogistik sind klimafreundlicher geworden, indem große Mengen an Güterverkehr von der Straße auf die Schiene verlagert wurden (11). Die Citylogistik ist durch ausgeklügelte Last-Mile-Konzepte schon im Jahr 2030 zu wesentlichen Anteilen CO₂-frei (12).

Handlungsfeld 4: Industrie

Im Jahr 2035 ist die Metropole Ruhr ein moderner, dynamischer und innovativer Industriestandort und eine international bedeutsame Wirtschaftsregion. Industrie und Wirtschaft sind international wettbewerbsfähig, orientieren sich an sozialen und ökologischen Grundsätzen und bieten einen vielfältigen Arbeitsmarkt mit ausreichend Arbeitsplätzen, guten Arbeitsbedingungen und fairen Löhnen.

Der Industriesektor mit seinen ressourcenintensiven Unternehmen trägt erheblich dazu bei, dass Ressourcen sparsam und effizient genutzt werden und die Rohstoffproduktivität³ deutlich erhöht werden konnte (13). Eine deutlich gesteigerte Anzahl an Unternehmen und Organisationen jeder Größe und Branche nutzt Umweltmanagementsysteme wie EMAS, um ihre Umweltleistungen zu verbessern und Umweltziele zu erreichen (14). Die Metropole Ruhr zeichnet sich durch eine starke Umweltwirtschaft bzw. Umweltschutzindustrie aus, weil viele Unternehmen der Montanindustrie es geschafft haben, Geschäftsmodelle mit neuen, nachhaltigen Technologien und Dienstleistungen zu entwickeln. Gleichzeitig trägt die wachsende Umweltwirtschaftsbranche dazu bei, wegfallende Arbeitsplätze in nicht-zukunftsfähigen (Industrie-) Branchen zu ersetzen. Die Anzahl der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft konnte von rund 114.000 Erwerbstätigen im Jahr 2019 auf über 155.000 im Jahr 2035 gesteigert werden (15). Durch umfangreiche private und öffentliche Investitionen in Forschung und Entwicklung (16) werden Wissen für nachhaltige Entwicklung geschaffen, innovative Technologien und Verhaltensweisen entwickelt, ein intensiver Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis gefördert und zukunftsfähige Wirtschafts- und Industriestrukturen in der Metropole Ruhr gefestigt. Die Metropole Ruhr entwickelt sich dadurch zu einer attraktiven Region für Unternehmensgründer*innen und Arbeitssuchende.

Handlungsfeld 5: Umwelt und Gesundheit

Die Metropole Ruhr hält im Jahr 2035 ambitionierte Umweltstandards für die Gesundheit der Menschen ein. Die EU-Grenzwerte für Stickstoffdioxid- und Feinstaubbelastungen werden sicher und dauerhaft eingehalten und die Metropole Ruhr ist auf einem guten Weg, auch die weitergehenden Zielwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zu realisieren (17), (18), (19). Durch eine ambitionierte Lärmaktionsplanung in den Kommunen des Ruhrgebiets ist es gelungen, gesundheitsschädliche und schlafstörende Lärmbelastungen ganztags und in der Nacht weitestgehend zu vermeiden (20), (21). Die Wasserqualität konnte deutlich verbessert werden, etwa beim Phosphor-Gehalt in Fließgewässern (22) und beim Nitratgehalt im Grundwasser (23). Der verbesserte Umwelt- und Gesundheitsschutz trägt wesentlich zum Wohlergehen und Wohlbefinden der Menschen in der Metropole Ruhr bei und zum Image der Metropole Ruhr als moderne, grüne Industrieregion mit hoher ökologischer Qualität und gesunden Lebensbedingungen für die dort lebenden und arbeitenden Menschen.

³ Das Verhältnis des Bruttoinlandprodukts zum Rohstoffverbrauch

Handlungsfeld 6: Biodiversität und Landökosysteme

Im Jahr 2035 hat die Metropole Ruhr wichtige Verbesserungen zum Schutz und zur Entwicklung der biologischen Artenvielfalt und der Landökosysteme erreicht. Dazu adressiert sie die besonderen Herausforderungen und nutzt die spezifischen Chancen eines von der Industrie geprägten Ballungsraums. Die Metropole Ruhr hat den Anteil des Biotopverbunds an der Gesamtfläche auf über 15% deutlich gesteigert (24) und schafft vielfältige Lebensräume für Pflanzen und Tiere: Sowohl in ländlichen als auch in städtischen Räumen, in den Gewässern, in den Böden, auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen, in den Wäldern, den Revierparks und auf den ruhrgebietstypischen Halde- und Industriebrachflächen (Industrienatur/Sekundärbiotope). Viele Fließgewässer, die in der Vergangenheit durch die Industrie und den Bergbau massiv beansprucht wurden, weisen im Jahr 2035 durch intensive und umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen (vgl. Emscher-Umbau) einen guten ökologischen Zustand sowie einen guten chemischen Zustand auf (25). Wertvolle schutzwürdige Böden konnten in den letzten Jahrzehnten vollständig erhalten werden (26). Der Anteil der ökologischen Landbaufläche an der gesamten Agrarfläche konnte im Jahr 2035 auf dann immerhin 10% gesteigert werden (27), wodurch regionale Wertschöpfungsketten mit hochwertigen Lebensmitteln neu geschaffen bzw. weiter gestärkt wurden. Stickstoffeinträge in den Boden konnten deutlich verringert werden (28). Die Waldflächen der Metropole Ruhr haben sich gesund und widerstandsfähig entwickelt (29), (30) und sind wertvolle Orte der Naherholung und Umweltbildung.

Handlungsfeld 7: Städte und Siedlungen

Für einen polyzentrischen Ballungsraum wie der Metropole Ruhr kommt einer nachhaltigkeitsorientierten Entwicklung der Städte und Siedlungsräume eine besondere Relevanz zu. Bis zum Jahr 2035 konnte der tägliche Flächenverbrauch durchgängig auf einem sehr niedrigen Niveau gehalten werden und ist bereits nahe dem langfristigen Ziel des Nettonullverbrauchs (31). Hierzu haben das Recycling von Brachflächen sowie der Rückbau von überdimensionierten Siedlungs- und Verkehrsflächen beigetragen. Im Sinne einer „doppelten Innenentwicklung“ konnten dabei zusätzlich benötigte Bebauungen mit Gebäuden im Inneren bestehender Siedlungen auf bereits versiegelten Flächen erfolgen, während Grün- und Freiflächen erweitert, qualitativ weiterentwickelt und vernetzt werden konnten. Bereits seit einigen Jahren hat durch diese Strategie der überwiegende Teil der Stadtbevölkerung in nicht mehr als 300 Metern Luftlinie (dies entspricht 5 Gehminuten) Zugang zu qualitativ hochwertigen öffentlichen Grünflächen von mindestens 2 Hektar Größe („Region der grünen 5-Minuten-Städte“) (32). Darüber hinaus tragen innovative Ansätze wie Pocket-Parks, in Grünflächen umgewandelte Parkplätze, Urban-Gardening-Projekte, mehr Straßengrün sowie Dach- und Fassadenbegrünungen zu einem spürbaren „Mehr“ an Stadtgrün bei – und haben positive Wirkungen auf das Stadtklima und die Wahrnehmung des öffentlichen Raums durch die Menschen. Der nachhaltige Konsum biologisch erzeugter Nahrungsmittel hat deutlich zugenommen (33), während die Abfallmengen deutlich reduziert und die Recyclingquoten wesentlich erhöht werden konnten (34), (35).

Der Wandel

Im Jahr 2035 ist die Metropole Ruhr auf ihrem Weg zur Gestaltung einer zukunftsfähigen Metropolregion und Gesellschaft deutlich vorangekommen und positioniert sich damit in einigen Bereichen als internationale Vorreiterregion.

Die Metropole Ruhr gestaltet ihren Wandel durch das gemeinsame Engagement von Bürgerinnen und Bürgern, Zivilgesellschaft, Kommunen, Wissenschaft, Bildung, Wirtschaft und Politik – als Gemeinschaftswerk aller zur regionalen Modernisierung. In vielfältigen politischen Formaten gestalten die Menschen den Wandel zu mehr Nachhaltigkeit aktiv und gemeinsam. Mit einer klugen Governancestrategie ist es der Metropole Ruhr gelungen, alle relevanten Akteure erfolgreich in die gemeinsame Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung der Metropole Ruhr einzubeziehen. Widersprüche und Konflikte bei der Gestaltung des Wandels werden diskutiert und demokratisch bewältigt. Im politischen Geschehen ist die Strategie der nachhaltigen Entwicklung fester und operational überprüfbarer Bestandteil aller Maßnahmen.

Die Metropole Ruhr verfolgt ihr Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung als kontinuierliche Modernisierungsstrategie auch über das Jahr 2035 hinaus und geht weitere Schritte auf diesem Weg – als Gemeinschaftswerk aller.

3.2 Operationalisierte Ziele

3.2.1 Handlungsfeld 1: Klima – Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Thema: Klimaschutz & Klimaanpassung	
<p>Übergeordnetes Ziel: Verhinderung einer gefährlichen menschengemachten Störung des Klimasystems und frühzeitige Anpassung an die nicht vermeidbaren Folgen der globalen Klimaänderung, um die Schäden für Mensch und Natur so gering wie möglich zu halten</p> <p>Globale Nachhaltigkeitszeile/Sustainable Development Goals (SDGs): SDG 3: Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern SDG 11: Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten SDG 13: Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen (UN o.J.; Bundesregierung 2021b)</p> <p>Indikatoren und operationalisierte Zielsetzungen:</p>	
1. Höhe der Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalente) insgesamt und pro Kopf	<p>THG-Emissionen insgesamt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ UN-Ebene: Pariser Klimaschutzabkommen (2015): Begrenzung der Erderwärmung auf weit unter 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau und weitere Anstrengungen, um den Temperaturanstieg auf 1,5°C zu begrenzen (UN 2015b) ■ SDG 13: Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen (UN o.J.; Bundesregierung 2021b) ■ EU-Ebene: -55% CO_{2eq} bis 2030; netto-null bis 2050 (Europäische Kommission 2020a, b) ■ Bundesebene: -65% CO_{2eq} bis 2030, -88% bis 2040, netto-null bis 2045 (BMU 2021b) ■ Land NRW: -65% CO_{2eq} bis 2030, -88% bis 2040, netto-null bis 2045 (BMU 2021b) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: -60% CO_{2eq} bis 2025, -85% CO_{2eq} bis 2035, netto-null bis 2045 (vgl. Indikator „Treibhausgasemissionen“) <p>THG-Emissionen pro Kopf:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Stadtebene Klima-Bündnis: Langfristig 2,5 Tonnen CO_{2eq} pro EinwohnerIn/Jahr (Klima-Bündnis o.J.a) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: 5t bis 2030, 2,5 t bis 2035, <1,0 t bis 2045
2. Kommunale und regionale Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Land NRW: <ul style="list-style-type: none"> ○ Flächendeckend Klimaschutz- und -anpassungskonzepte auf kommunaler Ebene (MULNV NRW 2020a, S. 82) ○ Stärkung des Klimaschutzes auf kommunaler Ebene durch die Entwicklung und Umsetzung flächendeckender integrierter Klimaschutz- und Anpassungskonzepte (MKULNV NRW 2015a)
3. Hitzebelastung: Anzahl der heißen Tage (maximale Lufttemperatur von über 30° C) und Anzahl der Tropennächte (minimale Lufttemperatur von 20° C und mehr)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Satzung der Weltgesundheitsorganisation (WHO): Eine möglichst gute Gesundheit ist eines der Grundrechte jedes Menschen (WHO 2018a) ■ WHO Regionalbüro für Europa (2013): Den europäischen Ländern und Regionen wird die Ausarbeitung und Umsetzung von Gesundheitsaktionsplänen für Hitzeperioden empfohlen. Diese Pläne sollen dazu beitragen, hitzebedingte Gesundheitsrisiken zu verhindern, zu minimieren oder darauf reagieren zu können ■ Grundgesetz (Artikel 2) der Bundesrepublik Deutschland: Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr (RVR, geplante Veröffentlichung 2021): <ul style="list-style-type: none"> ○ Die derzeitige Zahl von heißen Tagen und Tropennächten im Ruhrgebiet sollte unbedingt weitmöglichst begrenzt werden (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)

3.2.2 Handlungsfeld 2: Energie

Thema: Energie	
Übergeordnetes Ziel: Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen im Energiesektor	
Globale Nachhaltigkeitszeile/Sustainable Development Goals (SDGs): SDG 7: Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern SDG 13: Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen (UN o.J.; Bundesregierung 2021b)	
Indikatoren und operationalisierte Zielsetzungen:	
4. Höhe des Primärenergieverbrauchs	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: Mindestens -32,5% Primär- und/oder Endenergieverbrauch bis 2030 (gegenüber einem für 2030 modellierten Energieverbrauch) (EU Energy Efficiency Directive (2018/2002/EU⁴). Vorgesehene Erhöhung des Ziels auf -39% (Primärenergieverbrauch) und -36% (Endenergieverbrauch) bis 2030 nach dem vorgeschlagenen Gesetzespaket „Fit for 55“ der Europäischen Kommission vom 14.7.21 (Europäische Kommission 2021d). ■ Bundesebene: -30% bis 2030 und -50% bis 2050 jeweils gegenüber 2008 (Bundesregierung 2021a, S. 370)⁵ ■ Land NRW: Klimaschutzplan NRW: -45% bis -59% bis 2050 (gegenüber 2010) (MKULNV NRW 2015a); NRW Nachhaltigkeitsstrategie 2020: „Ein konkretes, quantifiziertes und (möglichst auf 2030) terminiertes Ziel wird im Jahr 2020 aus den Szenarioberechnungen des Klimaaudits abgeleitet und in die Nachhaltigkeitsstrategie aufgenommen“ (MLUNV NRW 2020, S. 80) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: -25% bis 2030; -45% bis -59% bis 2050 (gegenüber 2012) (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)⁶ → daraus abgeleiteter Ziel-Vorschlag für 2035: -30 bis -35%
5. Endenergieproduktivität: Verhältnis BIP zu Endenergieverbrauch	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bundesebene: Steigerung um 2,1% pro Jahr (2008-2050) (Bundesregierung 2021a, S. 370) ■ Land NRW: Langfristige Steigerung der Endenergieproduktivität um 1,5% bis 1,8% pro Jahr (MLUNV NRW 2020, S. 80)
6. Sanierungsraten bei öffentlichen und privaten Gebäuden	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: Vorschlag des Gesetzespakets „Fit for 55“ der Europäischen Kommission: 3% Sanierungsquote des Gebäudebestands im öffentlichen Sektors pro Jahr (Europäische Kommission 2021b) ■ Land NRW: Bis 2030 Reduktion der THG-Emissionen der Gebäude in NRW um 66-67% gegenüber 1990 (MULNV NRW 2020a, S. 67) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für das Land NRW: 2% Sanierungsrate im Jahr 2030 (Reutter et al. 2015)⁶
7. Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: mindestens 32% erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis 2030 (Renewable Energy Directive 2018/2001/EU⁷, Europäische Kommission 2019a). Vorgesehene Erhöhung des Ziels auf 38 bis 40% bis 2030 entsprechend dem vorgeschlagenen Gesetzespaket „Fit for 55“ der Europäischen Kommission (Europäische Kommission 2021b & c). ■ Bundesebene: Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Brutto-Endenergieverbrauch auf 30% bis 2030, 45% bis 2040 und 60% bis 2050 (Bundesregierung 2021a, S. 370)⁵ ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: 21% in 2030, 40% in 2040, 60% in 2050 (RVR, geplante Veröffentlichung 2021; Indikator „Erneuerbare Energien“)⁶ → daraus abgeleiteter Ziel-Vorschlag für 2035: 30%
8. Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen am Stromverbrauch	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bundesebene: Anstieg auf mind. 65% bis 2030 und Treibhausgasneutralität des in Deutschland erzeugten und verbrauchten Stroms bis 2050 (Bundesregierung 2021a, S. 370)⁵ ■ Land NRW: „Deutliche Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch“ als „substanzieller NRW-Beitrag zum Bundesziel von 65% in 2030“. „Bis 2050 wird im Rahmen bundesweiter Ausbauziele von mehr als 80% ein entsprechend ambitionierter Ausbaupfad verfolgt“ (MULNV NRW 2020a, S. 80) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Mehr als 30% bis 2025, mehr als 80% bis 2050 (RVR 2017a)⁶ → daraus abgeleitetes Ziel für 2035: Mehr als 50%

⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2002&from=EN>

⁵ Aufgrund der erhöhten Ziele der Europäischen Kommission und der erhöhten Ziele der Bundesregierung zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen von Mai 2021 ist damit zu rechnen, dass die Ziele noch erhöht/vorgezogen werden.

⁶ Erneute Prüfung notwendig, wenn die Ziele auf EU-/Bundes-/Landesebene erhöht/vorgezogen werden.

⁷ Beinhaltet die Klausel, dass das Ziel von 32% erneuerbarer Energien bis 2030 bis zum Jahr 2023 weiter erhöht werden kann, vgl. Europäische Kommission 2021a.

3.2.3 Handlungsfeld 3: Verkehr: Personen- und Güterverkehr

Thema: Personen- und Güterverkehr

Übergeordnetes Ziel: Personenverkehr klima- und umweltfreundlich sowie sicher und gerecht gestalten

Globale Nachhaltigkeitszeile/Sustainable Development Goals (SDGs):

SDG 3: Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern;

Unterziel 3.6: Bis 2020 die Zahl der Todesfälle und Verletzungen infolge von Verkehrsunfällen weltweit halbieren

SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden mit dem Unterziel 11.2: Bis 2030 den Zugang zu sicheren, bezahlbaren, zugänglichen und nachhaltigen Verkehrssystemen für alle ermöglichen und die Sicherheit im Straßenverkehr verbessern, insbesondere durch den Ausbau des öffentlichen Verkehrs, mit besonderem Augenmerk auf den Bedürfnissen von Menschen in prekären Situationen, Frauen, Kindern, Menschen mit Behinderungen und älteren Menschen (Bundesvereinigung Nachhaltigkeit, o.J.)

SDG 13: Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen (UN o.J.; Bundesregierung 2021b)

Indikatoren und operationalisierte Zielsetzungen:

<p>9. Modal Split des Verkehrsaufkommens (Wegeanteile der Verkehrsmittel) und des Verkehrsaufwands (Anteile der Personenkilometer der Verkehrsmittel)</p>	<p>Verkehrsaufkommen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Land NRW: <ul style="list-style-type: none"> ○ Nachhaltigkeitsstrategie: Erhöhung der Nahmobilität (insbesondere Fuß- und Radverkehr einschließlich Pedelecs) auf 60% Wegeanteil am Modal Split im innerstädtischen Personenverkehr bis 2030 (Landesregierung NRW 2016a, S. 40). Die 2020 fortgeschriebene NRW-Nachhaltigkeitsstrategie⁸ formuliert keine quantitativen Ziele. ○ Klimaschutzplan NRW: Langfristig Reduktion auf 25% Wegeanteil des Pkw in Ballungsräumen (ohne Zieljahr); für ländliche Gebiete weniger starke Veränderungen (MKULNV NRW 2015a) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: 4 x 25% (25% motorisierter Individualverkehr, 25% ÖPNV, 25% Rad, 25% Fuß) (vgl. Indikator „Modal Split“) <p>Verkehrsaufwand:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: 50% Umweltverbund (4% Fuß, 11% Rad, 35% ÖPNV), 50% motorisierter Individualverkehr (vgl. Indikator „Modal Split“)
<p>10. Motorisierungsgrad</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Umweltbundesamt: Zielvorschlag von mittelfristig 150 Pkw pro 1.000 EinwohnerInnen (inklusive Taxis und Carsharing) (UBA 2017a, S. 15) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Halbierung der Anzahl der privaten Pkws bis 2035 (Hennicke et al. 2021, S. 318)
<p>11. Anteil der Schiene am Güterverkehrsaufwand</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: 30% des Straßengüterverkehrs über 300 km sollen bis 2030 auf andere Verkehrsträger wie Eisenbahn- oder Schiffsverkehr verlagert werden, mehr als 50% bis 2050 (Europäische Kommission 2011a, S. 9) ■ Bundesebene: Erhöhung des Anteils der Schiene am Güterverkehrsaufwand auf 25% bis 2030 (Bundesregierung 2020a, S. 63)
<p>12. Anteil CO₂-freier Stadtlogistik in Städten</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: Eine im wesentlichen CO₂-freie Stadtlogistik in größeren städtischen Zentren bis zum Jahr 2030 (Europäische Kommission 2011a, S. 9)

⁸ MULNV NRW 2020a

3.2.4 Handlungsfeld 4: Industrie

Thema: Industrie	
<p>Übergeordnetes Ziel: Entwicklung einer ressourcenschonenden und nachhaltigkeitsorientierten Industrie</p> <p>Globale Nachhaltigkeitszeile/Sustainable Development Goals (SDGs):</p> <p>SDG 8: Dauerhaftes, inklusives und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern</p> <p>SDG 9: Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, inklusive und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen</p> <p>SDG 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen (UN o.J.; Bundesregierung 2021b)</p> <p>Indikatoren und operationalisierte Zielsetzungen:</p>	
13. Rohstoffproduktivität: Verhältnis BIP zu Rohstoffverbrauch	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bundesebene: Beibehaltung des Trends der Jahre 2000-2010 bis 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 370) ■ Land NRW: Übernahme des Bundestrends der Jahre 2000-2010 für NRW bis 2030 (MULNV NRW 2020a, S. 81)
14. Anzahl EMAS-/ISO 14001-zertifizierter Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bundesebene: 5.000 Organisationsstandorte mit EMAS Umweltmanagement bis 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 373) ■ Land NRW: Steigerung der Zahl der Standorte (EMAS und ISO 14001) (MULNV NRW 2020a, S. 82)
15. Anzahl der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> ■ Land NRW: Bis 2030 substanzielle Steigerung der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft auf 460.000 Erwerbstätige (MULNV NRW 2020a, S. 81) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Bis 2030: 145.000 Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft Bis 2035: 155.000 Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft (RVR, geplante Veröffentlichung 2021; Indikator „Beschäftigte in der Umweltwirtschaft“)
16. Private und öffentliche Ausgaben für Forschung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bundesebene: Jährlich mindestens 3,5% des BIP bis 2025 (Bundesregierung 2021a, S. 371) ■ Land NRW: Jährlich mindestens 3,5% des BIP bis 2030 (MULNV NRW 2020a, S. 81)

3.2.5 Handlungsfeld 5: Umwelt und Gesundheit

Thema: Umwelt und Gesundheit	
<p>Übergeordnetes Ziel: Verringerung und Vermeidung gesundheitsgefährdender und umweltschädigender Belastungen</p> <p>Globale Nachhaltigkeitszeile/Sustainable Development Goals (SDGs):</p> <p>SDG 3: Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern</p> <p>SDG 6: Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten (UN o.J.; Bundesregierung 2021b)</p> <p>Indikatoren und operationalisierte Zielsetzungen:</p>	
17. Luft: Stickstoffdioxid (NO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weltgesundheitsorganisation (WHO): <ul style="list-style-type: none"> ○ Jahresmittelzielwert 40 µg/m³ ○ Stundenmittelzielwert 200 µg/m³ (ohne Überschreitungstage) (WHO 2018b) ■ EU-Ebene: EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa (EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG) ■ Bundesebene: Umsetzung der EU-Grenzwerte in nationales Recht in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV): <ul style="list-style-type: none"> ○ Jahresmittelgrenzwert 40 µg/m³; ○ Stundenmittelgrenzwert 200 µg/m³ (maximal 18 Überschreitungen pro Jahr) ■ Bundesebene: Reduktion der Emissionen des Jahres 2005 auf 55% bis 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 368) ■ Land NRW: Sichere Einhaltung der europarechtlichen Grenzwerte (bei Feinstaub- und Stickstoffkonzentrationen) auch an Straßen in Ballungsräumen (MULNV NRW 2020a, S. 79) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bis 2035: Einhaltung des EU-Jahresmittelwerts bzw. WHO-Jahresmittelzielwerts von 40 µg/m³ (RVR 2017a und RVR geplante Veröffentlichung 2021; Indikator „NO₂“); ○ Bis 2035 Einhaltung des WHO-Stundenmittelzielwerts von 200 µg/m³ bei keinen Überschreitungen (RVR 2017a)
18. Luft: Feinstaub PM ₁₀	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weltgesundheitsorganisation (WHO): <ul style="list-style-type: none"> ○ Tagesmittelzielwert 50 µg/m³ ohne Überschreitungstage ○ Jahresmittelzielwert 20 µg/m³ (WHO 2018b) ■ EU-Ebene: EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa (EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG); seit 1. Januar 2005: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tagesmittelgrenzwert 50 µg/m³ (maximal 35 Überschreitungstage)

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Jahresmittelgrenzwert 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ■ Bundesebene: Umsetzung der EU-Grenzwerte in nationales Recht in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV): <ul style="list-style-type: none"> ○ Tagesmittelgrenzwert 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (maximal 35 Überschreitungstage) ○ Jahresmittelgrenzwert 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ■ Bundesebene: Reduktion der Emissionen des Jahres 2005 auf 55% bis 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 370) ■ Bundesebene: Erreichung des Feinstaub WHO-Richtwerts von 20 Mikrogramm/Kubikmeter für PM10 im Jahresmittel möglichst flächendeckend bis 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 164) ■ Land NRW: Sichere Einhaltung der europarechtlichen Grenzwerte (bei Feinstaub- und Stickstoffkonzentrationen) auch an Straßen in Ballungsräumen (MULNV NRW 2020a, S. 79) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Bis 2035 <ul style="list-style-type: none"> ○ Tagesmittelzielwert 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ohne Überschreitungstage ○ Jahresmittelzielwert 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)
19. Luft: Feinstaub PM _{2,5}	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weltgesundheitsorganisation (WHO): <ul style="list-style-type: none"> ○ Tagesmittelzielwert 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ○ Jahresmittelzielwert 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO 2018b) ■ EU-Ebene: EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG: <ul style="list-style-type: none"> ○ Seit 01.01.2015: Jahresmittelgrenzwert von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ab 2020: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ○ Average Exposure Indicator (AEI): 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seit 2015) ○ Average Exposure Indicator (AEI): Festlegung nationaler Reduktionsziele für 2020 gegenüber 2010 durch die EU-Mitgliedsstaaten ■ Bundesebene: Umsetzung der EU-Grenzwerte in nationales Recht in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) <ul style="list-style-type: none"> ○ Seit 2015: Jahresmittelgrenzwert von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ab 2020: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ○ Average Exposure Indicator (AEI): 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seit 2015) ○ Reduzierung der jährlichen Feinstaub Emissionen PM_{2,5} ab 2020 gegenüber 2005 um 26% und ab 2030 um 43% ○ Nationales AEI-Ziel: - 15% AEI bis 2020 gegenüber 2010 (Referenzwert) ■ Bundesebene: Reduktion der Emissionen des Jahres 2005 auf 55% bis 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 370) ■ Bundesebene: Erreichung des Feinstaub WHO-Richtwerts von 20 Mikrogramm/Kubikmeter für PM10 im Jahresmittel möglichst flächendeckend bis 2030 (Bundesregierung 2021, S. 162) ■ Land NRW: Sichere Einhaltung der europarechtlichen Grenzwerte (bei Feinstaub- und Stickstoffkonzentrationen) auch an Straßen in Ballungsräumen (MULNV NRW 2020a, S. 79) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Bis 2035 Einhaltung des WHO-Jahresmittelzielwerts von 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)
20. Lärmbelastung durch Straßenverkehr pro 1.000 Einwohner ganztags (0-24 Uhr): L _{den} >65 dB(A) = hohe Lärmbetroffenheit, L _{den} >70 dB(A) = sehr hohe Lärmbetroffenheit	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weltgesundheitsorganisation (WHO 2009): <ul style="list-style-type: none"> ○ <55 dB(A) zur Vermeidung erheblicher Lärmbelästigungen ○ <50 dB(A) zur Vermeidung moderater Lärmbelästigungen ■ Weltgesundheitsorganisation, Regionalbüro für Europa (2018): <ul style="list-style-type: none"> ○ <53 dB(A) für den L_{den} ■ Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU 1999): <ul style="list-style-type: none"> ○ <65 dB(A) kurzfristig, ○ <62 dB(A) mittelfristig, ○ <55 dB(A) als Vorsorgewert (ohne konkrete Zieljahre) ■ Umweltbundesamt (UBA 2019a): <ul style="list-style-type: none"> ○ 65 dB(A) als kurzfristige Schwelle für die Aufstellung eines Lärmaktionsplans ○ 60 dB(A) mittelfristig ○ 55 dB(A) langfristig ■ Land NRW: Bis 2030 ist die Gesamtlärmbelastung in Wohnbereichen deutlich abzusenkten. Dabei sollen Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung berücksichtigt werden (MULNV NRW 2020a, S. 79) ■ Ziel aus der Bewerbung zur Grünen Hauptstadt Europas (Wuppertal Institut 2013a, S. 19): <ul style="list-style-type: none"> ○ 65 dB(A) bis 2018 ○ 55 dB(A) bis 2033 ■ Ziel-Vorschlag des Planungsbüros Richter-Richard für die Metropole Ruhr: <ul style="list-style-type: none"> ○ <65 dB(A) bis 2028/29 (5. Runde Lärminderungsplanung) ○ <55 dB(A) bis 2033/34 (6. Runde Lärminderungsplanung) (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)

<p>21. Lärmbelastung durch Straßenverkehr pro 1.000 Einwohner nachts (22-6 Uhr): $L_{\text{night}} > 55 \text{ dB(A)}$ = hohe Lärmbetroffenheit, $L_{\text{night}} > 60 \text{ dB(A)}$ = sehr hohe Lärmbetroffenheit</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weltgesundheitsorganisation (WHO 2009): <ul style="list-style-type: none"> ○ $< 55 \text{ dB(A)}$ als Zwischenziel ○ $< 40 \text{ dB(A)}$ um ungestörten Schlaf sicherzustellen ■ Weltgesundheitsorganisation (WHO), Regionalbüro für Europa (2018): <ul style="list-style-type: none"> ○ $< 45 \text{ dB(A)}$ für den L_{night} ■ Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU 1999): <ul style="list-style-type: none"> ○ 55 dB(A) kurzfristig ○ 52 dB(A) mittelfristig ○ 45 dB(A) Vorsorge (ohne konkrete Zieljahre) ■ Umweltbundesamt (UBA 2019a): <ul style="list-style-type: none"> ○ 55 dB(A) als Schwelle für die Aufstellung eines Lärmaktionsplans ○ 50 dB(A) mittelfristig ○ 45 dB(A) langfristig (ohne konkrete Zieljahre) ■ Land NRW: Bis 2030 ist die Gesamtlärmbelastung in Wohnbereichen deutlich abzusenkten. Dabei sollen Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung berücksichtigt werden (MULNV NRW 2020a, S. 79) ■ Ziel aus der Bewerbung zur Grünen Hauptstadt Europas (Wuppertal Institut 2013a, S. 19): <ul style="list-style-type: none"> ○ 55 dB(A) bis 2018 ○ 45 dB(A) bis 2033 ■ Ziel-Vorschlag des Planungsbüros Richter-Richard für die Metropole Ruhr: <ul style="list-style-type: none"> ○ $\leq 55 \text{ dB(A)}$ bis 2028/29 (5. Runde der Lärminderungsplanung) ○ $< 45 \text{ dB(A)}$ bis 2033/34 (6. Runde der Lärminderungsplanung)
<p>22. Phosphor in Fließgewässern</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bundesebene: Einhaltung oder Unterschreitung der gewässertypischen Orientierungswerte an allen Messstellen bis 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 370) ■ Land NRW: An allen Messstellen werden bis 2030 die gewässertypischen Orientierungswerte eingehalten oder unterschritten (MULNV NRW 2020a, S. 80)
<p>23. Nitratgehalt im Grundwasser: Anteil der Messstellen, an denen der Schwellenwert von 50mg/l Nitrat überschritten wird</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bundesebene: Einhaltung des Nitrat-Schwellenwertes von 50 Milligramm pro Liter an allen Messstellen bis 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 370) ■ Land NRW: Einhaltung des „50mg/l“-Nitrat-Schwellenwertes im Grundwasser (MULNV NRW 2020a, S. 80) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr (RVR, geplante Veröffentlichung 2021): <ul style="list-style-type: none"> ○ Keine Überschreitung der Sickerwasserkonzentration von 50mg/l NO_3 an den Messstellen in der Metropole Ruhr bis 2027 gemäß der Nachhaltigkeitsstrategie NRW ○ Halbierung des Anteils der belasteten Messstellen mit 37,5 bis 50 mg/l bis 2027 und bis 2035 auf Null

3.2.6 Handlungsfeld 6: Biodiversität und Landökosysteme

Thema: Biodiversität und Landökosysteme	
<p>Übergeordnetes Ziel: Schutz der Biodiversität und Landökosysteme</p> <p>Globale Nachhaltigkeitszeile/Sustainable Development Goals (SDGs):</p> <p>SDG 2: Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern</p> <p>SDG 6: Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten (UN o.J.; Bundesregierung 2021b)</p> <p>SDG 15: Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen.</p> <p>Indikatoren und operationalisierte Zielsetzungen:</p>	
24. Fläche des Biotopverbunds	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: EU-Biodiversitätsstrategie: sechs vorrangige Ziele, u.a. bessere Umsetzung bestehender Rechtsinstrumente, die Verbesserung des Schutzes und Wiederherstellung von Ökosystemen außerhalb von Schutzgebieten: Ziel des EU-Konzepts zur Grünen Infrastruktur: vorhandene Schutzgebiete des Netzes Natura 2000 besser zu vernetzen. Das Konzept des Biotopverbunds wird auch durch die Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) gestützt, die zur Verbesserung des Zustands der Gewässer auch vom Grundwasser abhängige Landökosysteme einschließt, die zur Vernetzung beitragen (Europäische Kommission 2011b & 2013). ■ Bundesebene: Schaffung eines Netzes verbundener Biotope (Biotopverbund), das mindestens 10% der Fläche eines jeden Bundeslands umfassen soll (Bundesnaturschutzgesetz 2009: ohne Zieljahr) ■ Land NRW: Steigerung der Biotopverbundfläche auf 15% der Landesfläche in 2030 (MULNV NRW 2020a, S. 83) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Steigerung des Flächenanteils des Biotopverbunds auf 15% bis 2030 und auf 20% bis 2050 (an der Gesamtfläche des Ruhrgebiets) (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)
25. Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) (Jahr 2000) <ul style="list-style-type: none"> ○ Guter ökologischer und chemischer Zustand für alle natürlichen Fließgewässer bzw. gutes ökologisches Potenzial und guter chemischer Zustand für alle erheblich veränderten oder künstlichen Fließgewässer bis 2015; Nachfristen: 2021 bzw. 2027 ■ Bundesebene: Ziele gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) ■ Land NRW: Ziele gemäß der EG – WRRL (Landesregierung NRW 2020a, S. 35) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Zielvorschläge gemäß der EG-WRRL (RVR, geplante Veröffentlichung 2021; Indikator „Ökologischer Zustand der Fließgewässer“)
26. Anteil schutzwürdiger Böden	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bundesebene: Bundesbodenschutzgesetz: Die Funktionen des Bodens sind zu sichern oder wiederherzustellen ■ Land NRW: Landesbodenschutzgesetz: Mit Boden ist sparsam und schonend umzugehen. Böden, die in besonderem Maße die Bodenfunktionen erfüllen, sind in besonderem Maße zu schützen ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Die derzeit als schutzwürdig ausgewiesenen Böden im Ruhrgebiet sollten bis 2035 weder beschädigt noch zerstört werden (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)
27. Anteil der ökologischen Landbaufläche an der gesamten Agrarfläche	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: Erhöhung der ökologischen Landbaufläche auf ein Viertel (25%) der gesamten landwirtschaftlichen Fläche bis zum Jahr 2030 (Europäische Kommission 2020c, S. 1). ■ Bundesebene: Erhöhung des Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlich genutzten Fläche auf 20% bis zum Jahr 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 368) ■ Land NRW: Erhöhung des Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlich genutzten Fläche auf 20% bis zum Jahr 2030 (MULNV NRW 2020a) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Steigerung des prozentualen Anteils der Ökolandbaufläche an der gesamten Agrarfläche auf 5% bis zum Jahr 2025 und auf 10% bis 2035 (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)
28. Stickstoffbilanzüberschuss	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bundesebene: Verringerung der Stickstoffüberschüsse der Gesamtbilanz für Deutschland auf 70 Kilogramm je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche im Jahresmittel 2028-2032 (Bundesregierung 2021a, S. 368) ■ Land NRW: Bis 2030 Senkung des durchschnittlichen Stickstoffbilanzüberschusses auf 60kg N/ha (MULNV NRW 2020a, S. 79)
29. Anteil der Mischwälder	<ul style="list-style-type: none"> ■ Land NRW: Steigerung des Anteils der Mischwälder auf über 80% bis 2030 zur Erhöhung der Stabilität und Anpassungsfähigkeit der Wälder (MULNV NRW 2020a, S. 83)
30. Anteil zertifizierter Waldfläche (FSC und PEFC)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Land NRW: Steigerung des Anteils der zertifizierten Waldfläche an der gesamten Waldfläche bis 2030 (MULNV NRW 2020a, S. 83)

3.2.7 Handlungsfeld 7: Städte und Siedlungen

Thema: Städte und Siedlungen	
<p>Übergeordnetes Ziel: Entwicklung nachhaltiger Städte und Siedlungen und dadurch Steigerung der Lebensqualität in Städten und Siedlungen</p> <p>Globale Nachhaltigkeitszeile/Sustainable Development Goals (SDGs):</p> <p>SDG 11: Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten</p> <p>SDG 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen</p> <p>SDG 12.5: Deutliche Verringerung des Abfallaufkommens durch Vermeidung, Verminderung, Wiederverwertung und Wiederverwendung bis 2030 (UN o.J.; Bundesregierung 2021b)</p> <p>Indikatoren und operationalisierte Zielsetzungen:</p>	
31. Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: Bis zum Jahr 2050 netto-null Flächenverbrauch (Europäische Kommission 2012, S. 53 f.) ■ Bundesebene: Senkung des Anstiegs der Siedlungs- und Verkehrsfläche auf durchschnittlich unter 30 ha pro Tag bis 2030 (Bundesregierung 2021a, S. 371) <ul style="list-style-type: none"> ○ Vorschlag des Rates für nachhaltige Entwicklung: Null Hektar täglich bis 2050 (RNE 2007, S. 33) ■ Land NRW: <ul style="list-style-type: none"> ○ Angemessener Beitrag aus NRW zur Erreichung des Bundesziels einer Senkung der neuen Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr auf unter 30ha/Tag bis 2030 (MULNV NRW 2020a, S. 82) ○ Stellungnahme der Naturschutzverbände zum LEP NRW: Reduzierung des Flächenverbrauchs bis 2025 auf dann null Hektar am Tag (NABU, BUND, LNU 2015, S. 7) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: Stabilisierung des im Ruhrgebiet fast zum Erliegen gekommenen Flächenverbrauchs und Reduzierung auf null Hektar pro Tag bis 2050 (RVR, geplante Veröffentlichung 2021; Indikator „Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche“)
32. Grün- und Erholungsflächen	<ul style="list-style-type: none"> ■ WHO: In Stadtgebieten: Zugang zu öffentlichen Grünflächen von mindestens 0,5 bis 1 Hektar in nicht mehr als 300 Metern Luftlinie (ungefähr 5 Gehminuten) (WHO 2017) ■ EU-Ebene: Von jedem Punkt in einer Stadt sollte eine Grünanlage nicht weiter als 300 Meter entfernt sein (Europäische Umweltagentur 2015 nach BMUB 2015) ■ Bundesebene: Nationale Biodiversitätsstrategie (2007): Bis zum Jahr 2020 ist die Durchgrünung der Siedlungen einschließlich des wohnumfeldnahen Grüns (zum Beispiel Hofgrün, kleine Grünflächen, Dach- und Fassadengrün) deutlich zu erhöhen. Öffentlich zugängliches Grün mit vielfältigen Qualitäten und Funktionen steht in der Regel fußläufig zur Verfügung (BMUB 2007) ■ Land NRW: NRW-Nachhaltigkeitsstrategie (2016): Mittelfristiges Ziel: In städtischen Quartieren ist das Wohnumfeld durchgrünt, klimagerecht, sicher und barrierefrei zu gestalten (Landesregierung Nordrhein-Westfalen 2016a, S. 40) ■ Ziel-Vorschläge des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bis zum Jahr 2030 soll der überwiegende Teil der Bevölkerung der Metropole Ruhr in nicht mehr als 300 Meter Luftlinie (ungefähr 5 Gehminuten) vom eigenen zu Hause Zugang zu öffentlichen Grünflächen von mindestens 2 Hektar haben („Region der grünen 5-Minuten-Städte“) (vgl. Indikator „Grün- und Erholungsflächen in dieser Studie“). ○ Der tägliche Zuwachs an Grün- und Erholungsflächen im Ruhrgebiet soll bis 2035 mindestens 2,5 Hektar betragen und zu Lasten versiegelter Gebäude- und Verkehrsflächen erfolgen (RVR, geplante Veröffentlichung 2021). ○ Bis zum Jahr 2030 sollen alle dafür geeigneten kommunalen Gebäude über Dach- und Fassadenbegrünungen verfügen (vgl. Indikator „Grün- und Erholungsflächen in dieser Studie“). ○ Bestehende urbane Grün- und Erholungsflächen sollen erhalten und vor anderen Nutzungsansprüchen geschützt und in ihrer Qualität verbessert werden. Bei der Entwicklung neuer Stadtquartiere sollen miteinander vernetzte Grün- und Erholungsflächen geschaffen werden. In bestehenden Stadtquartieren mit zu wenigen Grün- und Erholungsflächen sollen diese ergänzt werden (RVR, geplante Veröffentlichung 2021).
33. Nachhaltiger Konsum: Ausgaben für biologisch erzeugte Nahrungsmittel (mit EU-Biosiegel)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Land NRW: Bis zum Jahr 2030 substanzielle Erhöhung des Ausgabenanteils von biologisch erzeugten Nahrungsmitteln (mit EU-Biosiegel) an den Gesamtlebensmittelausgaben (MULNV NRW 2020a, S. 82)

34. Siedlungsabfallmenge	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: In einer Kreislaufwirtschaft wird die Abfallerzeugung so gering wie möglich gehalten (Europäische Kommission 2018, S. 5). ■ Bundesebene: Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit durch die Abkopplung des Wirtschaftswachstums von den mit der Abfallerzeugung verbundenen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt (BMU 2013, S. 20) ■ Land NRW: <ul style="list-style-type: none"> ○ Landesabfallgesetz: Förderung einer möglichst abfallarmen Kreislaufwirtschaft (Ministerium des Innern des Landes NRW 2019) ○ Abfallwirtschaftsplan Nordrhein-Westfalen, Teilplan Siedlungsabfälle: Förderung der Abfallvermeidung und Wiederverwendung (MKULNV NRW 2015b, S. 31) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bis 2025 Reduktion der Siedlungsabfallmenge auf max. 400 kg pro Einwohner; dabei <ul style="list-style-type: none"> - Bis 2025 Reduktion der Haushaltsabfallmenge auf max. 150 kg pro Einwohner - Bis 2025 Reduktion der Sperrmüllabfallmenge auf max. 25 kg pro Einwohner ○ Bis 2035 Reduktion der Siedlungsabfallmenge auf max. 250 kg pro Einwohner; dabei <ul style="list-style-type: none"> - Bis 2035 Reduktion der Haushaltsabfallmenge auf max. 100 kg pro Einwohner - Bis 2035 Reduktion der Sperrmüllabfallmenge auf max. 20 kg pro Einwohner (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)
35. Getrennt erfasste Abfälle	<ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ebene: <ul style="list-style-type: none"> ○ Richtlinie 2008/98/EG (AARL): Getrennte Sammlung von Abfällen, mindestens der Materialien Papier, Metall, Kunststoffe und Glas, zur Förderung eines qualitativ hochwertigen Recyclings ○ Richtlinie (EU) 2018/851: Bessere Erfüllung der Verpflichtung der ARRL zur getrennten Abfallsammlung sowie getrennte Sammlung von Bioabfällen (ab 2024), gefährlichen Abfällen aus Haushalten (ab 2025) und Textilabfällen (ab 2025) ○ Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft: Verbesserung der Abfallsammlung und Abfalltrennung, um mehr Abfälle hochwertig recyceln zu können (Europäische Kommission 2015, S. 20) ■ Land NRW: Abfallwirtschaftsplan Nordrhein-Westfalen, Teilplan Siedlungsabfälle (MKULNV NRW 2015b, S. 46): <ul style="list-style-type: none"> ○ Zur Erreichung einer ökologischen Abfallwirtschaft wird ein Landes-Zielwert von 150 kg Bio- und Grünabfällen pro Einwohner und Jahr angestrebt ○ Raumdifferenzierte Zielwerte für die getrennte Erfassung von Bio- und Grünabfällen (2021): <ul style="list-style-type: none"> - 180 kg pro Einwohner im Jahr (Bevölkerungsdichte unter 500 EW/km²) - 160 kg pro Einwohner im Jahr (Bevölkerungsdichte 500-1.000 EW/km²), - 140 kg pro Einwohner im Jahr (Bevölkerungsdichte 1.000-2.000 EW/km²) - 90 kg pro Einwohner im Jahr (Bevölkerungsdichte über 2.000 EW/km²) ■ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bis 2025: 60 Gewichtsprozent Anteil der werthaltigen Abfälle und Bio-/Grünabfälle an der Summe der Haushaltsabfälle ○ Bis 2035: 80 Gewichtsprozent Anteil der werthaltigen Abfälle und Bio-/Grünabfälle an der Summe der Haushaltsabfälle (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)

4 Die Metropole Ruhr: Ist-Situation und Potenzialabschätzung

In diesem Kapitel werden die sieben ausgewählten Kernindikatoren der in Kapitel 3 entwickelten, 35 Indikatoren umfassenden „Definition“ einer grünen Industrieregion für die Metropole Ruhr ausgewertet und jeweils die derzeitige Verortung der Metropole Ruhr eingeschätzt:

1. Klima: Treibhausgasemissionen insgesamt und pro Kopf
2. Energie: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch
3. Verkehr: Modal Split des Verkehrsaufkommens und des Verkehrsaufwands im Personenverkehr
4. Industrie: Anzahl der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft
5. Umwelt & Gesundheit: Stickstoffdioxidemissionen (NO₂)
6. Biodiversität & Landökosysteme: Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer
7. Städte & Siedlungen: Grün- und Erholungsflächen

4.1 Klimaschutz: Treibhausgasemissionen

Ziel: Klimaschutz – Verhinderung einer gefährlichen menschengemachten Störung des Klimasystems

Indikator: Höhe der Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente (CO_{2eq}) absolut und pro Kopf)

Bestehende operationalisierte Zielsetzungen:*

UN-Ebene: Pariser Klimaabkommen (2015)ⁱ		Beschränkung der Erderwärmung auf weit unter 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau und weitergehende Anstrengungen, den Temperaturanstieg auf 1,5°C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, da erkannt wurde, dass dies die Risiken und Auswirkungen der Klimaänderung erheblich verringern würde ⁱⁱ					
	EU-Ebene (12/2020)ⁱⁱⁱ	Bundesregierung (5/2021)^{iv}	Landesregierung NRW (7/2021)^v	Stadtebene Klimabündnis^{vi}	Stadt Essen (2014)^{vii}	Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr (5/2021)^{viii}	
Jahr	Absolut (CO _{2eq})	Absolut (CO _{2eq})	Absolut (CO _{2eq})	Pro Kopf (t CO _{2eq} /Kopf)	Absolut (CO _{2eq})	Absolut (CO _{2eq})	Pro Kopf ^{**} (t CO _{2eq} /Kopf)
2025				„Langfristig“		-60%	
2030	-55%***	-65%	-65%	2,5 t CO _{2eq}	-55%		5 t
2035				pro Einwohner*in/Jahr		-85%	2,5 t
2040		-88%	-88%		-70%		
2045		Netto null	Netto null			Netto null	<1,0 t
2050	Netto null ⁹				-95%		

*Zielwerte zur Reduktion der Treibhausgase jeweils gegenüber dem Jahr 1990

**Einschließlich Großindustrie

Der Ausstoß von Treibhausgasen (THG) verursacht maßgeblich den menschengemachten Klimawandel. Die Auswirkungen des Klimawandels sind auch in der Metropole Ruhr heute schon spürbar, wie z.B. häufigere und stärkere Extremwetterereignisse wie Starkregen und Stürme (vgl. Sturmtief „Ela“ 2014; WDR 2020; UBA 2020a), eine verschärfte Niedrigwassersituation in Verbindung mit einem erhöhten Trinkwasserbedarf aufgrund extremer Dürrephasen in den Jahren 2019 und 2020 (Ruhrverband 2020), sowie extreme und gesundheitsgefährdende Hitze (Ärzteblatt 2019) mit einem neuen deutschen Hitzerekord aus Duisburg (41,2°C am 25.7.2019, vgl. DWD 2020). Solche Folgen des Klimawandels werden sich auch im Ruhrgebiet im Laufe der kommenden Dekaden noch deutlicher zeigen.

Wissenschaftliche Forschungsergebnisse wie die Berichte des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)) unterstreichen die Dringlichkeit, die menschengemachte globale Erderwärmung auf unter 1,5 Grad Celsius zu begrenzen, da hierdurch die Risiken und Auswirkungen des Klimawandels gegenüber einer stärkeren Erwärmung erheblich verringert werden – unter anderem die Gefahr abrupter Klimaänderungen durch das Überschreiten irreversibler Kipppunkte im Klimasystem, wie beispielsweise das

⁹ Klimaneutralität im Sinne von „Netto Null Treibhausgasemissionen“ bedeutet, dass alle dann noch durch Menschen verursachten THG-Emissionen durch Reduktionsmaßnahmen wieder aus der Atmosphäre entfernt werden (CO₂-Abscheidung). Dies kann durch natürliche und künstliche Senken erfolgen. Die Erweiterung natürlicher Senken kann z.B. durch Aufforstung oder die Renaturierung von Mooren erfolgen. Technologische und geochemische Verfahren zur CO₂-Abscheidung, z.B. durch die Abscheidung von CO₂-Emissionen am Kraftwerk und – soweit überhaupt möglich – dauerhaften Speicherung im Untergrund, sind bisher wenig erprobt und mit bisher unkalkulierbaren Risiken verbunden z.B. für Boden und Grundwasser sowie für die menschliche Gesundheit, weshalb die gesellschaftliche Akzeptanz zur Umsetzung solcher Maßnahmen häufig nicht gegeben ist (UBA 2021a). Zudem weicht das nicht eindeutig definierte Ziel der Netto-Null-THG klare Ziele wie „Nullemissionen“ oder „vollständige Dekarbonisierung“ auf (Fuhr & Hällström 2014).

Auftauen der Permafrostböden¹⁰ oder das Abreißen des Golfstroms¹¹ (IPCC 2018; UBA 2008; Quarks 2020). Zudem gibt es wissenschaftliche Hinweise darauf, dass sich der Klimawandel in den letzten Jahren deutlich beschleunigt (IPCC 2019 nach BMBF 2019; Grass 2019). Um die Erderwärmung mit einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 50% auf 1,5°C zu begrenzen, dürfen nach Berechnungen des IPCC weltweit ab 2018 noch maximal 580 Gt CO₂ emittiert werden (IPCC 2018). Für Deutschland bleibt in diesem globalen Gesamtrahmen gemäß dem Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) ab dem Jahr 2020 noch ein Restbudget¹² von 4,2 Gt CO₂ – welches bei gleichbleibenden Emissionen bereits im Jahr 2026 aufgebraucht sein wird, bei linearer Reduktion im Jahr 2032 (SRU 2020, S. 52). Dies bedeutet, dass die Zielmarke nur dann eingehalten werden kann, wenn die THG-Emissionen Deutschlands schon in den unmittelbar vor uns liegenden Jahren besonders stark sinken (Größenordnung: Halbierung der THG-Emissionen in den nächsten fünf bis sechs Jahren) und Deutschland (nach einer maßgeblichen CO₂-Reduktion in den kommenden Jahren) bis etwa zum Jahr 2035 CO₂-neutral wird (Wuppertal Institut 2020a, S. 10 f.; vgl. auch die Abbildung zu „Paris-kompatiblen“ linearen CO₂-Reduktionspfaden zum Einhalten der 1,5°C- bis 2°C-Grenze in der Metropole Ruhr des RVR in Anhang 8.1). Studien legen nahe, dass „das Erreichen von CO₂-Neutralität bis zum Jahr 2035 aus technischer und ökonomischer Sicht zwar extrem anspruchsvoll wäre, grundsätzlich aber möglich ist“ (Wuppertal Institut 2020a, S. 10).

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu den klimatischen Entwicklungen und klimapolitischen Handlungserfordernissen haben auch in Gesellschaft und Politik das Bewusstsein gesteigert für die Notwendigkeit, schneller und ambitionierter zu handeln. So fordern gesellschaftliche Bewegungen, dass Deutschland nicht erst im Jahr 2050 oder 2045, sondern schon im Jahr 2035 (Fridays for Future und German Zero e.V.) oder 2025 (Extinction Rebellion) klimaneutral werden soll. Einzelne Städte haben sich konkrete Ziele gesetzt, bis zum Jahr 2030 (Tübingen) oder 2035 (Gießen, Konstanz, Düsseldorf, München, Soest) klimaneutral zu werden. Rund ein Drittel der 53 Kommunen der Metropole Ruhr haben bei sich den „Klimanotstand“ ausgerufen (Müller & Reutter 2021), d.h. sie erkennen an, dass der Klimawandel eine Krise darstellt und dass schnellere und ambitioniertere Maßnahmen ergriffen werden müssen (Klima-Bündnis o.J.b). Auf politischer Ebene sind in jüngster Zeit die THG-Minderungsziele auf EU-, Bundes- und NRW-Landesebene deutlich verschärft worden (vgl. Ziele-Tabelle und erläuternde Endnoten). So sollen z.B. auf Bundesebene die THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 um 65% statt 55% reduziert werden und die Klimaneutralität soll schon bis zum Jahr 2045 statt 2050 erreicht werden. Der Zielvorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr zur Reduktion der THG-Emissionen (siehe Ziele-Tabelle) ist angelehnt an die 1,5 °C Studie des Wuppertal Instituts (2020) zum Einhalten der 1,5°C-Grenze.

¹⁰ Permafrostböden sind dauerhaft gefrorene Böden, die große Mengen Kohlenstoff speichern, die infolge der Klimaerwärmung als Methan und Kohlendioxid in die Atmosphäre freigesetzt werden können (UBA 2008, S. 14f.).

¹¹ Durch die Erderwärmung kann sich die Meereszirkulation des Golfstroms im Atlantischen Ozean verlangsamen oder abreißen, wodurch es unter anderem zu einer Abkühlung in Nord- und Westeuropa kommen könnte und der globale Meeresspiegel um bis zu einem Meter zusätzlich steigen könnte (UBA 2008, S. 8f.).

¹² Unter der Annahme, dass die weltweit noch erlaubten Emissionen pro Kopf der Bevölkerung gleichverteilt werden (unter Vernachlässigung der in Deutschland historisch bereits angefallenen hohen Emissionen) und dass aufgrund der vielen damit verbundenen Unsicherheiten keine Ausgleichsmaßnahmen über negative Emissionen ergriffen werden (SRU 2020; Wuppertal Institut 2020a, S. 10).

Den weitaus größten Anteil der Treibhausgase stellt Kohlendioxid (CO₂) dar – es wird überwiegend bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdgas, Erdöl freigesetzt (=energiebedingte THG-Emissionen). Energiebedingte THG-Emissionen können durch Vermeidung von fossilen Energieträgern (Umstieg auf erneuerbare Energien, Absenken des Energiebedarfs durch Effizienzmaßnahmen) prinzipiell komplett reduziert werden.

Zusätzlich zu den energiebedingten Treibhausgasen gibt es die nicht-energiebedingten THG-Emissionen, die nicht aus der Verbrennung stammen, sondern z.B. in der Landwirtschaft und bei bestimmten industriellen Prozessen entstehen. Diese so genannten prozessbedingten Emissionen können daher auch nicht vermieden werden, indem auf erneuerbare Energieträger umgestellt wird; vielmehr ist eine grundlegende Änderung der industriellen Prozesse notwendig. Ein prominentes Beispiel dafür wird weiter unten in diesem Kapitel ausgeführt (Stahlindustrie).

Prinzipiell kann der Einsatz von „grünem“¹³ Wasserstoff beitragen, beide Emissionsquellen – energiebedingt und prozessbedingt – zu reduzieren. Wasserstoff kann als Energieträger genutzt werden und so z.B. die Verbrennung von fossilem Methan (Erdgas) ersetzen, so dass kein energiebedingtes CO₂ entsteht. Dabei ist der Einsatz von Wasserstoff aber nur eine von mehreren Optionen, erneuerbare und damit CO₂-arme Energieträger einzusetzen. Da Wasserstoff mit recht hohem Energieaufwand hergestellt werden muss, sollte er auch nur dort eingesetzt werden, wo es keine bis wenige Alternativen gibt. Das ist bei der Vermeidung von prozessbedingten Emissionen der Fall. Wasserstoff wird hier nicht als Energieträger, sondern aufgrund seiner chemischen Eigenschaften, z.B. der Reduktionsfähigkeit von Sauerstoff, genutzt (genauere Erklärung des Prozesses in Abschnitt 5.1.1).

Das Ruhrgebiet hat eine lange Tradition als Industrieregion und hat bereits in der Vergangenheit seine Struktur mehrfach gewandelt. Die anstehende Aufgabe besteht darin, sich zu einer klimaneutralen Industrieregion weiter zu entwickeln und damit eine Vorreiterrolle einzunehmen, indem die weiterhin benötigten Grundstoffe (wie z.B. Stahl) ohne Ausstoß von Treibhausgasen für den Weltmarkt bereitgestellt werden. Die dafür notwendige Änderung der Prozessführung soll im Ruhrgebiet eingeführt und demonstriert werden, damit auch andere Länder und Regionen das Know-how für eine klimaneutrale Industrie übernehmen können.

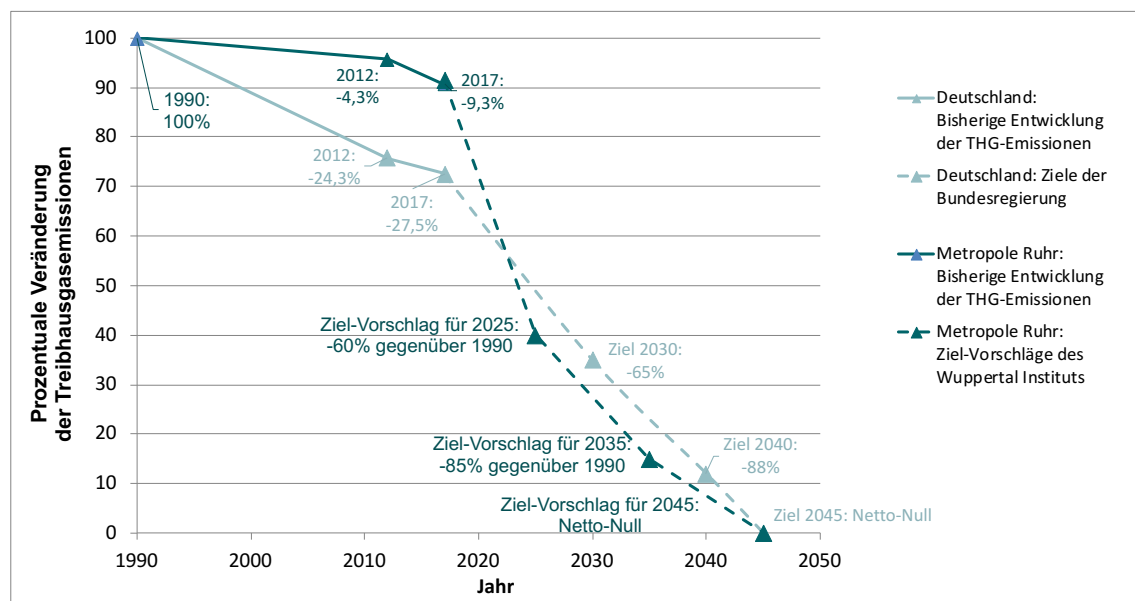
In diesem Kapitel wird auf die THG-Emissionen des Ruhrgebiets eingegangen. Es wird die Entwicklung der energiebedingten Emissionen aufgezeigt, die oft Hauptgegenstand der öffentlichen Diskussion sind. Um ein vollständiges Bild zu erhalten, müssen aber die oben erläuterten prozessbedingten Emissionen zusätzlich adressiert werden. Dies geschieht am Beispiel der Stahlindustrie und des möglichen Einsatzes von Wasserstoff für eine innovative, zukunftsfähige Prozessführung.

¹³ Als „grüner Wasserstoff“ wird Wasserstoff bezeichnet, der aus erneuerbaren Energien durch das Verfahren der Elektrolyse hergestellt wird.

Bewertung der Ist-Situation bei den Treibhausgasemissionen

Die folgende Abbildung 4-1 verdeutlicht die Größenordnung der Herausforderung bei der Minderung der THG-Emissionen in der Metropole Ruhr. Im Ruhrgebiet wurden im Jahr 2017 ca. 83 Mio. Tonnen (t) energiebedingte Treibhausgase emittiert. Im Jahr 2012 lag die Höhe der energiebedingten THG-Emissionen bei ca. 87 Mio. t. Die Emissionen sind somit in fünf Jahren um 5% zurückgegangen. Von 1990 bis 2017 sind die energiebedingten THG-Emissionen um 9,3% zurückgegangen – und damit deutlich weniger als auf Bundesebene in diesem Zeitraum (-27,5%).

In der Grafik ist deutlich erkennbar, dass sowohl die auf Bundesebene, als insbesondere auch die im Ruhrgebiet erfolgten Minderungen im Vergleich zu den noch anstehenden notwendigen Reduktionen bis 2045/2050 bei weitem nicht ausreichend sind. Zusätzlich ist zu beachten: Die Pro-Kopf-THG-Emissionen im Ruhrgebiet betragen 16,3 t CO_{2eq} (2017) und sind damit deutlich höher als die Pro-Kopf-THG-Emissionen im Vergleich zu NRW (14,2 t CO_{2eq}) und Gesamt-Deutschland (9,1 t CO_{2eq}) (Wuppertal Institut in RVR, geplante Veröffentlichung 2021). Dies ist unter anderem auf die Prägung des Ruhrgebiets durch CO₂-intensive Industrie zurückzuführen. Mehr als die Hälfte (58%) der energiebedingten THG-Emissionen im Ruhrgebiet wurde im Jahr 2017 durch die Großindustrie verursacht. Die weiteren THG-Emissionen entfallen auf den Verkehrssektor (14%), den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie weitere Industrie exklusive Großindustrie (15%) und Haushalte (13%) (RVR 2020a, S. 33).



Daten: Wuppertal Institut nach RVR (2021 geplante Veröffentlichung); UBA 2021b

Abbildung 4-1: Prozentuale Veränderungen der energiebedingten Treibhausgasemissionen in Deutschland und der Metropole Ruhr von 1990 bis 2017 mit den Zielen der Bundesregierung sowie Zielvorschlägen des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr bis zum Jahr 2045

Für das vollständige Bild müssen im Bereich der Industrie zusätzlich zu den energiebedingten Emissionen die prozessbedingten Emissionen berücksichtigt werden. Diese machen rund ein Drittel der gesamten Emissionen aus industriellen Prozessen aus, etwa zwei Drittel sind energiebedingt (EEA 2020). Die Aufgabe, das Ruhrgebiet mit seiner starken industriellen Prägung klimaneutral umzugestalten, wird dadurch noch verschärft.

Und noch ein Aspekt kommt zusätzlich hinzu: Der Rückgang der THG Emissionen aus den letzten fünf Jahren ist unter anderem auf eine Produktionsverlagerung der Industrie ins Ausland zurückzuführen. Dies ist in zweierlei Hinsicht nicht zielführend: Zum einen bedingt die Produktionsverlagerung einen zumeist höheren THG-Emissionsausstoß im Ausland und damit global gesehen keine THG-Emissionsreduktion (IW Köln 2021, S. 19). Zum anderen gehen Wertschöpfungspotenziale im Ruhrgebiet verloren. Ein nachhaltiger Umbau der Industrie im Ruhrgebiet ist damit sowohl unter ökologischen als auch ökonomischen Aspekten anzustreben.

Hinsichtlich der in Abbildung 4-1 dargestellten Zielvorschläge des Wuppertal Instituts zur THG-Emissionsminderung für die Metropole Ruhr ist festzuhalten, dass sich die Reduktionsvorschläge aus deutschlandweiten Zielvorgaben ableiten bzw. diese übernehmen (Studie des Wuppertal Instituts (2020) für einen deutschen Beitrag zur Einhaltung der 1,5°C-Grenze). Dabei sind aber die ganz unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Möglichkeiten, die sich auf bundes- bzw. regionaler Ebene ergeben, nicht berücksichtigt. So wird den vielen aufgezeigten Charakteristika der Metropole Ruhr als Industriestandort nicht Rechnung getragen. Eine solche Umrechnung („Wie hoch darf der Anteil der Metropole Ruhr am bundesdeutschen THG Budget sein?“) ist noch in keiner wissenschaftlichen Studie durchgeführt worden. Damit handelt es sich bei den hier vorgelegten Zielvorschlägen um eine überschlägige Abschätzung, die aufgrund der im Ruhrgebiet ansässigen emissionsintensiven Industrie ein sehr hohes Ambitionsniveau darstellt (vgl. dazu auch die Pro-Kopf-THG-Emissionen des Ruhrgebiets und Deutschland oben). Dennoch liefern die Vorgaben Anhaltspunkte für notwendige THG-Emissionsminderungsmaßnahmen im Ruhrgebiet und es wird deutlich, dass eine massive THG-Emissionsreduktion in allen Sektoren notwendig ist.

Innerhalb des Industriesektors (Großindustrie und weitere Industrie) des Ruhrgebiets sind vor allem die Elektrizitätserzeugung und die Stahlindustrie¹⁴ mit 37,9% bzw. 37,4% Anteil an den gesamten CO₂-Emissionen der Industrie sehr emissionsintensiv (Jahr 2018). Diese Anteile entsprechen absoluten Werten von 21.969.000 t CO₂ (Elektrizitätserzeugung) bzw. 21.662.000 t CO₂ (Stahlindustrie) (IW Köln 2021, S. 24-25). Die Stahlindustrie wird als größter Einzelverursacher beispielhaft näher dargestellt.

¹⁴ Deutschlandweit betrachtet verursacht die deutsche Stahlindustrie acht Prozent der gesamten deutschen Treibhausgas-Emissionen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit nach Tagesschau 2021a).

Gutes Beispiel aus der Metropole Ruhr: Effizienzsteigerung durch innovative Hochofentechnologie bei thyssenkrupp in Duisburg

thyssenkrupp wendet bei dem Hochofen „Schwelgern 1“ am Standort Duisburg seit dem Jahr 2020 das innovative SIP-Verfahren („Sequenz-Impuls-Prozess mit induzierten Stoßwellen“) an. Das Verfahren ist speziell auf den Hochofenprozess ausgerichtet und weltweit einmalig. Durch die Injektion von zusätzlichem Sauerstoff, der tiefer im Ofen reagiert, werden die Gas- und Flüssigkeitsströme im Hochofen verbessert und damit die Effizienz des Prozesses gesteigert. Es wird erwartet, dass durch das Verfahren energiebedingte CO₂-Emissionen und Kosten der Hochofenroute reduziert werden können.¹⁵ Diese Technologie stellt damit eine Übergangslösung für die CO₂-Reduktion in der Stahlindustrie bis zur (nahezu) emissionsfreien Stahlherstellung mittels Direktreduktion mit „grünem“ Wasserstoff dar (thyssenkrupp 2021). Im Jahr 2019 hat sich thyssenkrupp das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu sein. Als Zwischenziele bis zum Jahr 2030 sollen die Treibhausgase aus der bezogenen Energie und der eigenen Produktion um 30% und aus der Anwendung der Produkte um 16% reduziert werden (thyssenkrupp o.J.a).¹⁶

Potenzialabschätzung für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen in der Metropole Ruhr

Die Analyse der Ist-Situation zeigt auf, wie hoch die notwendigen Emissionsminderungen sind und dass dies Maßnahmen in allen Sektoren notwendig macht. Für den Industriesektor bedeutet dies, dass nicht nur die energiebedingten, sondern zusätzlich auch die prozessbedingten Emissionen adressiert werden müssen. Diese machen rund ein Drittel der gesamten industriellen Emissionen aus. Um die notwendigen Emissionsminderungen zu erreichen, muss daher nicht nur die gesamte Energieversorgung der industriellen Prozesse auf erneuerbare Energien umgestellt werden, sondern es müssen zusätzlich auch die prozessbedingten Emissionen reduziert werden. Hierfür ist der Einsatz von „grünem Wasserstoff“¹⁷ zwingend erforderlich (IW Köln 2021, S. 45). Am Beispiel der Stahlindustrie, genauer am Prozess der Stahlerzeugung, wird das Emissionsminderungspotential sowie davon abgeleitet das Potential zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft analysiert. Konkrete Maßnahmen und deren Emissionsminderungspotenzial werden in Kapitel 5.1 vorgestellt.

Die Metropole Ruhr weist sehr günstige Ausgangsbedingungen für den Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft auf. Zum einen sind im Ruhrgebiet aufgrund seiner Wirtschaftshistorie eine Vielzahl von Unternehmen mit Bezug zur Wasserstoffwirtschaft ansässig. Dieses zeigt sich anhand der im Vergleich zu anderen Metropolregionen hohen Dichte wasserstoffaffiner Unternehmen. Das Ruhrgebiet bringt damit das industrielle Know-how für den Aufbau weiterer Unternehmen in der Wasserstoffwirtschaft mit (IW

¹⁵ Da es sich um ein Pilotprojekt handelt, werden bisher keine konkreten Größenordnungen möglicher CO₂-Reduktionen genannt.

¹⁶ Auch der Stahlkonzern ArcelorMittal hat 2019 angekündigt, bis zum Jahr 2030 die THG-Emissionen um 30% zu reduzieren und bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu sein (ArcelorMittal Deutschland 2019).

¹⁷ „Grüner Wasserstoff“ ist Wasserstoff, der aus erneuerbaren Energien durch das Verfahren der Elektrolyse hergestellt wird.

Köln 2020, S. 12 & 23). Zum anderen weist das Ruhrgebiet bereits jetzt eine vergleichsweise gut ausgebaute Wasserstoffinfrastruktur auf. An dieser Stelle ist insbesondere das Wasserstoffnetz von Air Liquide zu nennen, welches sich über 240 km in der Region Rhein-Ruhr vom Chemiepark Marl nach Castrop-Rauxel und Leverkusen erstreckt. Der Transport des Wasserstoffs zu den Nutzern ist neben der Umrüstung der Industrieanlagen eine zwingende Voraussetzung für den Markthochlauf von grünem Wasserstoff sowohl im Industriesektor als auch in anderen Sektoren (IW Köln 2020, S. 12 & 25). Weiterhin vorteilhaft ist die enge Vernetzung der beteiligten Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft vor Ort, aber auch mit internationalen Partnern (IW Köln 2020, S. 17-19 & 29).

Das Transformationspotenzial des Ruhrgebiets, eine grüne Wasserstoffwirtschaft aufzubauen, kann damit insgesamt positiv bewertet werden. Der Aufbau einer solchen Wasserstoffinfrastruktur ermöglicht es, die bestehende Industrie nachhaltig umzubauen, in relevantem Umfang zur THG-Emissionsreduktion beizutragen (vgl. IW Köln 2021, S. 37-40) und dabei gleichzeitig die Bedeutung der Metropole Ruhr als Industriestandort beizubehalten und die lokale Wertschöpfung zu steigern.

Potenzial als Vorreiterregion



Die Metropole Ruhr steht aufgrund ihrer bestehenden CO₂-intensiven Industrie vor einer großen Herausforderung, die THG-Emissionen zu senken. Die bisherigen Reduktionen der THG-Emissionen sind noch viel zu gering, erfolgen viel zu langsam und müssen angesichts der Zielsetzungen deutlich beschleunigt und erheblich gesteigert werden. Für das Erreichen der THG-Minderungsziele ist der Einsatz von grünem Wasserstoff in der Stahlindustrie zielführend. Das Ruhrgebiet weist günstige Ausgangsbedingungen für den Aufbau einer solchen grünen Wasserstoffwirtschaft auf. Wenn der Aufbau einer CO₂-neutralen Stahlproduktion zügig gelingt, bietet sich die Chance, eine Vorreiterregion in diesem für Klimaschutz weltweit wichtigen Industriezweig zu werden.

Tabelle 4-1: Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Treibhausgasemissionen“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln

4.2 Erneuerbare Energien

Ziel: Sichere, klimaschonende und nachhaltige Energieversorgung			
Indikator: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch (netto) (in %)			
Bestehende operationalisierte Zielsetzungen:			
	EU-Ebene: ^{ix}	Bundesregierung: ^x	Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: ^{xi}
	Bruttoendenergieverbrauch:	Bruttoendenergieverbrauch:	Endenergieverbrauch (netto) ^{xii} :
2030	32%*	30%**	21%***
2040		45%	40%
2050		60%	60%

Im Dezember 2020 wurde das EU-Klimaziel zur Reduzierung der Treibhausgase von der Europäischen Kommission für das Jahr 2030 von -40% auf -55% verschärft, worauf sich auch die Mitgliedsstaaten mit EU-Parlament im April 2021 geeinigt haben. Am 14.7.2021 legte die Europäische Kommission mit ihrem Gesetzespaket „Fit für 55“ konkrete Vorschläge vor, wie dieses Ziel erreicht werden kann (Europäische Kommission 2021b). Hierzu zählt auch der Vorschlag, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch **auf 38 bis 40% im Jahr 2030 statt bisher 32% zu erhöhen (Europäische Kommission 2021c). Das Europäische Parlament und der EU-Ministerrat müssen den Gesetzentwürfen noch zustimmen, damit diese verabschiedet werden können.*

***Auch für die Bundesebene ist aufgrund der angehobenen EU-Klimaziele sowie der beschlossenen Verschärfung der Klimaziele auf Bundesebene (-65 statt -55% bis 2030; Netto-Null Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 statt 2050, vgl. Bundesregierung 2021c) eine Erhöhung der Zielsetzungen für den Anteil erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch zu erwarten. Diskutiert wird die Erhöhung auf ca. 36 bis 38% (Pfeiffer 2020). Zudem hat das Bundesverfassungsgericht mit seinem Urteil vom 24. März festgestellt, dass die bestehenden Vorgaben für die Emissionsminderung ab 2031 nicht ausreichend sind und daher das Klimaschutzgesetz aus dem Jahr 2019 nachgeschärft werden muss (Bundesverfassungsgericht 2021).*

****Wenn die Zielsetzungen für den erneuerbare Energien-Anteil auf EU- und Bundesebene erhöht werden, sollte auch eine erneute Überprüfung des Zielvorschlags für die Metropole Ruhr erfolgen.*

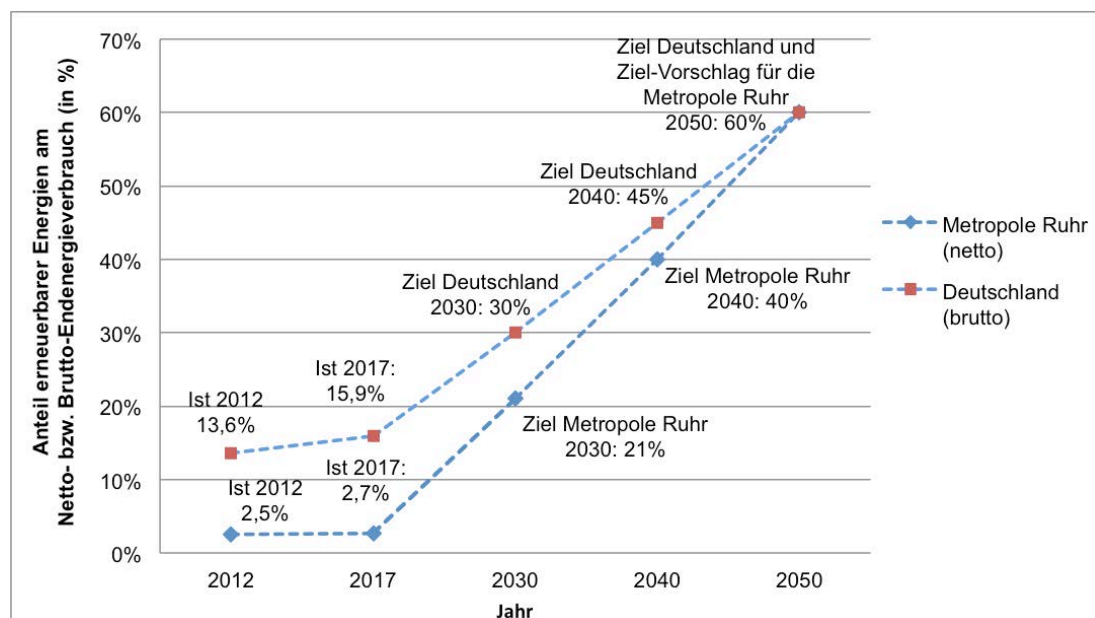
Die Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen ist einer der Kernansatzpunkte der Energiewende und damit ein zentrales Handlungsfeld beim Klimaschutz. Wenn fossile Energieträger abgelöst werden sollen, bedarf es eines massiven und stetigen Ausbaus der erneuerbaren Energieträger, um den Energiebedarf zukünftig decken zu können.

Die Möglichkeiten zum Ausbau erneuerbarer Energien hängt naturgemäß von den örtlichen Gegebenheiten ab. So bieten ländliche Regionen eher als urbane Ballungsräume die Möglichkeit zur Erschließung der Potenziale erneuerbarer Energien. Dicht besiedelte Städte hingegen weisen meist ein höheres Potenzial beim Aufbau von Wärmenetzen auf, die oftmals durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) Anlagen gespeist werden. Als KWK wird ein Verfahren bezeichnet, das gleichzeitig Strom und nutzbare Wärme erzeugt, wodurch Energiebedarf und Schadstoffemissionen reduziert werden. Das Ruhrgebiet ist mit rund 5,1 Mio. Einwohner*innen einer der größten städtischen Verdichtungsräume Europas und hat somit völlig andere räumliche Voraussetzungen als ländliche Regionen.

Die Zeit, die für den Ausstieg aus dem Steinkohlebergbau genommen werden konnte (rund 60 Jahre), haben wir für den bevorstehenden Strukturwandel von einer auf fossilen Energieträgern basierenden Infrastruktur zu einer Energieversorgung mit erneuerbaren Energien nicht. Denn die gesellschaftliche Herausforderung ist angesichts der

notwendigen Abwehr der Gefahren durch den Klimawandel enorm. Als ehemals wichtiger Standort der Steinkohleförderung und Schwerindustrie verfügt das Ruhrgebiet auch heute noch über zahlreiche kohlebefeuerte Kraftwerke. Deshalb steht die Region im Zuge der Energiewende vor großen Herausforderungen und wird bei der Erzeugung von Strom sowie der Bereitstellung von Raumwärme einen tiefgreifenden Strukturwandel erfahren. Um dabei den Klimaschutzzielen gerecht zu werden, ist eine umfassende Strategie einer Strom- und Wärmewende erforderlich. Auch und gerade zum Schutz des Industriestandorts der Ruhrmetropole und seiner internationalen Wettbewerbsfähigkeit sowie zur Vorbeugung disruptiver bzw. zerstörerischer Entwicklungen durch einen ungesteuerten Strukturwandel ist ein konsequentes Handeln zum Aufbau klimafreundlicher Strukturen und zur Erzeugung und Nutzung der erneuerbaren Energien erforderlich.

Bewertung der Ist-Situation bei den erneuerbaren Energien



Quelle: Darstellung Wuppertal Institut nach RVR (geplante Veröffentlichung 2021); Daten für 2012 und 2017 von GERTEC/RVR 2019/20^{xiii} und Ziel-Vorschläge des Wuppertal Instituts für das Ruhrgebiet; vgl. zudem Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik 2020^{xiv}

Abbildung 4-2: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Ruhrgebiet (netto) und in Deutschland (brutto) in 2012 und 2017 mit Zielen der Bundesregierung und Ziel-Vorschlägen des Wuppertal Instituts für das Ruhrgebiet bis 2050

Im Jahr 2017 lag der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch (netto) im gesamten Ruhrgebiet bei ca. 2,7% und ist damit in den letzten Jahren nur geringfügig gestiegen (Anteil 2012 = ca. 2,5%, vgl. Abbildung 4-2). Absolut stieg der Energieertrag aus erneuerbaren Energien im selben Zeitraum von 5.600 Gigawattstunden (GWh) auf etwas mehr als 6.000 GWh an. Der Anteil erneuerbarer Energien liegt im Ruhrgebiet somit ganz erheblich unter dem Bundesdurchschnitt. Bundesweit machten erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland in 2017 15,9% (brutto) aus. Zwar liegen für das Ruhrgebiet keine Bruttozahlen vor, jedoch liegt das Ruhrgebiet auch unter Berücksichtigung der Stromverluste, die beim Transport und dem Kraftwerkseigenverbrauch entstehen (dies macht den Unterschied

zwischen brutto- und netto-Werten aus),¹⁸ sehr deutlich unter dem Bundesdurchschnitt. Die Stromproduktion durch erneuerbare Energien konnte zwischen den Jahren 2012 und 2017 um etwa ein Viertel gesteigert werden. Dennoch erreicht sie damit erst magere 6,8% des Gesamtstromverbrauchs, während es im Bundesdurchschnitt bereits 36,0% sind (beide Werte 2017). Vor allem der Ausbau der Photovoltaik und der Windenergie haben zu einer Erhöhung des Anteils von Strom aus erneuerbaren Energien beigetragen. Auch wenn die installierte Leistung erneuerbarer Energien in absoluten Zahlen stark zugenommen hat, so liegt sie dennoch um den Faktor 5 niedriger als im Bundesdurchschnitt.

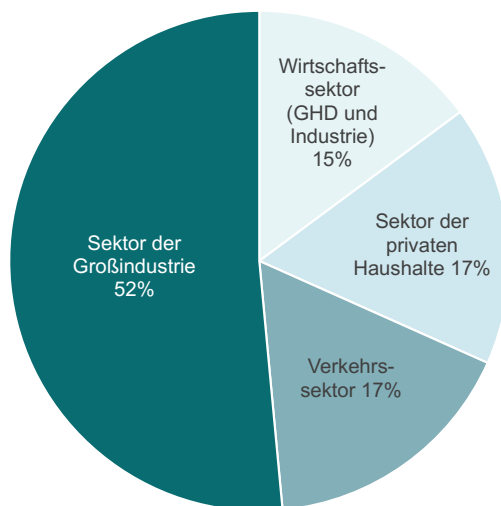
Dafür gibt es viele Gründe: Während die Metropole Ruhr reich an fossilen Energien in Form von Steinkohle war, so ist sie von Natur aus arm an Potenzialen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Aufgrund der natürlichen Gegebenheiten ist nur sehr wenig Wasserkraft nutzbar und das im Vergleich zu Küstenregionen geringe Windaufkommen (geringe Windhöflichkeit) führt zu vergleichsweise geringen Potenzialen der Windenergie. Zudem bestehen aufgrund der dichten Besiedelung im Vergleich zu anderen Regionen nur vergleichsweise wenig Flächenpotenziale zum Ausbau der Windenergie.

Auch im Wärmebereich ist der Anteil erneuerbarer Energien im Ruhrgebiet sehr gering: Im Jahr 2017 machten sie lediglich einen Anteil von ca. 1,6% am gesamten Wärmeverbrauch aus. Auch hier sind die Möglichkeiten des Ruhrgebiets zur Nutzung erneuerbarer Energien schlechter als in anderen, eher waldreichen und ländlichen Gebieten, die höhere Potentiale zur Nutzung von fester Biomasse (etwa Holz) und Biogas aus der Landwirtschaft haben.

Zu den alles in allem geringen natürlichen Potenzialen für erneuerbare Energien gesellt sich im Ruhrgebiet noch eine außerordentlich hohe Nachfrage nach Energie. Die Metropole Ruhr, welche aufgrund ihrer Steinkohlevorkommen zu einem bedeutenden Standort der Montanindustrie mit Eisen und Stahl wurde, hat dementsprechend einen deutlich höheren Energiebedarf als andere Regionen. Die Großindustrie ist mit 52% Anteil der wichtigste Energieverbrauchssektor. Demgegenüber machen die Sektoren der privaten Haushalte, des Verkehrs und des übrigen Wirtschaftssektors mit Gewerbe und kleineren Industriebetrieben jeweils lediglich 15 bis 17% aus.

In der Summe führen der hohe Verbrauch (Großindustrie zur Produktion von Eisen und Stahl) und die geringen erneuerbare Energien-Potenziale dazu, dass die Herausforderung zum Erreichen der Klimaschutzziele in der Metropole Ruhr besonders groß ist.

¹⁸ Der Unterschied zwischen Brutto- und Endenergieverbrauch ist vernachlässigbar gering (3 Prozent in 2010, vgl. RVR geplante Veröffentlichung 2021, Indikator „Erneuerbare Energien“).



GHD = Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
Eigene Darstellung; Datenquelle: RVR 2020a, S. 24

Abbildung 4-3: Anteil der Sektoren am Endenergieverbrauch in der Metropole Ruhr im Jahr 2017

Große Kohlekraftwerksbauten der jüngeren Vergangenheit erweisen sich als ökonomisch unvorteilhaft und sind ein Hemmnis gegen den Klimaschutz. Beispielhaft seien hier das Kohlekraftwerksprojekt in Lünen und das sogenannte Gemeinschaftskraftwerk Steinkohle „Gekko“ genannt. Auch das Kraftwerk Datteln 4, welches das leistungsfähigste Steinkohlekraftwerk Europas ist, wurde trotz des Beschlusses zum Kohleausstieg in Betrieb genommen und hat damit zur Zementierung einer fossilen Energieinfrastruktur auf viele Jahre hinaus beigetragen.

Die größte Stärke der Region liegt in der Innovationskraft und der Bereitschaft der örtlichen Großindustrie, Prozesse künftig klimafreundlich gestalten zu wollen (vgl. Indikator „Treibhausgasemissionen“). So ist es beispielsweise thyssenkrupp in den vergangenen Jahren gelungen, die CO₂-Emissionen der Stahlproduktion kontinuierlich und deutlich zu senken (vgl. Indikator „Treibhausgasemissionen“). Zudem wurde eine Strategie entwickelt, die das Ziel einer klimaneutralen Stahlproduktion hat, wozu es grundlegender technologischer Veränderungen bedarf, die das Unternehmen bereits eingeleitet hat.

Potenzialabschätzung der erneuerbaren Energien für die Metropole Ruhr

Laut dem Klimaschutzkonzept zur Erschließung der erneuerbaren Energien in der Metropole Ruhr aus dem Jahr 2016 (Gertec 2016) liegt das größte technische Potenzial im Bereich der Photovoltaik (Dach- und Freiflächen) bei 15.845 GWh/a. Auch die Windenergienutzung hat mit 3.132 GWh/a ein nennenswertes Potenzial. Die übrigen erneuerbaren Energieträger im Strombereich sind demnach von vergleichsweise geringer Bedeutung. Das technische Gesamtausbaupotenzial liegt bei 19.369 GWh/a (Quelle Gertec 2016). Angesichts des Gesamtstromverbrauchs von rund 37.000 GWh/a in der Metropole Ruhr kann bei derzeitigem Verbrauch höchstens rund die Hälfte des Strombedarfs mit den endogenen Potenzialen erschlossen werden. Berücksichtigt man nun, dass einerseits der Strombedarf erheblich steigen wird, weil Prozesse in der Industrie auf Wasserstoff umgestellt werden, für dessen Herstellung Strom benötigt wird, und zudem weitere Stromnachfragesteigerungen in den Sektoren Verkehr (E-Mobilität) und Raumwärme (elektrische Wärmepumpen) sehr wahrscheinlich sind, wird deutlich, dass die Möglichkeiten der Metropole Ruhr zur Erschließung erneuerbarer Energien nicht annähernd ausreichen, um den künftigen Bedarf endogen zu decken. Hinzu kommt, dass das angegebene technische Potenzial aufgrund des bestehenden Ordnungsrahmens vielfach nur in Teilen erschlossen werden kann. Gründe dafür sind beispielsweise der Artenschutz bei der Windenergie und Restriktionen des Denkmalschutzes zur Nutzung der Photovoltaik.

Die Potentialanalyse zur Erschließung erneuerbarer Energien in der oben genannten Studie kommt im Wärmebereich zu noch geringeren Möglichkeiten. Demnach reicht das endogene Gesamtpotenzial der erneuerbaren Energien nur, um ca. 16,6% der benötigten Energie bereit zu stellen, was etwa einer Verdoppelung des Bestands entspricht (Gertec 2016).

Potenziale bestehen vor allem hinsichtlich des gut ausgebauten Fernwärmenetzes. Die CO₂-Bilanz kann hier durch die schrittweise Integration erneuerbarer Energien, aber auch von Grubengas, industrieller Abwärme und der Wärmeauskopplung aus Müllverbrennungsanlagen (die meist einen Anteil von etwa 50% biogenen Abfalls haben) weiter verbessert werden. Durch den Umbau der integrierten Hüttenwerke in Richtung wasserstoffbasierter Prozesse ergeben sich Gelegenheitsfenster, die industrielle Abwärme bei der Stahlproduktion deutlich stärker zu nutzen. Da sich die Stahlindustrie im Umbruch befindet, könnten die erheblichen Abwärmepotenziale (siehe Stahlinstitut VDEh 2019) zur Integration in Wärmenetze genutzt werden und dadurch zu einer wesentlichen Verbesserung der CO₂-Bilanz beitragen.

**Gutes Beispiel aus der Metropole Ruhr:
Fernwärmeversorgung Stadtwerke Dinslaken**

Wichtige Pionierarbeiten für den Ausbau der Fernwärme im Ruhrgebiet wurden von den Stadtwerken Dinslaken geleistet. Anfangs wurde die Fernwärme ausschließlich auf Basis von Kraftwerks- und Industrieabwärme bereitgestellt, womit schon im Vergleich zu herkömmlichen städtischen Beheizungsstrukturen eine deutlich bessere Umwelt- und CO₂-Bilanz verbunden ist. Inzwischen basiert die Fernwärmeschiene Niederrhein auf einer Vielzahl von Wärmequellen, wobei der Anteil erneuerbare Energien (Biomethan und Holzhackschnitzel) kontinuierlich ausgebaut wird. In Dinslaken werden nunmehr über 60% der Gebäude mit Fernwärme versorgt (Berlo u. Wagner 2017). Die Fernwärmeschiene Niederrhein, die als Kooperationsprojekt der Stadtwerke Dinslaken und Duisburg betrieben wird, hat inzwischen eine Länge von rund 40 km und versorgt in mehreren Städten der Metropole Ruhr die Wohnungen von über 400.000 Einwohner*innen. Mehr als die Hälfte der eingespeisten Wärme stammt aus erneuerbaren Energien, industrieller Überschusswärme und Kraft-Wärme-Kopplung. (Stadtwerke Dinslaken o.J.)



Abbildung: Erzeugungsanlagen der Fernwärmeversorgung Niederrhein; Quelle: Freundliche Bereitstellung durch die Stadtwerke Dinslaken 2021

Potenzial als Vorreiterregion



Das Ruhrgebiet hat als dicht besiedelte Industrieregion im Binnenland nicht nur weniger Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Energien, es hat auch einen deutlich überdurchschnittlichen Energiebedarf, der benötigt wird, um industrielle, energieintensive Produkte und Güter herzustellen.

Tabelle 4-2: Bewertung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Erneuerbare Energien“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln

4.3 Verkehrsverlagerung (Modal Split)

Übergeordnetes Ziel: Reduzierung des Pkw-Verkehrs und Erhöhung des Anteils der Verkehrsmittel des „Umweltverbunds“ (Fuß, Rad, ÖPNV) an Verkehrsaufkommen und -aufwand im Personenverkehr für eine nachhaltige Verkehrsgestaltung

Globale Nachhaltigkeitsziele / Sustainable Development Goals (SDGs):

SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen; Unterziel 3.6: Halbierung der Zahl der Todesfälle und der Verletzten durch Verkehrsunfälle bis 2020; Unterziel 3.9: Erhebliche Verringerung der Anzahl an Todesfällen und Krankheiten infolge gefährlicher Chemikalien und Verschmutzungen von Luft, Wasser und Boden.

SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden; Unterziel 11.2: Zugang zu sicheren, bezahlbaren, zugänglichen und nachhaltigen Transportsystemen für alle, Verbesserung der Verkehrssicherheit, insbesondere durch die Ausweitung des öffentlichen Verkehrs, unter besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse von Personen in prekären Situationen, Frauen, Kindern, Personen mit Behinderungen und älteren Menschen.

Indikator: Modal Split: Anteile der Verkehrsmittel des motorisierten Individualverkehrs (MIV), öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), Rad- und Fußverkehrs im Personenverkehr in Prozent

- a) am Verkehrsaufkommen (Wege)
- b) am Verkehrsaufwand (Personenkilometer)

Bestehende operationalisierte Zielsetzungen:

	Verkehrsaufkommen (Wege)	Verkehrsaufwand (Personenkilometer)
Nachhaltigkeitsstrategie NRW (2016/2020)¹⁹	Deutliche Erhöhung der Nahmobilität (insbesondere Fuß- und Radverkehr einschließlich Pedelecs) auf 60% Wegeanteil am Modal Split im innerstädtischen Personenverkehr bis 2030. Die 2020 fortgeschriebene NRW-Nachhaltigkeitsstrategie ²⁰ formuliert keine quantitativen Ziele.	Keine Zielsetzung vorhanden
Klimaschutzplan NRW (2015)²¹	Langfristige Reduktion auf 25% Wegeanteil des Pkw in Ballungsräumen (für ländliche Gebiete weniger starke Reduktion); Bus und Bahn 14%, Pedelec 5%, Fahrrad 20%, Fußgänger 35% (ohne Zieljahr)	Keine Zielsetzung vorhanden
Regionalverband Ruhr (2014)²²	Jeweils 25% Wegeanteil für MIV, ÖV, Rad und Fuß („25% für alle Verkehrsträger“) (ohne Zieljahr)	Keine Zielsetzung vorhanden
Stadt Dortmund (2017)²³	1/3 MIV und 2/3 Umweltverbund bis zum Jahr 2030	Keine Zielsetzungen vorhanden
Stadt Essen (2014)²⁴	Bis zum Jahr 2020: 44% MIV, 21% ÖPNV, 11% Rad, 23% Fuß Bis zum Jahr 2035: 25% MIV, 25% ÖPNV, 25% Rad, 25% Fuß	Keine Zielsetzungen vorhanden
Kreis Unna (2013)²⁵	45% MIV, 55% Umweltverbund (10% ÖV, 25% Rad, 20% Fuß) bis zum Jahr 2025	Keine Zielsetzungen vorhanden
Ziel-Vorschläge des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr	Jeweils 25% Wegeanteil für MIV, ÖV, Rad und Fuß bis zum Jahr 2035 („4 x 25%“) ²⁶	50% Umweltverbund (4% Fuß, 11% Rad, 35% ÖV), 50% MIV ²⁷

¹⁹ Landesregierung Nordrhein-Westfalen 2016, S. 40.

²⁰ MULNV NRW 2020a

²¹ MKULNV NRW 2015a, S. 132.

²² RVR 2014a, S. 11

²³ Stadt Dortmund 2017, S. 9.

²⁴ Stadt Essen 2014b, S. 10; vgl. zudem Stadt Essen 2019

²⁵ Kreis Unna 2013, S. 67, vgl. zudem Kreis Unna 2018, S. 28

²⁶ Wuppertal Institut 2013a, S. 19; vgl. zudem RVR 2014a, S. 11 (ohne Zieljahr); Wuppertal Institut in RVR 2017a, S. 66f.; Wuppertal Institut in RVR (Veröffentlichung geplant 2021); vgl. zudem Müller & Reutter 2017

²⁷ Wuppertal Institut in RVR (Veröffentlichung geplant 2021)

Die Mobilität von Personen und Gütern ist essenzieller Bestandteil einer jeden Wirtschafts- und Industrieregion und notwendig für das Funktionieren einer arbeitsteiligen, räumlich verteilten Volkswirtschaft (Link 2011). Im Personenverkehr werden in Deutschland im Jahr 2017 rund ein Drittel aller Wege (34%) und 42% der Personenkilometer aus betrieblichen Gründen zurückgelegt: für den Weg zur Arbeit und zur Ausbildungsstätte sowie für dienstliche Fahrten²⁸ (BMVI 2018, S. 61), wobei berufliche und dienstliche Verkehre in dieser offiziellen, auf Haushaltsbefragungen beruhenden Statistik systematisch unterrepräsentiert sind (Wermuth, S. 208). Zusammengekommen übersteigt die Quantität des Personenwirtschaftsverkehrs jene des Güterverkehrs bei weitem (ebd., S. 296). Verkehr ist immer auch verbunden mit negativen Folgewirkungen, wie z.B. CO₂-Emissionen (vgl. Indikator „Treibhausgasemissionen“), Bodenversiegelung, Luftverschmutzung (vgl. Indikator „NO₂“), Lärm, Flächenverbrauch (vgl. Indikator „Grün- und Erholungsflächen“) sowie Stau und Unfällen, die volkswirtschaftlich beträchtliche externe Kosten²⁹ verursachen (INFRAS 2019), insbesondere wenn Wege mit dem motorisierten Individualverkehr (Pkw und Krafträder; im Folgenden: MIV oder Pkw-Verkehr) zurückgelegt werden. In städtischen Räumen verringert ein hoher Pkw-Anteil zudem die Aufenthaltsqualität im Straßenraum und die Wohnumfeldqualität (vgl. Indikator „Grün- und Erholungsflächen“). Die Verkehrsmittel des Umweltverbands, d.h. öffentliche Verkehrsmittel, Fahrrad und die eigenen Füße, sind im Vergleich zum Autoverkehr ressourcenschonender, klima- und umweltfreundlicher und ermöglichen eine eigenständige Mobilität für (nahezu) Alle – unabhängig von der Verfügbarkeit eines Autos.

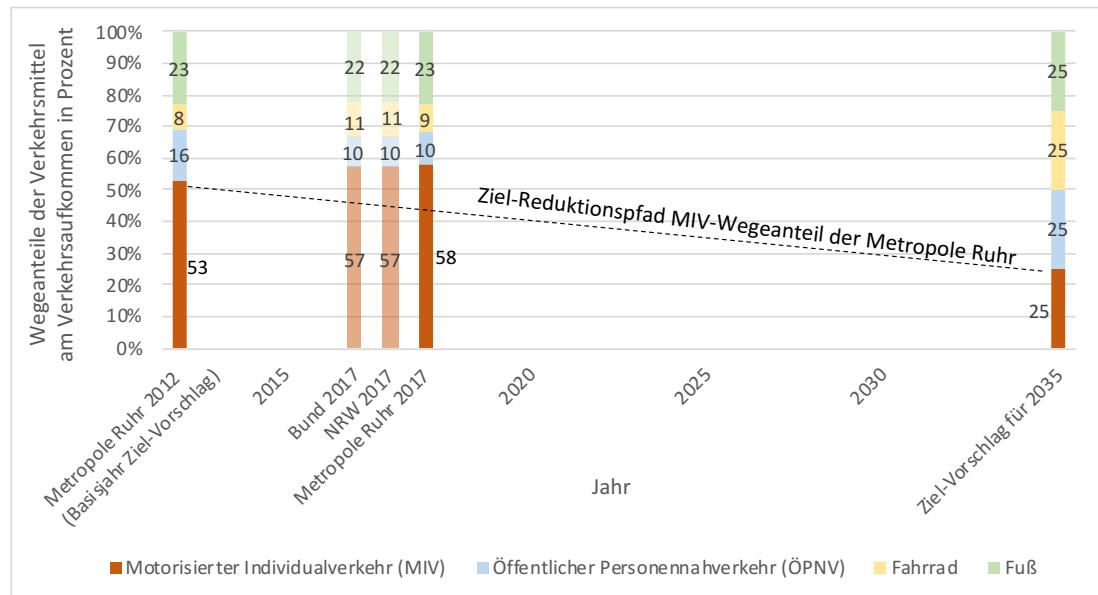
Ziel einer nachhaltigen Entwicklung sollte es daher sein, den Anteil des motorisierten Individualverkehrs (MIV) am Verkehrsaufkommen (Wege) und am Verkehrsaufwand (Personenkilometer) schnellstmöglich und deutlich zu reduzieren und den Anteil der Verkehrsmittel des Umweltverbands (insbesondere Fuß, Rad und öffentlichen Verkehr) durch die Strategie der Verkehrsverlagerung³⁰ erheblich zu erhöhen. Der Indikator „Modal Split“ gibt diesen Sachverhalt wieder, bezogen auf das Verkehrsaufkommen und den Verkehrsaufwand (Müller & Reutter 2021).

²⁸ Weitere Verkehrsbelastungen resultieren aus versorgungsökonomischen Gründen für Einkauf, Erledigungen und Begleitwege (38% der Wege bzw. ein Viertel der Personenkilometer) (BMVI 2018, S. 61).

²⁹ Bei externen Kosten wird ein Teil des Nutzens, den eine Aktivität generiert, unentgeltlich und auf Kosten anderer erwirtschaftet (z.B. auf Kosten anderer Personen, anderer Regionen oder anderer Zeiten).

³⁰ Die drei zentralen Strategien für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung sind die Verkehrsvermeidung, die Verlagerung von nicht vermeidbarem Verkehr und die Verkehrsverbesserung zur organisatorischen und technischen Verbesserung des dann noch verbleibenden Verkehrs (Wuppertal Institut 2016).

Bewertung der Ist-Situation bei der Verkehrsverlagerung



Darstellung Wuppertal Institut, Quellen: Grindau & Sagolla 2012, S. 64; MiD 2017 nach Regionalverband Ruhr 2019, S. 29 & BMVI 2018, S. 54 & BMVI 2019, S. 13; Ziel-Vorschlag für 2035 nach Wuppertal Institut 2013a, S. 19; Wuppertal Institut in RVR 2017a, S. 67; Wuppertal Institut in RVR geplante Veröffentlichung 2021.

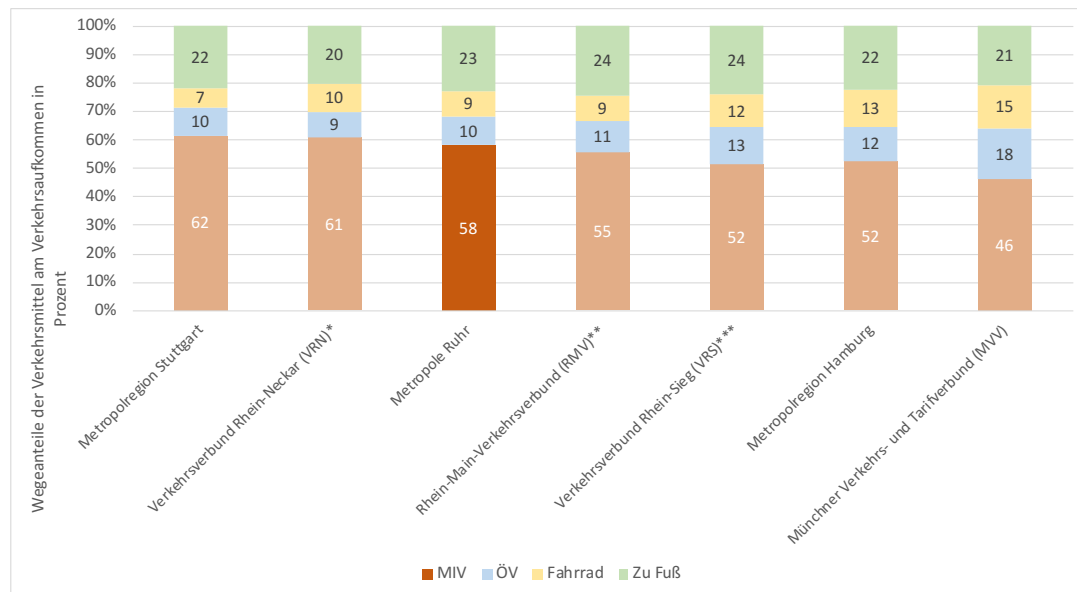
Abbildung 4-4: Modal Split des Verkehrsaufkommens in der Metropole Ruhr (2012, 2017), auf Bundesebene (2017) und in Nordrhein-Westfalen (2017), Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für das Jahr 2035

Abbildung 4-4, Abbildung 4-5 und Abbildung 4-6 zeigen, dass im Ruhrgebiet derzeit immer noch sehr viel Auto gefahren wird: Im Jahr 2017 werden mehr als die Hälfte aller Wege (58%) mit dem MIV zurückgelegt und nur etwas jeder 10. Weg mit dem ÖPNV (10%) oder dem Fahrrad (9%). Damit entspricht der Wege-Modal Split in der Metropole Ruhr in etwa den Modal Splits auf Bundesebene und in NRW (Abbildung 4-4).

Die folgende Abbildung zeigt einen Vergleich des Wege-Modal Splits mit verfügbaren Daten der gleichen Mobilitätsstudie (Mobilität in Deutschland 2017) anderer städtischer Räume.³¹ Jeder dieser Stadträume setzt sich aus ganz individuellen regionalstatistischen Raumtypen zusammen (vgl. BMVI 2020), wobei die Metropole Ruhr mit ihrer polyzentralen Struktur aus Städten und Großstädten und der hohen Siedlungsdichte deutschlandweit einzigartig und mit keinem anderen städtischen Raum direkt vergleichbar ist. Die Abbildung 4-5 zeigt, dass die Metropolregion Stuttgart und der Verkehrsverbund Rhein-Neckar (VRN), zu dem die Städte Heidelberg, Kaiserslautern, Ludwigshafen und Mannheim gehören, einen höheren Pkw-Wegeanteil aufweisen als die Metropole Ruhr. Der Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV), der Verkehrsverbund Rhein-Sieg (VRS) mit den Großstädten Bonn und Köln, die Metropolregion Hamburg

³¹ Beim Vergleich verschiedener städtischer Räume ist zu berücksichtigen, dass sich jeder städtische Raum / jede Metropolregion aus ganz individuellen regionalstatistischen Raumtypen zusammensetzt (vgl. BMVI 2020). Die Metropole Ruhr ist mit der polyzentralen Struktur aus Städten und Großstädten und der hohen Siedlungsdichte eine deutschlandweit mit keinem anderen städtischen Raum direkt vergleichbarer metropolitaner Raum,

und das Tarifgebiet des Münchner Verkehrs- und Tarifverbunds (MVV) weisen niedrigere Pkw-Wegeanteile als die Metropole Ruhr auf.



* einschließlich der Städte Heidelberg, Kaiserslautern, Ludwigshafen, Mannheim

** einschließlich der Städte Darmstadt, Fulda, Frankfurt a.M., Gießen, Mainz, Marburg, Wiesbaden

*** einschließlich der Städte Bonn und Köln

Datenquelle: Studie „Mobilität in Deutschland 2017“ nach infas 2019a, S. 9 (Stuttgart); infas 2019b, S. 11 (RMV); infas 2019c, S. 9 (MVV); infas 2019d, S. 33 (Hamburg); IHK Köln 2021, S. 18 (VRS); Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg 2019, S. 9 (VRN); RVR 2019a, S. 29

Abbildung 4-5: Vergleich des Wege-Modal Splits der Metropole Ruhr mit verfügbaren Daten anderer Metropolregionen bzw. städtischer Räume (Jahr 2017)

Von 2012 bis 2017 hat der Anteil des MIV in der Metropole Ruhr zugenommen (von 53 auf 58%)³² und befindet sich somit nicht auf dem vom Wuppertal Institut vorgeschlagenen Zielpfad einer deutlichen MIV-Reduktion auf 25% bis zum Jahr 2035. Einzelne Städte³³ zeigen, dass eine Trendumkehr mit weniger MIV erfolgreich möglich ist (Müller & Reutter 2020 & 2021). So hat z.B. die Stadt Bremen ihren MIV-Anteil von 40,4 (2008) auf 35,6% (2018) reduziert³⁴, die Stadt Karlsruhe von 44% (2002) auf 33% (2018)³⁵ und die Stadt Leipzig von 44,2% (2003) auf 36,5% (2018)³⁶. Offen ist derzeit, inwieweit die Erfolgsbeispiele aus solchen Einzelstädten grundsätzlich auf größere Regionen und dann auch konkret auf die Region der Metropole Ruhr übertragen werden können. Dazu besteht noch experimenteller Forschungsbedarf.

³² Es wird nicht angegeben, welche Erhebungsmethodik den Modal Split-Werten von 2012, die im Memorandum der Metropole Ruhr als „Grüne Hauptstadt Europas 2015“ dargestellt werden, zugrunde liegt. Unterschiedliche Erhebungsmethodiken können die Vergleichbarkeit von Zeitreihen-Daten einschränken. Dennoch geben die Daten wertvolle Hinweise zur Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit von Veränderungsprozessen und zeigen, auch in der Gegenüberstellung zu Bundes- und Landesdurchschnittswerten, dass sich eine sichtbare Trendumkehr im Sinne einer „Verkehrswende“ in der Metropole Ruhr noch nicht abzeichnet.

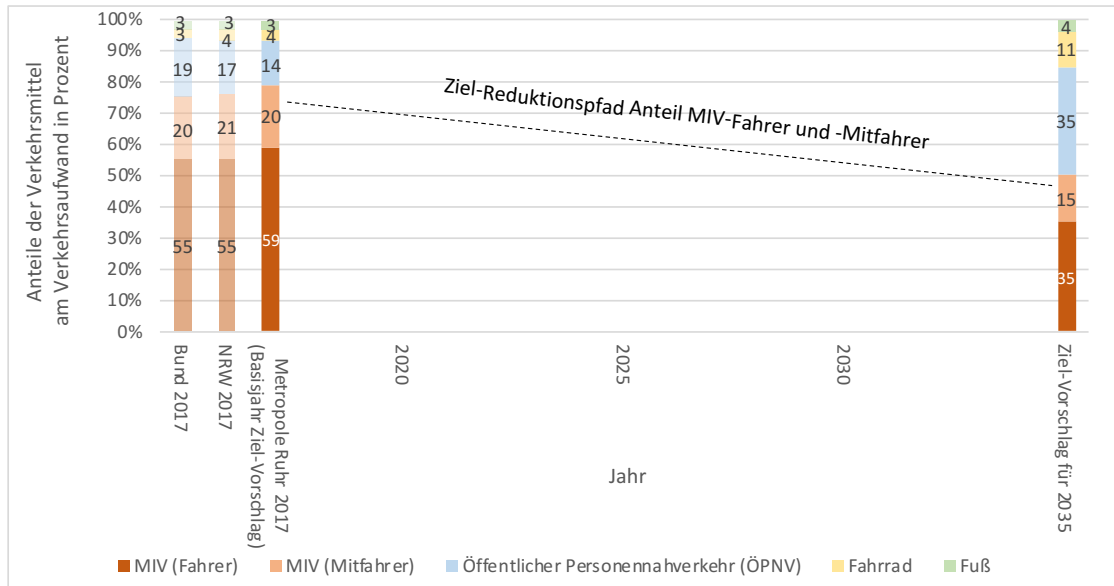
³³ Hier werden aufgrund der im Vergleich zu Metropolregionen besseren Datenverfügbarkeit Beispiele von Städten aufgeführt.

³⁴ Quellen: SrV 2008, SrV 2018 (siehe TU Dresden 2010 & 2020)

³⁵ Quellen: Stadt Karlsruhe 2013, S. 18; SrV 2018 (siehe TU Dresden 2020)

³⁶ Quellen: SrV 2003 & SrV 2018 nach TU Dresden o.J.

Die Dominanz des Autos in der Metropole Ruhr zeigt sich noch deutlicher bei einem Blick auf den Modal Split des Verkehrsaufwands. So wird im Ruhrgebiet im Vergleich zur Bundes- und Landesebene NRW ein höherer Anteil der Personenkilometer mit dem MIV zurückgelegt (79% gegenüber 75 bzw. 76%) und der ÖPNV weniger genutzt. Wie beim Verkehrsaufkommen wird auch beim Verkehrsaufwand eine konsequente Verkehrswende benötigt, um den Zielvorschlag des Wuppertal Instituts zu erreichen und den Anteil des MIV (Fahrende und Mitfahrende) am Verkehrsaufwand von 79% im Jahr 2017 auf 50% bis zum Jahr 2035 zu reduzieren.



Darstellung Wuppertal Institut; Quellen: Wuppertal Institut in RVR (geplante Veröffentlichung 2021); BMVI 2018, S. 54

Abbildung 4-6: Modal Split des Verkehrsaufwands in der Metropole Ruhr, auf Bundesebene und in NRW (jeweils in 2017) und Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für das Jahr 2035

Gutes Beispiel aus der Metropole Ruhr: Radschnellweg Ruhr (RS1)

Der Radschnellweg Ruhr (RS1) soll auf einer Länge von 101 Kilometern quer durch das Ruhrgebiet die Städte Duisburg, Mülheim an der Ruhr, Essen, Gelsenkirchen, Bochum, Dortmund, Hamm und den Kreis Unna sicher und störungsfrei miteinander verbinden und Berufspendlern, Alltagsradlern und Touristen den Umstieg vom Auto auf das Rad erleichtern. Der erste Teilabschnitt der 2010 entstandenen Projektidee wurde 2015 als sechs Kilometer langer Teilabschnitt zwischen Mülheim an der Ruhr und Essen eröffnet. Bei kompletter Fertigstellung wird der RS1 laut einer Machbarkeitsstudie (RVR 2014b) einen Einzugsbereich von 1,65 Millionen Menschen erschließen, in dem sich 430.000 Arbeitsplätze und vier Universitäten mit rund 150.000 Studierenden befinden. Der RS1 kann nach Fertigstellung dazu beitragen, dass täglich rund 50.000 Pkw-Fahrten auf das Fahrrad oder Pedelec verlagert werden und die klimaschädlichen CO₂-Emissionen so jährlich um 16.000 Tonnen reduziert werden (ebd.). Für die Industrieregion soll der RS1 als positives und modernes Projekt ein neues Bild und innovatives Image für das Ruhrgebiet in die Welt transportieren (RVR Regionaldirektorin Geiß-Netthöfel nach <https://www.radschnellwege.nrw/rs1-radschnellweg-ruhr>).



Abbildung: Brücke des RS1 in Essen-Altendorf; Quelle: Wikimedia Commons, Steffen Schmitz (Carschten), <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=90891241>, CC BY-SA 4.0

Potenzialabschätzung für Verkehrsverlagerung in der Metropole Ruhr

Wie die Daten zum Modal Split zeigen, benötigt die Metropole Ruhr eine entschlossene verkehrspolitische Kurswende, um den MIV-Anteil an Verkehrsaufkommen und Verkehrsaufwand deutlich zu reduzieren und sich damit klar und schnell in Richtung der vom Wuppertal Institut vorgeschlagenen Ziel-Werte für das Jahr 2035 zu entwickeln (Reutter et al. 2018; Müller & Reutter 2021). Um das Potenzial der Metropole Ruhr einzuschätzen, sich zu einer Vorreiterregion für nachhaltige Mobilität und eine ambitionierte Verkehrsverlagerungspolitik zu entwickeln, sind vorab zwei Aspekte hervorzuheben:

1. Mit der Herausforderung, eine grundlegende Verkehrswende einzuleiten und dabei noch relativ am Anfang zu stehen, ist das Ruhrgebiet nicht alleine, wie auch die Vergleichsdaten auf Bundes- und NRW-Ebene zeigen. Die Verkehrswende ist eine Herkulesaufgabe, die das gemeinschaftliche Handeln von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Bildung und Zivilgesellschaft benötigt. Dennoch zeigen einzelne Städte und Metropolregionen, dass ambitionierter Wandel möglich ist – z.B. beim umfangreichen, auch die Region erschließenden Stadtbahnnetz in Karlsruhe oder dem Radschnellwegenetz in der Kopenhagener Metropolregion. Diese Städte haben sich schon früh auf den Weg zu einer Verkehrswende begeben (Müller & Reutter 2021), während im Ruhrgebiet derzeit noch dringender Nachholbedarf besteht.
2. Für die Verkehrswende muss das Rad nicht neu erfunden werden. Die wesentlichen Strategien und Maßnahmen sind grundsätzlich bekannt und größtenteils

überall anwendbar. So bedarf es einer Kombination aus Push- und Pull-Maßnahmen, also neben Maßnahmen zum Ausbau und zur Attraktivierung der Verkehrsmittel des Umweltverbunds ebenso von Maßnahmen, die restriktiv gegen den Autoverkehr wirken. Worauf es ankommt ist, Veränderungen zu wagen: mit dem nötigen politischen Willen und gesellschaftlichem Rückhalt.

Die strukturellen Voraussetzungen für eine ambitionierte Verkehrsverlagerungspolitik sind dabei durchaus gegeben. Die polyzentralen Strukturen des Ruhrgebiets mit 53 Städten (davon 13 Großstädte über 100.000 Einwohner)³⁷ unterschiedlicher Ausstattung und Bedeutung bieten grundsätzlich günstige Voraussetzungen für eine nachhaltigkeitsorientierte Verkehrsgestaltung. Die Zentren des Ruhrgebiets werden durch eine umfangreiche Infrastruktur an Verkehrswegen miteinander verbunden. Auf vielen Relationen, insbesondere für Versorgungszwecke und im Kernraum zwischen Dortmund und Duisburg, ist die Metropole Ruhr eine „Stadt der kurzen Wege“ mit einer hohen Dichte an Versorgungseinrichtungen (RVR 2017b). So leben mehr als 97 Prozent der Menschen in maximal 2.000 Meter Entfernung zum nächsten Supermarkt und 87% der Kinder können eine Grundschule in maximal 1.000 Meter Entfernung (ca. 15 Minuten Fußweg) erreichen (ebd.). Gerade kurze Wege bieten die Chance, zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem Pedelec statt mit dem Auto zurückgelegt zu werden. Darüber hinaus bietet die in weiten Teilen flache Topographie des Ruhrgebiets günstige Voraussetzungen für den Radverkehr. In den hügeligeren Gebieten ermöglichen es Pedelecs und E-Bikes, die gerade seit der Corona-Krise verstärkt nachgefragt werden (Tagesschau 2020), ohne große Anstrengungen mit dem Zweirad mobil zu sein.

Die Chancen dieser strukturellen Ausgangsbedingungen werden im Ruhrgebiet jedoch noch nicht ausreichend genutzt. So stellt in anderen europäischen Metropolen ein leistungsfähiger öffentlicher Nahverkehr einen zentralen Baustein für eine klimaschonende Mobilität dar. Im Ruhrgebiet liegt der ÖPNV-Anteil an den Wegen im Durchschnitt jedoch nur bei 10% (differenziert nach Raumtypen: 12% in kreisfreien Städten und 6% in den Kreisen) und noch in den vergangenen Jahren kam es zu Streckenstilllegungen bei der Straßenbahn (2012 und 2015 in Mülheim an der Ruhr; vgl. Straßenbahnmagazin 2012, WAZ 2015, lokalkompass 2019). Und auch der Wegeanteil des Radverkehrs ist im Vergleich zu anderen Metropolen gering. Differenziert nach Raumtypen beträgt der Radwegeanteil in kreisfreien Städten 7% und in den Kreisen 13% (RVR, geplante Veröffentlichung 2021). Der Anteil der Fußwege und der MIV-Wege unterscheidet sich kaum zwischen kreisfreien Städten und Kreisen (ebd.).

In Ansatzpunkten sind in der Metropole Ruhr aktuell erste Initiativen für eine Verkehrswende zu erkennen. So wird an einem regionalen Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr gearbeitet, auf dessen Basis 23 Modellprojekte umgesetzt werden sollen (RVR o.J.). Die Stadt Essen hat sich im Rahmen ihrer erfolgreichen Bewerbung um den Titel der europäischen Umwelthauptstadt 2017 der Europäischen Kommission das ambitionierte Ziel eines 4x25% Wege-Modal Split-Ziels bis zum Jahr 2035 gesetzt (vgl. Ziele-Kasten). Mit dem Radschnellweg Ruhr (siehe Kasten gutes Beispiel) konnten Impulse für den Radverkehr insgesamt gesetzt werden: das Straßen-

³⁷ Dortmund, Essen, Duisburg, Bochum, Gelsenkirchen, Oberhausen, Hagen, Mülheim, Hamm, Herne, Bottrop, Recklinghausen, Moers.

und Wegegesetz NRW wurde Ende 2016 geändert; Radschnellverbindungen werden seitdem Landesstraßen gleichgestellt, wodurch sie weitestgehend in die Baulast des Landes fallen und einheitliche Standards erfüllen müssen (Landesregierung NRW 2015; Straßen.NRW o.J.). Es wurde ein Konzept für ein regionales Radwegenetz (vgl. Kasten zum guten Beispiel) durch den RVR in Abstimmung mit seinen Kommunen entwickelt, das 2019 mit dem Deutschen Fahrradpreis in der Kategorie Infrastruktur prämiert wurde (Der Deutsche Fahrradpreis 2019). Das entsprechende Umsetzungskonzept soll im Sommer 2021 vorliegen. Solche Ansätze entfalten auch im internationalen Vergleich eine Strahlkraft als Leuchtturmprojekte. In der Gesamtschau jedoch stellt die längst überfällige und bislang noch viel zu zögerlich angegangene Verkehrswende eine der größten Transformationsaufgaben im Ruhrgebiet dar (WBGU 2016, S. 284) und macht ein deutlich entschlosseneres, ambitionierteres und schnelleres Handeln notwendig.

Potenzial als Vorreiterregion



Die polyzentrale Struktur des Ruhrgebiets mit seinen oft kurzen Wegen bietet prinzipiell gute Ausgangsbedingungen und Potenziale für deutlich erhöhte Wegeanteile im Fuß-, Rad- und öffentlichen Verkehr. Bisher vollzieht sich die Verkehrswende allerdings noch viel zu langsam und der MIV-Wegeanteil nimmt zu statt ab. Das Potenzial als Vorreiterregion wird deshalb als gering eingeschätzt. Der Radschnellweg Ruhr und die Vorarbeiten für ein regionales Radschnellwegenetz sind vielversprechende erste Ansatzpunkte für einen anzugehenden Wandel. Wenn ein regionales Radschnellwegenetz zügig umgesetzt wird, besteht die Möglichkeit, an internationale Vorreiterregionen wie Kopenhagen aufzuschließen.

Tabelle 4-3: Bewertung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Verkehrsverlagerung (Modal Split)“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln

4.4 Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft

Ziel: Umweltwirtschaft stärken und ausbauen für eine ökologische Transformation der Wirtschaft

Indikator: Anzahl der Erwerbstätigen (in Vollbeschäftigten-Einheiten) in der Umweltwirtschaft

Globale Nachhaltigkeitsziele:

- SDG 3 „Gesundheit und Wohlergehen“
- SDG 7 „Bezahlbare und saubere Energie“
- SDG 8 „Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum“
- SDG 9 „Industrie, Innovation und Infrastruktur“
- SDG 12 „Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster“
- SDG 13 „Maßnahmen zum Klimaschutz“

Bestehende operationalisierte Zielsetzung:

NRW (2020):³⁸	Bis 2030: 460.000 Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft (Berechnungsgrundlage ohne geringfügig Beschäftigte)
Stadt Essen (2014)³⁹	20.000 Green Jobs bis zum Jahr 2035
Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr:⁴⁰	Bis 2030: 145.000 Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft (Angabe ohne geringfügig Beschäftigte) Bis 2035: 155.000 Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft (Angabe ohne geringfügig Beschäftigte)

Bei der Umweltwirtschaft und der dort vorhandenen Beschäftigung geht es um die Produktion und Nutzung von für den Umweltschutz relevanten Gütern und Dienstleistungen. Als Querschnittsaufgabe stellt Umweltschutz Anforderungen an alle Wirtschaftsbereiche. Grüne Arbeitsplätze sorgen für eine Verminderung des ökologischen Fußabdrucks, also den Verbrauch natürlicher Ressourcen bei der Produktion (Novello, Carlock 2019, S. 6).

Die Umweltwirtschaft ist (bisher) kein Begriff der amtlichen Branchenklassifikation nach Wirtschaftszweigen und Gütergruppen. Diskutiert werden derzeit Möglichkeiten, um den Indikator künftig einheitlich auf Ebene des Bundes und der Bundesländer statistisch zu erheben und darzustellen (MULNV NRW 2020b, S. 13, 16, 145).

Die Abgrenzung der Umweltwirtschaft wird seit jeher vom Charakter des jeweils betriebenen Umweltschutzes geprägt. Der Wandel von Umweltpolitik und Umweltwirtschaft erfordert daher die fortgesetzte Anpassung statistischer Definitionen und Abgrenzungen, was die Vergleichbarkeit von darauf bezogenen wirtschaftlichen Indikatoren wie Wertschöpfung, Umsatz und Beschäftigung im zeitlichen Verlauf einschränkt.

Entsprechend einer zunächst vor allem nachsorgenden Umweltschutzpolitik wurden der Umweltwirtschaft ursprünglich statistisch nur die Trinkwasserversorgung, die Abwasser- und die Abfallentsorgung zugerechnet sowie nachgeschaltete Emissionsminderungstechnologien in der Industrie und die diese produzierenden und einsetzenden Wirtschaftsaktivitäten. Diese enge Definition hat sich bis heute erhalten, soweit in Statistiken über die Umweltschutzwirtschaft berichtet wird.

Ansonsten ist diese Definition der Umweltwirtschaft seit dem Jahr 2006 überwunden worden (Gehrke, Schasse 2015, S. 78). Seither sind im Sinne eines vorsorgenden und

³⁸ MKULNV NRW 2020a, S. 7; davor gab es seit 2016 ein Ziel für 2025 (Landesregierung NRW 2016a, S. 29), das aufgrund von Änderungen in der statistischen Erfassungsmethodik auf das Jahr 2030 abgeändert wurde (MKULNV NRW 2020a, S. 13)

³⁹ Stadt Essen 2014c, Folie 21

⁴⁰ Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts nach RVR (geplante Veröffentlichung 2021) in Anlehnung an das NRW-Ziel

integrierten Umweltschutzes umweltwirtschaftlich relevante Aktivitäten wie der Klimaschutz, die Produktion erneuerbarer Energien, Ressourceneffizienz, die Kreislaufwirtschaft oder die ökologische Land- und Forstwirtschaft hinzugekommen (MULNV NRW 2020b, S. 16), deren Vielfalt und Bedeutung als Zukunftsthemen weiter anwachsen werden. Noch weiter gehende Definitionen schließen auch andere Sektoren wie etwa das Gesundheits- und Erziehungswesen ein (Novello, Carlock 2019, S. 10) oder zusätzliche Kriterien wie die Bezahlung und die Gleichstellung (ILO 2012, S. 6), die aber hier nicht gesondert betrachtet werden.

Für die internationale Arbeitsorganisation (ILO) umfasst das Konzept der Green Jobs die Transformation von Volkswirtschaften, Arbeitsplätzen, Unternehmen und Arbeitsmärkten in eine dekarbonisierte und nachhaltige Wirtschaft, die angemessene Arbeitsplätze bereitstellt (ILO 2021). Weitere, auf Bundes- und internationaler Ebene verwendete Begriffe, die Bezüge zur Umweltwirtschaft haben, sind z.B. die Green Economy (Umweltprogramm der Vereinten Nationen/UNEP und Bundesministerium für Bildung und Forschung), GreenTech (BMU 2021c) oder Green Growth (OECD, Weltbank) (MULNV NRW 2020b, S. 16).

Für Regionen, die wie das Ruhrgebiet einen grundlegenden Strukturwandel durchlaufen, stellt die Umweltwirtschaft eine wichtige Zukunftsbranche für die ökologische Transformation von Industrie und Wirtschaft dar. Dies beruht einerseits darauf, dass Unternehmen aus der Montanindustrie Geschäftsmodelle mit neuen, nachhaltigen Technologien und Dienstleistungen entwickeln. Andererseits kommen neue, zukunftsorientierte Beschäftigungsfelder hinzu. Die Umweltwirtschaft leistet somit einen wichtigen Beitrag zum europäischen Green Deal (Europäische Kommission o.J.).

Die Umweltwirtschaft stellt einen der wichtigsten weltweiten Wachstumsmärkte dar: „Alle bekannten Prognosen weisen angesichts der herausragenden umweltpolitischen Herausforderungen weiterhin auf eine weltweit expansive Marktentwicklung hin“ (Gehrke & Schasse 2015, S. 17). Der GreenTech-Bericht der Bundesregierung geht Marktprognosen folgend von weiteren erheblichen Wachstumsraten im Zeitraum von 2020 bis 2030 aus (jahresdurchschnittlich national: 8,1%, international: 7,3%, BMU 2021c, S. 22).

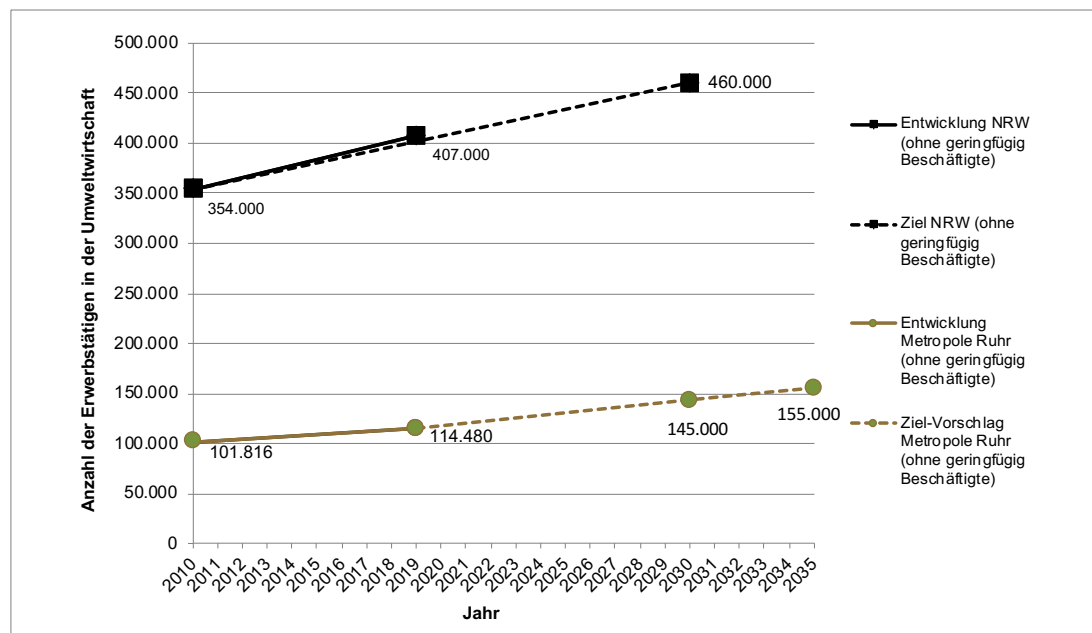
Bewertung der Ist-Situation in der Umweltwirtschaft

Bei der Bewertung der Beschäftigtenzahl in der Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr ist zu berücksichtigen, dass diese zum Teil durch hohe Anteile an der Gesamtbevölkerung sowie an der industriellen Produktion Deutschlands bedingt sind. Große Bevölkerungszahlen ziehen hohe Aufwendungen bei der Wasserversorgung sowie der Entsorgung von Abwässern und Siedlungsabfällen nach sich. Hohe Anteile an der Industrieproduktion erfordern zudem bislang meist noch entsprechend hohe Aufwendungen für den nachsorgenden Umweltschutz. Diese Aktivitäten schlagen sich in der Folge auch bei der Beschäftigung nieder.

Im Falle der Metropole Ruhr ist die Agglomeration von Bevölkerung und Industrie gegenüber NRW noch erheblich stärker ausgeprägt, weshalb für diesen Raum im Vergleich zu insbesondere ländlich geprägten Regionen eine noch größere absolute Bedeutung der Umweltschutzwirtschaft plausibel ist.

Abbildung 4-7 zeigt jeweils für NRW und die Metropole Ruhr die Beschäftigung in der Umweltwirtschaft für die Jahre 2010 und 2019 sowie das NRW-Ziel für 2030 und die Ziel-Vorschläge des Wuppertal Instituts für die Jahre 2030 und 2035. Der Anteil der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft liegt 2019 bei ca. 5,3% aller Erwerbstätigen in der Metropole Ruhr bzw. bei 27,2% der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft von ganz Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW 2020b, S. 109). Die Bruttowertschöpfung der Region liegt 2019 bei über 9,9 Mrd. Euro (ebd.). Die Metropole Ruhr ist gemessen an der Anzahl der Erwerbstätigen und an der Bruttowertschöpfung die in Nordrhein-Westfalen führende Umweltwirtschaftsregion (ebd., S. 111).

Die Abbildung zeigt, dass die Anzahl der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr von 2010 bis 2019 zugenommen hat – um mehr als 12.500 Erwerbstätige bzw. um 12,4% – und damit fast so stark wie im Landesdurchschnitt von NRW (knapp 15%). Insgesamt entwickelt sich die Metropole Ruhr derzeit in die richtige Richtung, um die Ziel-Vorschläge des Wuppertal Instituts, die an das Landesziel von NRW angelehnt sind, zu erreichen.



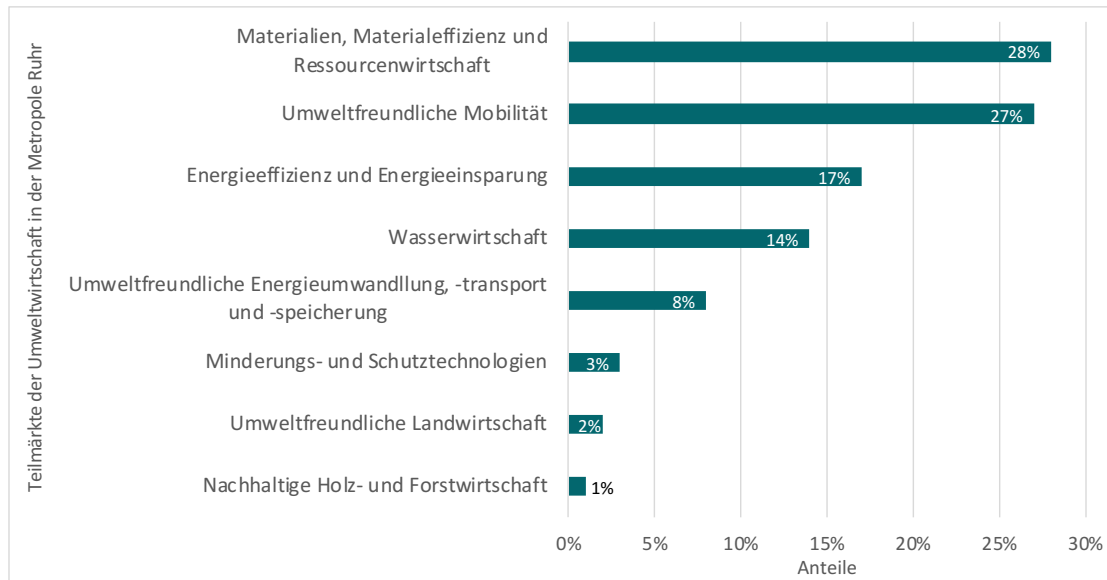
Quellen: MULNV NRW 2020b, S. 18 und Wuppertal Institut nach RVR (geplante Veröffentlichung 2021)

Abbildung 4-7: Anzahl der Erwerbstätigen in der Umweltwirtschaft in NRW (2010, 2019) und in der Metropole Ruhr (2010, 2019) sowie NRW-Ziel (2030) und Ziel-Vorschläge des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr (2030 und 2035)

Die Rolle der Umwelt(schutz)wirtschaft für die Metropole Ruhr und die Bedeutung der dazu in der Metropole Ruhr vorhandenen Expertise für die weitere Entwicklung wird unter anderem am Beispiel der Emscher besonders deutlich. Einst mit beträchtlichem Aufwand kanalisiert, um die Region zu entwässern sowie Siedlungs- und Industrieabwässer oberirdisch zu sammeln und in den Rhein einzuleiten, soll Ende 2021 bei Gesamtkosten von mehr als 5 Mrd. Euro der Umbau der Emscher abgeschlossen sein.

Dabei werden die Abwässer im gesamten Einzugsraum mittels Rohrleitungen weitgehend unterirdisch abgeleitet sowie vom eigentlichen Fluss getrennt und dieser schließlich renaturiert (vgl. Indikator „Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer“). 80% der eingesetzten Mittel entfallen dabei auf Infrastrukturmaßnahmen wie Kläranlagen und Abwasserkanäle (MULNV NRW o.J.a). Dieses Projekt hat mit seinen Rohren und Pumpstationen bislang schon eine Fülle von Beschäftigung und Kompetenzen bei Unternehmen des Tief- und Hochbau, der Produktion der technischen Anlagen und bei den großen wasserwirtschaftlichen Playern wie der Emschergenossenschaft/Lippeverband (EGLV) und dem Ruhrverband induziert. Zudem wird es die Kernakteure für die vollständige Renaturierung der Emscher und weiterer Gewässer in der Metropole Ruhr noch viele weitere Jahre beschäftigen (vgl. Indikator „Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer“). Schließlich ist mit diesem Großprojekt in der Region eine Fülle von wasserwirtschaftlicher Erfahrung gesammelt worden, die auch künftig Beschäftigung sichern kann. So etwa beim Gewässerschutz, in ähnlich gelagerten internationalen Projekten, bei der Nutzung von Wasser in der Stadterneuerung (Emschergenossenschaft 2017) oder bei der Anpassung an den Klimawandel (z.B. Wasserversorgung, Hochwasserschutz) (vgl. DynAKlim, UBA 2016) sowie beim Projekt „Klimaresiliente Region mit internationaler Strahlkraft“ als

Leitprojekt der Ruhr-Konferenz (MULNV NRW o.J.b). Darüber hinaus können auch andere Branchen von einer verbesserten Umweltqualität durch den Emscherumbau profitieren, indem die Metropole Ruhr als lebenswerte Region wahrgenommen wird und neue Unternehmen der (Umwelt-)wirtschaft in die Region zieht.



Daten: MULNV NRW 2020b, S. 110

Abbildung 4-8: Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft der Metropole Ruhr im Jahr 2019: Anteile der Teilmärkte am Gesamtmarkt

Der Umweltwirtschaft werden gegenwärtig acht Teilmärkte zugerechnet. Abbildung 4-8 zeigt die Bedeutung dieser acht Teilmärkte der Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr. Die Beschäftigung in den Teilmärkten Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft (MMR) sowie Umweltfreundliche Mobilität (UMO) ist wegen der Agglomerationseffekte mit einem Anteil von jeweils fast 30% besonders hoch. Die Sektoren umweltfreundliche Landwirtschaft und nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft spielen hingegen in der Metropole Ruhr nur eine untergeordnete Rolle.

Gutes Beispiel aus der Metropole Ruhr: Netzwerk Greentech.Ruhr

Die Europäische Kommission hat im Jahr 2020 das Umweltwirtschaft-Netzwerk Greentech.Ruhr⁴¹ mit dem europäischen Unternehmensförderpreis (European Enterprise Promotion Award (EEPA)) im Bereich „Förderung der Entwicklung von grünen Märkten und Ressourceneffizienz“ ausgezeichnet. Das seit 2017 bestehende und von der Business Metropole Ruhr organisierte Netzwerk wird vom NRW Umweltministerium und der EU im Rahmen des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

Das wachsende Netzwerk bringt innovative Firmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen sowie öffentliche Einrichtungen der Umweltwirtschaft aus dem Ruhrgebiet zusammen und umfasst mittlerweile 185 Partner. Durch Vernetzung sollen die Innovationspotenziale im Bereich der Umweltwirtschaft vorangetrieben werden. Dafür werden die Region und ihre Partner auf Messen, Konferenzen und Workshops präsentiert und es werden Veranstaltungen und Informationsangebote zu Themen wie Innovationstransfer, Fachkräfte und Digitalisierung angeboten (MULNV NRW 2020c; Europäische Kommission 2020d, S. 18).

Potenzialabschätzung für die Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr

Chancen und Hemmnisse für die weitere Entwicklung der Umweltwirtschaft und der auf sie entfallenden Erwerbstätigenzahlen können maßgeblich aus vier Bereichen erwachsen, die für die Potenzialabschätzung bedeutsam sind:

1. Potenziale ergeben sich für die **Metropole Ruhr zunächst aus den Strukturen eines Agglomerationsraums und der Nutzung der im Zuge des anhaltenden Strukturwandels gewonnenen Expertisen und Kompetenzen**. Dies bezieht sich insbesondere auf die Bereiche Ressourcenwirtschaft, Wasserwirtschaft und Mobilität. Es geht dabei um kreislaufwirtschaftliche Ansätze und erhöhte Materialeffizienz in der Abfallwirtschaft, die Nutzung des im Rahmen des Emscher-Umbaus gewonnenen wasserwirtschaftlichen Know-hows und einen höheren Anteil von Dienstleistungen und innovativen Ansätzen im Bereich der Mobilität, die die infrastrukturelle Dichte des Ballungsraums nutzen (vgl. Indikator „Modal Split“ und „Luft/NO₂“).
2. **Grundstoffindustrien** werden durch die **Dekarbonisierung** technisch so umgestellt, dass keine relevanten Emissionen mehr entstehen. In der Folge können diese Industrien wie die Erzeugung regenerativer Energie zukünftig der Umweltwirtschaft zugerechnet werden. Dadurch wird die Lebensqualität in der Metropole Ruhr gesteigert und die Region wird attraktiver für innovative Firmengründer und als Standort für hochqualifizierte Arbeit.
3. Der **nachsorgende Umweltschutz** in der Metropole Ruhr wird einerseits durch die Bestrebungen zur Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie und die so sinkenden Emissionen klassischer Luftschadstoffe perspektivisch weniger relevant. Andererseits bleibt er ein wichtiges Handlungsfeld, insbesondere aufgrund der in vielen Bereichen steigenden Umweltstandards (z.B. bei Luftschadstoffen, Gewässergüte). Dies betrifft neben der Nutzung z.B. von entsprechenden

⁴¹ <https://www.business.ruhr/invest/projekte/greentechruhr/greentechruhr>

Filtertechnologien auch deren Produktion, die auch für den Export erfolgen kann.

- 4. Neugründungen von Unternehmen und Bindung hochqualifizierter Arbeitskräfte** in der Metropole Ruhr. Neben der Transformation bestehender Industrien geht es auch darum, neue Geschäftsmodelle und damit neue Beschäftigungsmöglichkeiten für die Lösung drängender Zukunftsfragen zu entwickeln. Dies kann gerade auch durch umweltwirtschaftliche Aktivitäten wie den Em-scher-Umbau und die Dekarbonisierung von Grundstoffindustrien unterstützt werden, da hierdurch die Lebensqualität in der Metropole Ruhr erheblich gesteigert wird. Dies macht die Region interessanter für die Ansiedlung von Ausgründungen aus der vielfältigen Universitätslandschaft sowie für sonstige Neugründungen von Unternehmen, die hochqualifizierte Arbeitsplätze anbieten und bislang eher auf andere Regionen orientiert waren.

Vor dem Hintergrund der vier aufgeführten Bereiche deuten mehrere Faktoren auf ein prinzipiell hohes Potenzial für die künftige Entwicklung im Bereich der Umweltwirtschaft in der Metropole Ruhr hin. So kann das Ruhrgebiet von den dichten siedlungsstrukturellen Voraussetzungen profitieren (z.B. im Bereich Mobilität; Stadtregion der kurzen Wege), auf bestehende Expertisen aufbauen (z.B. in den Bereichen Strukturwandel und Wasserwirtschaft) und von den Kompetenzen einer dichten Hochschul- und Forschungslandschaft profitieren. Zahlreiche Projekte und Initiativen wirken schon heute darauf hin, die Forschungseinrichtungen und Expertisen eng mit der Wirtschaft und einer agilen Start-up-Szene (Bundesverband Deutsche Startups e.V. 2020) zu verzahnen und umweltwirtschaftliche Aktivitäten zu fördern, wie z.B.

- das Greentech.Ruhr-Netzwerk (vgl. Kasten „Gutes Beispiel“),
- die gemeinschaftliche Start-up-Initiative ruhr:HUB der Städte Bochum, Dortmund, Duisburg, Essen, Gelsenkirchen und Mülheim an der Ruhr (<https://ruhr-hub.de>),
- die Gründerallianz Ruhr (<https://www.gruenderallianz.ruhr>),
- der Gründungswettbewerb KUER.NRW für die Branchen Klima, Umwelt, Energieeffizienz und Ressourcenschonung (KUER) (<https://kuer.nrw>),
- das Prosperkolleg zur Entwicklung von Produkten und Geschäftsmodellen um Stoffkreisläufe zu optimieren bzw. zu schließen (<https://prosperkolleg.de>),
- die InnovationCity Ruhr zur Erprobung und Umsetzung neuer Lösungen für klimaneutrale Stadtteile (<https://www.innovationcity-bottrop.de>) sowie
- das von thyssenkrupp initiierte Projekt Carbon2Chem zur Reduzierung und wirtschaftlichen Nutzung von CO₂-Emissionen (MWIDE NRW o.J.).

Insgesamt sind die in der Metropole Ruhr vorhandenen Kompetenzen, Netzwerke und Forschungseinrichtungen zentrale Stärken der Metropole Ruhr.

Darüber hinaus wurden in den letzten Jahren neue Projekte gestartet, die die künftige Entwicklung der Metropole Ruhr unterstützen sollen und zu positiven Entwicklungen der Umweltwirtschaft beitragen können, wie die im Jahr 2018 von der Landesregierung NRW initiierte Ruhr Konferenz mit umzusetzenden Leitprojekten u.a. in den

Bereichen urbane Energielösungen, Mobilität und grüne Infrastruktur.⁴² Zudem wird die Metropole Ruhr für die Städte und Kreise, die derzeit noch Standorte von Steinkohlekraftwerken sind,⁴³ Fördergelder von der Bundesregierung aus dem Strukturstärkungsgesetz erhalten (5-Standorte-Programm, 662 Mio. Euro bis 2038, vgl. Landesregierung NRW 2020), um strukturelle Umbruchprozesse regional zu gestalten. Die Förderung umfasst die vier Handlungsfelder Flächenentwicklung, Mobilität und Infrastruktur, Energie und Klimaschutz sowie Innovation und Bildung, die alle Bezüge zur Umweltwirtschaft aufweisen (MULNV NRW 2020b, S. 142).

Potenzial als Vorreiterregion



Hohes Potenzial aufgrund einer starken Ist-Situation und positiven Entwicklungstendenzen. Mit den umweltwirtschaftlich relevanten Technologien und Dienstleistungen zur Dekarbonisierung und den Erfahrungen mit der Umweltwirtschaft eines Agglomerationsraums dominieren positive Potenziale für die künftige Entwicklung. Hinzu kommt die durch die verbesserte Lebensqualität gesteigerte Dynamik bei Neugründungen von Unternehmen aus dem vielfältigen universitären Umfeld.

Tabelle 4-4: Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Umweltwirtschaft“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln

⁴² <https://www.ruhr-konferenz.nrw>

⁴³ Ausgenommen des am 30.5.2020 in Betrieb genommenen Blocks IV des Kraftwerks Datteln

4.5 Luftqualität: Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO₂)

Übergeordnetes Ziel: Reduktion der NO ₂ -Emissionen zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit Globales Nachhaltigkeitsziel / Sustainable Development Goal (SDG): SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen; Gesundes Leben für alle Menschen jedes Alters gewährleisten ⁴⁴ Indikator: Stickstoffdioxidkonzentration in der Außenluft, Jahresmittelwert von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter (NO ₂ in µg/m ³); Stundenmittelwert 200 µg/m ³ (maximal 18 Überschreitungstage pro Jahr) ⁴⁵ Bestehende operationalisierte Zielsetzungen:	
World Health Organization (WHO): ⁴⁶	Jahresmittelzielwert 40 µg/m ³ Stundenmittelzielwert 200 µg/m ³ (ohne Überschreitungstage)
Europäische Kommission: ⁴⁷	EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa (EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG), seit 1. Januar 2010 Die EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmenge (NEC-Richtlinie 2001/81/EG) legt für Deutschland fest, dass ab 2010 eine NO ₂ -Emissionshöchstmenge von 1.051 Tsd. t einzuhalten ist. Nach Revision der Richtlinie als (EU) 2016/2284 (neue NEC-Richtlinie) in 2016 sind darin zudem relative Minderungsverpflichtungen gegenüber 2005 um -39% ab 2020 und um -65% ab 2030 enthalten
Deutschland: ⁴⁸	Umsetzung der EU-Grenzwerte in nationales Recht in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV): Jahresmittelgrenzwert 40 µg/m ³ ; Stundenmittelgrenzwert 200 µg/m ³ , (maximal 18 Überschreitungstage pro Jahr) Reduzierung der jährlichen NO _x -Emissionen gegenüber 2005 um 39% ab 2020, um 65% ab 2030
Nachhaltigkeitsstrategie NRW (2020): ⁴⁹	NRW-Nachhaltigkeitspostulat (strategisches Ziel): Verbesserung der Luftqualität: Sichere Einhaltung der europäischen Grenzwerte auch an Straßen in Ballungsräumen, Indikator Feinstaub- und Stickstoffdioxidkonzentrationen mit Einhaltung der EU-Grenzwerte
Stadt Essen: ⁵⁰	Bis zum Jahr 2035: Einhaltung der EU-Grenz- und WHO-Richtwerte für NO ₂
Ziel-Vorschlag Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr: ⁵¹	Bis zum Jahr 2035: Einhaltung der WHO-Zielwerte (Jahresmittel 40 µg/m ³ und Stundenmittel 200 µg/m ³ ohne Überschreitungstage)

Stickstoffdioxid (NO₂) ist ein Luftqualitätsindikator, der neben Feinstaub und Ozon besonders relevant für die menschliche Gesundheit ist. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) stuft Stickstoffdioxid neben Feinstaub, Schwefeldioxid und bodennahem Ozon als den Luftschadstoff ein, der besonders schädlich für die menschliche Gesundheit ist und bei dem kein Schwellenwert benannt werden kann, bei dessen Unterschreitung langfristige Folgen für die menschliche Gesundheit ausgeschlossen werden können (LANUV NRW o.J.a). Bei hohen NO₂-Konzentrationen können laut Umweltbundesamt Atemnot, Husten, Bronchitis, Lungenödem, steigende Anfälligkeit für Atemwegsinfekte sowie Lungenfunktionsminderung auftreten. In epidemiologischen Studien konnte ein Zusammenhang zwischen der zeitnahen Belastung mit NO₂ und

⁴⁴ MULNV NRW 2020a, S. 79

⁴⁵ Eine Überschreitung des Stundenmittelwerts von 200 µg/m³ ist zuletzt an den Messstellen im Ruhrgebiet im Jahr 2017 in Dortmund an der Brackeler Straße (Verkehrsstandort) dokumentiert worden. In den Jahren 2018-2020 gab es keinerlei Überschreitungen im Ruhrgebiet.

⁴⁶ WHO 2018b

⁴⁷ Europäisches Parlament 2001 & 2008

⁴⁸ Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz 2010

⁴⁹ MULNV NRW 2020a

⁵⁰ Die Ziel-Beschreibung für NO₂ ist in der Essener Bewerbung zur Grünen Hauptstadt Europas nicht eindeutig: Für das Jahr 2035 wird das Ziel der Einhaltung der EU-Grenz- und WHO-Richtwerte für NO₂ genannt. Als Jahresmittel wird 40 µg/m³ als Ziel genannt, als Stundenmittel 200 µg/m³ bei 18 Überschreitungen pro Jahr. Um den WHO-Zielwert beim Stundenmittel einzuhalten, wären aber keine Überschreitungstage von 200 µg/m³ zulässig (vgl. Stadt Essen 2014d, S.11)

⁵¹ Wuppertal Institut (RVR, geplante Veröffentlichung 2021)

der Zunahme der Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie der Sterblichkeit in der Bevölkerung beobachtet werden (UBA 2020b). So führt das Umweltbundesamt für das Jahr 2014 etwa 6.000 vorzeitige Todesfälle aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf die NO₂-Hintergrundbelastung zurück (UBA 2018a). NO₂ trägt auch zur Ozonbildung und zur Versauerung von Böden und Gewässern bei und ist eine Vorläufersubstanz für Fein- und Ultrafeinstäube (UBA 2020c). Die NO₂-Grenzwerte der EU wurden im Jahr 1999 beschlossen und sind von den EU-Nationalstaaten, also auch von Deutschland, seit dem Jahr 2010 verbindlich einzuhalten.

Die Hauptquelle für Stickoxide in der Atmosphäre sind Abgase, die durch Verbrennungsprozesse fossiler Brennstoffe entstehen. Ein wesentlicher Anteil wird durch den Verkehr verursacht. Weitere Verursacher sind vor allem Kraftwerks- und Abfallverbrennungsanlagen, aber auch die Wirtschaftssektoren Steine und Erden und die chemische Industrie (UBA 2020d). Im Jahr 2019 stammten in Deutschland 40% der NO_x-Emissionen aus der Energiewirtschaft, 43% aus dem Straßenverkehr und dem weiteren Verkehr, 10% aus der Landwirtschaft und 7% aus Industrieprozessen (UBA 2021b). Städte und Ballungsgebiete wie die Metropole Ruhr sind stärker von Stickstoffdioxidbelastungen betroffen als ländliche Gebiete, insbesondere an eng bebauten, viel befahrenen Straßen. Der Verkehr zählt hier zu den bedeutendsten NO₂-Quellen. Daneben gehören zu den Hauptverursachern von NO₂-Emissionen in der Metropole der Energiesektor, die Stahl- und Metallindustrie, die mineralverarbeitenden Betriebe und die chemische Industrie.⁵²

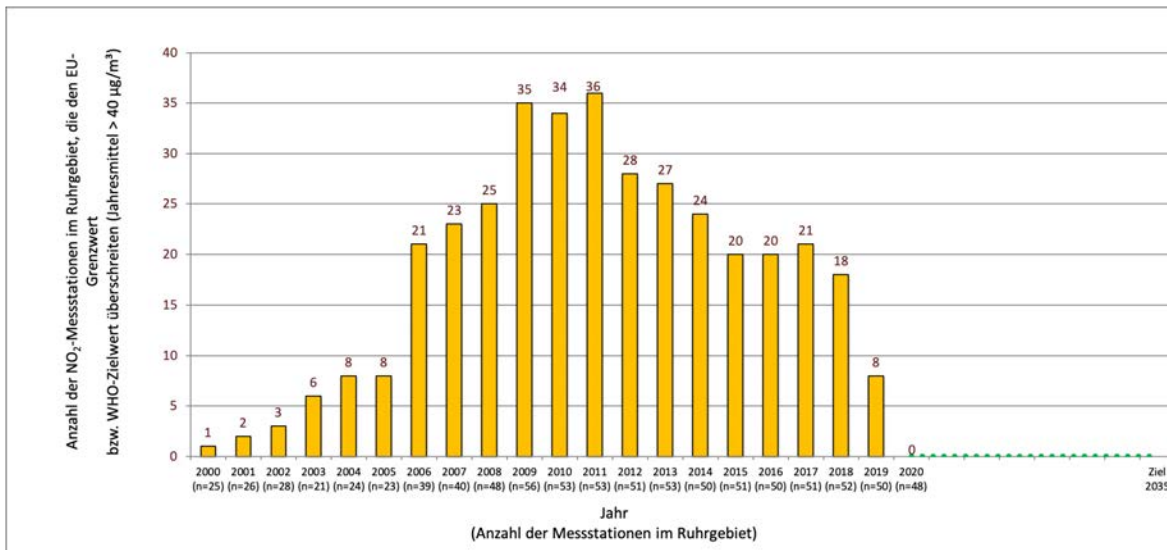
Die Abbildung 4-9 zeigt, dass in der Metropole Ruhr seit dem Jahr 2010 – bis auf das Jahr 2011⁵³ – eine kontinuierliche Verringerung des Anteils an NO₂-Messstellen mit einer Überschreitung des EU-Grenzwertes bzw. WHO-Zielwertes für den Jahresmittelwert (40 µg/m³) zu verzeichnen ist. Diese Entwicklung liegt im bundesdeutschen Trend abnehmender NO₂-Belastung – im Verkehrsbereich tragen hierzu Maßnahmen wie zum Beispiel Tempolimits, Fahrverbote, der Einsatz schadstoffärmerer Busse und die technische Verbesserung der Fahrzeugflotte bei (UBA 2020e). So wurden im Ruhrgebiet im Jahr 2010 noch an 64% und im Jahr 2011 sogar an 68% der Messstellen Überschreitungen gemessen. In den folgenden Jahren verringerte sich dieser Anteil aber stetig. Im Jahr 2015 waren es 39% und 2018 noch 35% der Messstellen mit Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwertes. Im Jahr 2019 traten noch an 16% der Messstellen Überschreitungen auf; dies betraf die fünf Städte Dortmund, Hagen, Essen, Oberhausen und Gelsenkirchen.⁵⁴ Im Jahr 2020 haben alle Ruhrgebietsstädte den Jahresmittelgrenzwert eingehalten. Allerdings muss beachtet werden, dass im Jahr 2020 der COVID-19 bedingte Lockdown die Daten beeinflusst hat und zur Zeit (im Sommer 2021) noch nicht abschließend beurteilt werden kann, inwieweit dieses besondere Ereignis Einfluss auf den weiteren Entwicklungstrend bei den Luftschadstoffmessungen hat.

⁵² Siehe unter: <https://www.thru.de/daten/karte/>

⁵³ Wuppertal Institut (2013), S. 120: Im Jahr 2011 führten ungünstige meteorologische Bedingungen zu einen ungenügenden Luftaustausch und bedingten die hohe Anzahl an Überschreitungen.

⁵⁴ ebenda

Bewertung der Ist-Situation bei Stickstoffdioxid (NO₂)



Darstellung Wuppertal Institut, Quellen: LANUV NRW 2021, Ziel-Vorschlag für 2035 nach Wuppertal Institut in RVR 2017a, S. 73; Wuppertal Institut (RVR, geplante Veröffentlichung 2021).

Abbildung 4-9: NO₂-Messstationen⁵⁵ im Ruhrgebiet, die den EU-Grenzwert bzw. WHO-Zielwert für den Jahresmittelwert (40 µg/m³) überschreiten (2000 bis 2020), Ziel-Vorschlag für das Jahr 2035

Aufgrund der Überschreitung der Luftqualitätsgrenzwerte im Jahr 2018 reichte die Deutsche Umwelthilfe bundesweit Klage gegen Städte mit deutlichen Überschreitungen (i.d.R. ab 46 µg/m³) zur Umsetzung wirksamer Maßnahmen ein, um die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte juristisch durchzusetzen. Von dieser Klage waren die folgenden sechs Städte der Metropole Ruhr betroffen, die 2018 den NO₂-Jahresmittelgrenzwert überschritten haben: Bochum, Dortmund, Essen, Gelsenkirchen, Hagen und Oberhausen (DUH 2020).

Im Zeitraum von Dezember 2019 bis Februar 2020 wurde mit diesen sechs Ruhrgebietsstädten ein Vergleich ausgehandelt mit der Verpflichtung, kurzfristig wirksame Luftreinhaltemaßnahmen umzusetzen, die sich auf den Verkehrssektor beziehen (DUH 2020). Dies sind u. a. LKW-Fahrverbotszonen in Gelsenkirchen und Oberhausen und die Stärkung des Radverkehrs in Essen und Gelsenkirchen. In Dortmund setzt man auf die Förderung des ÖPNV, die Einführung von E-Taxis und die Vergünstigung von ÖPNV-Tickets (Stadt Dortmund o.J.). In Hagen werden die Verkehrsmengen reduziert und in Bochum die Parkraumbewirtschaftung umgestellt und es wird eine starke Einschränkung des kostenfreien Parkens erfolgen. Die Umrüstung oder Erneuerung kommunaler Fahrzeuge und/oder der Busflotte auf die Abgasnorm Euro VI wollen alle beklagten Städte umsetzen (DUH 2020).

⁵⁵ Die Messnetzplanung wird jährlich fortgeschrieben und angepasst, daher schwankt die Zahl der Messstellen. Grundlage sind Hinweise der Kommunen über die Entwicklung von Belastungsschwerpunkten. Maßgeblich für die Positionierung der Messstellen sind die Vorgaben und Kriterien der 39. Verordnung zum BImSchG. (MULNV NRW o.J.: Luftqualitätsüberwachung. <https://www.umwelt.nrw.de/umwelt/umwelt-und-gesundheit/luft/luftqualitaetsueberwachung/#all>)

Gutes Beispiel aus der Metropole Ruhr: Förderung von ÖPNV und Sharing-Angeboten in der Modellstadt Essen

Essen ist seit Ende 2018 eine von fünf bundesweiten Modellstädten für saubere Luft. Hier werden mit Bundesmitteln Verbesserungen im Nahverkehr umgesetzt, um möglichst viele Menschen von der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs zu überzeugen und somit die Luftqualität zu verbessern und Fahrverbote zu vermeiden. Zu den Maßnahmen gehören u. a. die verdichtete Taktung von Bussen und Bahnen, die Vergünstigung von Abo-Tickets in Verbindung mit der Gratis-Nutzung des Car- und Bike-Sharing Angebots und die Gutschrift eines Fahrguthabens. Das Sharing-Angebot lässt sich über eine App unkompliziert nutzen und zusätzlich ermöglicht sie die Anmietung einer Radbox, um flexibel zwischen den Verkehrsmitteln zu wechseln. (Bundesregierung o. J.)



Abbildung: Straßenbahn in Essen, Quelle: Wikimedia Commons, Clic 2020, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Straßenbahn_Essen_107_1512_Zollverein_2007151242.jpg, CC BY-SA 4.0

Potenzialabschätzung zur Reduzierung von Stickstoffdioxid (NO₂) in der Metropole Ruhr

Um die von der WHO empfohlenen Zielwerte, wie vom Wuppertal Institut vorgeschlagen, bis zum Jahr 2035 einzuhalten, sollten die bereits im Verkehrsbereich eingeleiteten Luftreinhaltemaßnahmen in der Metropole Ruhr konsequent umgesetzt werden.

Um die NO₂-Belastung im Verkehrsbereich weiter zu reduzieren, sind Maßnahmen entlang der drei Strategien für eine nachhaltige Verkehrsgestaltung erforderlich:

- Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung (z.B. Stadt der kurzen Wege, autofreie Innenstadt),
- Maßnahmen zur Verlagerung von Verkehrsanteilen im Pkw-Verkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel durch restriktive Maßnahmen und Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsmittel des Umweltverbands bestehend aus ÖPNV, Rad, Fuß und ergänzendem Carsharing (z. B. Bereitstellung und Vernetzung neuer Mobilitätsangebote an sogenannten Mobilstationen wie im guten Beispiel der Modellstadt Essen), sowie
- Maßnahmen zur technischen Verbesserung der Fahrzeugflotte.

Zudem können innovative Innenstadtlogistik-Konzepte zu einer weiterhin deutlichen Verringerung der Stickstoffdioxidbelastung beitragen (DIHK 2018). Als überwiegend flache, polyzentrale Metropolregion, in der viele Ziele auf kurzen Wegen erreicht werden können (RVR 2017b), bietet die Metropole Ruhr prinzipiell günstige Voraussetzungen für eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Verkehrsgestaltung. Bisher nimmt der Pkw-Verkehr im Ruhrgebiet jedoch zu. Darum ist demgegenüber ein deutlich schnelleres und ambitionierteres Handeln notwendig (vgl. Indikator „Modal Split“).

Positive Entwicklungen bei der Reduzierung der NO₂-Emissionen aus dem Energiesektor sind durch den fortschreitenden Kohleausstieg und die bereits vollzogenen sowie die kurzfristig anstehenden weiteren Stilllegungen in den Steinkohlekraftwerken der Metropole Ruhr zu erwarten (Bundesnetzagentur 2020). Auch der Auf- und Ausbau der Metropole Ruhr zum Wasserstoffwirtschaftsstandort⁵⁶ für klimaneutrale Technologien zur Nutzung u. a. in der Stahl-Industrie, als eine weitere Industriebranche mit hohen NO₂-Emissionen, aber auch für den Maschinenbau und den Dienstleistungssektor birgt ein hohes Potenzial, um diese Emissionen zukünftig deutlich zu verringern (vgl. Indikator „Treibhausgasemissionen“).

Für technische Verbesserungen im Verkehrsbereich birgt die Nutzung der Wasserstofftechnologie (z.B. Brennstoffzellenmobilität) dann ein großes Potenzial, wenn sie für schwere (Nutz-)Fahrzeuge eingesetzt wird (z.B. Müllsammelfahrzeuge im kommunalen Fuhrpark) oder für Fahrzeuge, die weit fahren sollen (z.B. Busse im ÖPNV), da hier eine direkte Elektrifizierung durch batterieelektrische Antriebe (BEV) schwieriger ist (Rudolph et al. 2019). Durch die bereits zahlreich in der Metropole Ruhr forschenden und kooperierenden Universitäten, Institute, Initiativen, Unternehmen und Kommunen rangiert die Metropole Ruhr laut einer Studie des IW Köln (2020) im Vergleich zu acht weiteren deutschen Wasserstoffregionen im Spitzenfeld.

Die Metropole Ruhr kann beim Einsatz der Wasserstoffmobilität bei schweren (Nutz-)Fahrzeugen der kommunalen Flotten und bei Bussen im ÖPNV eine Vorreiterrolle einnehmen. Dazu gibt es bereits zahlreiche Ansätze und Forschungsprojekte: In Herten ist das Wasserstoffkompetenzzentrum „h2herten“ bereits ein Standort für mehrere Pilotprojekte, wie z. B. das europäische Projekt „HECTOR“,⁵⁷ bei dem die Abfall-Entsorgungsgesellschaft Ruhrgebiet (AGR) brennstoffzellenbetriebene Müllfahrzeuge im Straßeneinsatz testet. Auch das h2-netzwerk-ruhr ist hier ansässig.⁵⁸ In Duisburg wird am Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT angesiedelt an der Uni Duisburg/Essen) seit mehr als 20 Jahren zum Thema Wasserstoff geforscht. Hier ist bereits seit Anfang 2021 ein erster Wasserstoff-Müllwagen im Regelbetrieb unterwegs (WDR 2020b & 2021). Die Brennstoffzellen werden dazu mit erneuerbar erzeugtem, also grünem Wasserstoff betrieben, der einen nahezu emissionsfreien und sehr geräuscharmen Betrieb der Fahrzeuge ermöglicht. Die Ruhrbahn, die die Städte Essen und Mühlheim verbindet, kündigte an, bis spätestens 2033 ihre gesamte Busflotte von rund 300 Fahrzeugen auf Wasserstoff umzustellen (WAZ 2021; LokalKlick 2021). In Wuppertal, einer Nachbarstadt des Ruhrgebiets, erfolgt der Einsatz von

⁵⁶ Dies bezieht sich auf die Nutzung von „grünem“ Wasserstoff, d. h. die Nutzung von 100% erneuerbarer Energien für die Elektrolyse.

⁵⁷ Siehe <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/hector-hydrogen-waste-collection-vehicles-in-north-west-europe/>

⁵⁸ Siehe <https://h2-netzwerk-ruhr.de/>

Brennstoffzellen in Bussen des ÖPNV bereits seit 2020.⁵⁹ Im Bereich des Schiffstransports ist die Rhenus Logistik Gruppe mit Standorten in Duisburg und der Rhein-Ruhr-Region an der Entwicklung eines ersten wasserstoffbetriebenen Binnenschiffs beteiligt (Binnenschiffahrt 2021 und Stadt Duisburg 2021). Aktuell veranstaltet die Bundesregierung einen Standortwettbewerb zur Ansiedlung eines Technologie- und Innovationszentrums (TIW) „Wasserstofftechnologie für Mobilitätsanwendungen“, für den sich das Land NRW mit dem Standort Duisburg-Hüttenheim bewirbt. Das TIW soll auch dazu dienen, Märkte der Zukunft für die deutsche Automobilzulieferbranche und die Wasserstoffwirtschaft zu erschließen (ZENIT 2021).

Potenzial als Vorreiterregion



Die bisherige Entwicklung ist hinsichtlich der damit eingeschlagenen Richtung positiv zu bewerten, sollte sich aber aufgrund der Schädlichkeit des Luftschadstoffs NO₂ unbedingt verstetigen. Wenn die Metropole Ruhr es schafft, durch ambitionierte Luftreinhaltemaßnahmen, durch Maßnahmen für eine ambitionierte Verkehrsvermeidung und -verlagerung und durch die Nutzung von grünem Wasserstoff in der Industrie sowie in sinnvollen Einsatzgebieten im Mobilitätsbereich (ÖPNV, schwere Nutzfahrzeuge) die empfohlenen NO₂-Zielwerte dauerhaft einzuhalten und kontinuierlich zu unterschreiten, bietet sich dem Ruhrgebiet die Chance, sich zu einem Vorreiter im Sinne einer grünen Industrieregion zu entwickeln.

Tabelle 4-5: Bewertung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Stickstoffdioxid (NO₂)“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln

⁵⁹ Wuppertal ist eine Wasserstoff-Modellregion. Die Wuppertaler Stadtwerke haben seit 2020 zehn Wasserstoffbusse im Einsatz, wobei der nötige Strom aus einer Müllverbrennungsanlage stammt, vgl. Wuppertaler Stadtwerke 2021.

4.6 Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer

Übergeordnetes Ziel: Verbesserung des qualitativen Zustands der Fließgewässer zum Schutz der Gewässerorganismen und der menschlichen Gesundheit

Globale Nachhaltigkeitsziele / Sustainable Development Goals (SDGs):

SDG 6: Sauberes Wasser und sanitäre Einrichtung – Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten

SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden – Städte und Siedlungen inklusiv, sicher widerstandsfähig und nachhaltig gestalten

SDG 14: Leben unter Wasser – Ozeane, Meere und Meeresressourcen im Sinne nachhaltiger Entwicklung erhalten und nachhaltig nutzen⁶⁰

Indikator: Ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potenzial sowie chemischer Zustand (ohne ubiquitäre Stoffe)⁶¹ der Fließgewässer (Emscher, Lippe, Ruhr) im Ruhrgebiet

Bestehende operationalisierte Zielsetzungen:

Europäische Kommission⁶²	Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) (Jahr 2000) Guter ökologischer und chemischer Zustand für alle natürlichen Fließgewässer bzw. gutes ökologisches Potenzial ⁶³ und guter chemischer Zustand für alle erheblich veränderten oder künstlichen Fließgewässer bis 2015; Nachfristen: 2021 bzw. 2027 ⁶⁴
NRW⁶⁵	Ziele gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)
Nachhaltigkeitsstrategie NRW (2020)⁶⁶	Ziele gemäß der EG-WRRL
Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr	Zielvorschläge gemäß der EG-WRRL

Lebendige und intakte Gewässerlebensräume sind in einer dicht besiedelten und industrialisierten Region wie der Metropole Ruhr von hoher Bedeutung, da sie durch vielfältige Nutzungen und Schadstoffeinträge⁶⁷ im besonderen Maße beansprucht werden. In der Vergangenheit wurden im Ruhrgebiet die Gewässerstrukturen⁶⁸ durch die

⁶⁰ Relevantes SDG auch für Fließgewässer, da Fließgewässer ins Meer münden und dort die Gewässerökologie beeinflussen.

⁶¹ Der chemische Zustand wird in ganz Deutschland als „nicht gut“ eingestuft. Grund hierfür sind die flächendeckend auftretenden (ubiquitären) Schadstoffe (z.B. Quecksilber), die in allen Gewässern die Normen überschreiten. Ohne die Bewertung der ubiquitären Stoffe sind 84% der deutschen Oberflächengewässer in einem „guten“ und sechs Prozent in einem „nicht guten chemischen Zustand“ (BMU 2017).

⁶² Europäisches Parlament / Rat der Europäischen Union 2000

⁶³ Zentrales Ziel der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) aus dem Jahr 2000 ist ein "guter Zustand" aller Flüsse und Seen sowie des Grundwassers. Für natürliche Fließgewässer ist dieses Ziel dann erreicht, wenn sowohl der ökologische als auch der chemische Zustand mit "gut" bewertet werden. Für erheblich veränderte und künstliche Gewässer sind das „gute ökologische Potenzial“ und der „gute chemische Zustand“ zu erreichen.

⁶⁴ Die Ziele sollten bis 2015 erreicht werden. Wenn natürliche oder technische Gründe die fristgerechte Zielerreichung verhindern oder ein unverhältnismäßiger Aufwand für die Einhaltung erforderlich ist, kann eine Fristverlängerung von bis zu 6 Jahren (2021 bzw. 2027) in Anspruch genommen werden (§ 29 WHG). Gründe für die verzögerte Zielerreichung werden für alle Wasserkörper in den sogenannten Planungseinheiten-Steckbriefen dargelegt, abrufbar unter <https://www.flussgebiete.nrw.de/entwurf-des-bewirtschaftungsplans-2022-2027-fuer-nordrhein-westfalen-8914>. Ende des Jahres 2018, zur Halbzeit des zweiten Bewirtschaftungszyklus zur Umsetzung der EU-WRRL, erschien von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) eine Zwischenbilanz, in der es heißt: „Trotz all dieser Anstrengungen muss damit gerechnet werden, dass die Ziele der WRRL bis Ende 2027 nicht in allen Wasserkörpern vollständig erreicht werden. Hemmnisse sind z. B. der natürlich bedingte Zeitraum bis zum Eintreten einer messbaren Wirkung vieler Maßnahmen, denn selbst wenn Gewässer renaturiert oder Einleitungen abgestellt sind, benötigen Tiere und Pflanzen oft viele Jahre, um in die verbesserten Gewässerabschnitte zurückzukehren.“ Siehe unter: <https://www.flussgebiete.nrw.de/zwischenbilanz-2018-zur-umsetzung-der-wasserrahmenrichtlinie-8047>

⁶⁵ vgl. MULNV NRW 2020d

⁶⁶ MULNV NRW 2020a, S. 35.

⁶⁷ Damit leisten Maßnahmen für eine bessere Gewässerökologie einen Beitrag zum Null-Schadstoff-Aktionsplan des European Green Deal der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2019 (Europäische Kommission 2019b).

⁶⁸ Die Gewässerstruktur umfasst Gewässerbett, -sohle, -ufer, und -umfeld, ist eine Grundlage für die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers und neben der Gewässergüte maßgeblich für den Erhalt und die Entwicklung natürlicher Lebensgemeinschaften. Sie gehört zu den hydromorphologischen Qualitätskomponenten. <https://www.flussgebiete.nrw.de/die-unterstuetzenden-qualitaetskomponenten-7261>

Industrie und den Bergbau massiv verändert: Die 150 Jahre andauernde Industrialisierung und das Siedlungswachstum haben das Gesicht vieler Fließgewässer im Ruhrgebiet teilweise sehr stark verändert bzw. zerstört.

Das Ruhrgebiet wird von drei Nebenflüssen des Rheins durchzogen, die das Fließgewässersystem maßgeblich prägen: Die Ruhr, die gleichzeitig Namensgeber für die Metropole Ruhr als einen der größten Ballungsräume Europas ist, die Emscher und die Lippe. Die drei Flüsse übernahmen im Laufe der Industriegeschichte unterschiedliche Aufgaben: Das Wasser der Ruhr dient vor allem zur Versorgung der Menschen mit Trinkwasser und der Industrie mit z.B. Kühlwasser. Die Emscher wurde auf ihrer gesamten Länge von ca. 85 km quer durchs Ruhrgebiet aufgrund der mit dem Steinkohlebergbau einhergehenden Bergsenkungen zum offenen Abwasserkanal für Haushalte und Industrie umgebaut, weshalb sie zeitweise den Beinamen „Kloake des Ruhrgebiets“ trug und zu einem ökologisch toten Fluss wurde (Frank 2010; Ruhrverband o.J.) (siehe auch den Info-Kasten zum Emscher-Umbau). Um Überschwemmungen der angrenzenden Städte mit Schmutzwasser entgegenzuwirken, wurde der natürliche Flusslauf der Emscher massiv verändert (z.B. Begradigungen, Eindeichungen, Verlegung der Flussmündung) (Ruhrverband o.J. a). Das Wasser der Lippe war zum Trinken zu salzhaltig, weshalb es bis heute dazu dient, das westdeutsche Kanalnetz für die Binnenschifffahrt mit Wasser zu speisen. Insgesamt hat der ökologische Zustand aller drei Gewässer durch Eintragungen aus dem Industrie- und Ballungsraum extrem gelitten. Im Zuge des Strukturwandels der Region gleicht sich die Nutzung der Flüsse heute einander wieder an. Bei allen drei Flüssen wird entsprechend der EG-Wasserrahmenrichtlinie das Ziel verfolgt, einen möglichst naturnahen Lebensraum wiederherzustellen (ebd.).

Flüsse und Bäche sind für eine Vielzahl heimischer Tier- und Pflanzenarten bedeutende Entwicklungs- und Lebensräume. Für die Erhaltung der biologischen Vielfalt haben saubere, naturnahe Gewässer und die dazugehörigen Auen eine herausragende Bedeutung, denn sie erfüllen eine wichtige Vernetzungsfunktion für Habitate und Biotope und dienen den Menschen als attraktive Erholungs-, Erlebnis-, und Bildungsräume – gerade in einem dicht besiedelten Ballungsraum wie der Metropole Ruhr.⁶⁹

Tiere und Pflanzen zeigen spezielle Anpassungen an die besonderen Verhältnisse in einem Fließgewässer. Ihr Leben wird u. a. bestimmt durch Strömung, Sauerstoffgehalt, Wassertemperatur, Nährstoffangebot, Lichtverhältnisse und vieles mehr. Aufgrund ihres hohen Spezialisierungsgrads eignen sich Wasserorganismen sehr gut als Indikatoren für den ökologischen Zustand der Fließgewässer. Dazu werden die im Gewässer lebenden Organismen mit dem Bestand verglichen, welcher dort natürlicherweise vorkommen sollte.

Seit der im Jahr 2000 in Kraft getretenen EG-Wasserrahmenrichtlinie wird der Gewässerzustand vorrangig nach biologischen Qualitätskomponenten sowie festgelegten chemischen Parametern bewertet. Außerdem werden flussgebietspezifische Schadstoffe und unterstützend die hydromorphologischen (Gewässerstruktur) sowie die allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten (Temperaturverhältnisse,

⁶⁹ Vgl. MKULNV 2015c, S. 53ff.

Sauerstoff- und Salzgehalt, Nährstoffverhältnisse) zur Bewertung herangezogen⁷⁰ (ganzheitliche Bewertung) (MULNV NRW 2020d). Ziel ist die Herstellung des guten oder sehr guten ökologischen Zustands natürlicher Fließgewässer. Die Einstufung erfolgt je nachdem wie stark die aktuelle Qualität des Gewässers von der durch menschliche Einflüsse unbeeinträchtigten Gewässerqualität abweicht. Die Einstufung erfolgt maßgeblich auf Basis der biologischen Qualitätskomponenten, also den im Wasser lebenden Organismen. Dazu gehören Fische, wirbellose Tiere der Gewässersohle (Makrozoobenthos), Wasserpflanzen (Makrophyten) sowie Algen (Phytobenthos/Phytoplankton)⁷¹. Für diese Organismengruppen werden die Artenzusammensetzung und die Artenhäufigkeit erfasst und bewertet. Bei den Fischen wird zusätzlich die Altersstruktur der Lebensgemeinschaft und beim Phytoplankton die Biomasse bewertet. Die Einstufung des ökologischen Zustands erfolgt anhand des schlechtesten Ergebnisses (Worst-Case-Prinzip) mit der für die jeweilige Gewässerkategorie relevanten Qualitätskomponente. Wenn also die wirbellosen Tiere und die Makrophyten in einem Fluss mit „gut,“ die Fischfauna aber mit „mäßig“ (Klasse 3) bewertet wird, ist der ökologische Zustand des Flusses mäßig (BMU o.J. b).

Zahlreiche Gewässer sind vom Menschen in ihrer Struktur so massiv verändert worden, dass sie nicht mehr als „natürliche“ Gewässer eingestuft werden, sondern als „erheblich veränderte“ oder „künstliche“ Gewässer (z.B. Kanäle), die aufgrund der massiven Strukturveränderungen nicht den „guten ökologischen Zustand“ erreichen können. Für diese Gewässer gilt nicht der (sehr) gute ökologische Zustand als Ziel, sondern das gute ökologische Potenzial, wofür andere (abgeschwächte) Bewertungsmaßstäbe zugrunde gelegt werden. Die EU berücksichtigt damit, dass nicht auf jegliche Gewässernutzung verzichtet werden kann (z.B. Schifffahrt oder Trinkwassergewinnung) und dadurch die natürlicherweise vorkommenden Lebensräume nur zum Teil wieder hergestellt werden können (UBA 2017b). In Nordrhein-Westfalen (NRW) wird rund die Hälfte der Oberflächenwasserkörper als „erheblich verändert“ ausgewiesen, was die hohe Bevölkerungsdichte und intensive Gewässernutzung in NRW wie auch im Ruhrgebiet widerspiegelt (MULNV NRW o.J.d).

Der ökologische und chemische Zustand wird in NRW seit 2005 im Rahmen eines fortlaufenden Monitorings gemäß EG-WRRL in der Regel alle drei Jahre an Fließgewässern mit einem Einzugsgebiet größer 10 km² erfasst und bewertet (LANUV NRW 2018, S. 8). Die Bewertung des ökologischen Zustands/Potenzials wird in fünf Klassen vorgenommen – von „sehr gut/höchstes“ der Klasse 1 bis „schlecht“ der Klasse 5. In verschiedenen Naturräumen unterscheiden sich die Gewässer stark und weisen natürlicherweise verschiedene Lebensgemeinschaften auf. Deshalb werden die Gewässer innerhalb ihrer Gewässerkategorie (Fließgewässer, Seen, Übergangs- und Küstengewässer) zur Bewertung und Bewirtschaftung in Typen eingeteilt.

⁷⁰ Hydromorphologische und physikalisch-chemische Qualitätskomponenten werden als unterstützende Qualitätskomponenten für die Einstufung des ökologischen Zustands ausgewertet; sie dienen der ergänzenden Interpretation und Plausibilisierung der biologischen Qualitätskomponenten (BMU o.J. a).

⁷¹ Als Makrozoobenthos werden die am Gewässerboden lebenden Organismen bezeichnet, Makrophyten sind unter der Mittellwasserlinie wurzelnden oder frei im Wasser flutende Gefäßpflanzen sowie die makroskopisch sichtbaren Moose und Armleuchteralgen. Als Phytobenthos bezeichnet man den Bewuchs der Gewässerböden (Benthal), welcher hauptsächlich aus Algen besteht. <https://www.flussgebiete.nrw.de/entwurf-des-bewirtschaftungsplans-2022-2027-fuer-nordrhein-westfalen-8914> Steckbriefe für das Gebiet Emscher, S. 11 ff.

Bewertung der Ist-Situation des ökologischen und chemischen Zustands der Fließgewässer

Die Bewertung der Fließgewässer erfolgt auf Ebene der Wasserkörper. Ein Wasserkörper kann ein Bach/Fluss, ein Flussabschnitt oder der Teil eines Kanals sein. Die folgenden Abbildungen fassen die aktuelle Bewertung (4. Monitoringzyklus 2015-2018) zum ökologischen Zustand/Potenzial sowie zum chemischen Zustand (ohne ubiquitäre Stoffe)⁷² der Planungseinheiten der Flüsse Emscher, Lippe und Ruhr einschließlich ihrer Neben-/Zuflüsse zusammen.

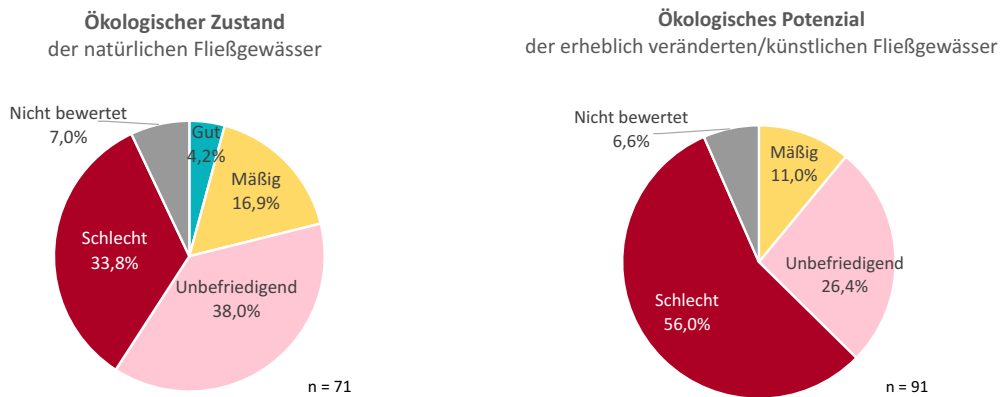


Abbildung 4-10: Ökologischer Zustand der natürlichen Fließgewässer bzw. ökologisches Potenzial⁷³ der erheblich veränderten oder künstlichen Fließgewässer Emscher, Lippe und Ruhr einschließlich ihrer Nebenflüsse/Bäche⁷⁴

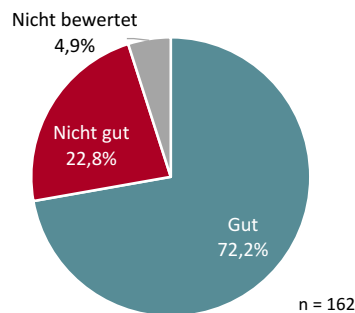


Abbildung 4-11: Chemischer Zustand⁷⁵ der Fließgewässer Emscher, Lippe und Ruhr einschließlich ihrer Nebenflüsse/Bäche

⁷² vgl. Fußnote 62 für „ubiquitäre Stoffe“

⁷³ Bewertungsklassen ökologischer Zustand bzw. Potenzial: sehr gut/höchste (Klasse 1), gut (Klasse 2), mäßig (Klasse 3), unbefriedigend (Klasse 4), schlecht (Klasse 5)

⁷⁴ Berücksichtigt werden für die Darstellung des ökologischen Zustands/Potenzials sowie für den chemischen Zustand die Planungseinheiten Emscher Ost und Mitte-West, Lippe Wesel-Dorsten / Dorsten-Lünen / Lünen-Lippborg sowie Untere und Mittlere Ruhr. Einzelne Wasserkörper liegen davon nicht im RVR-Gebiet. Wasserkörper anderer Fließgewässer, die teilweise nur zum Teil auf RVR-Gebiet liegen, werden nicht dargestellt (z.B. Seseke, Stever, Volme). Quellen: MULNV NRW 2020, Planungssteckbriefe Emscher, S. 48; MULNV NRW Planungssteckbriefe Emscher, 2020, S.59; MULNV NRW 2020, Planungssteckbriefe Lippe, S. 50 ff; MULNV NRW, Planungssteckbriefe Lippe, 2020 S. 68 ff; MULNV NRW 2020 Planungssteckbriefe Lippe S. 84 ff; MULNV NRW 2020, Planungssteckbriefe Ruhr, S. 50 ff

⁷⁵ Bewertungsklassen chemischer Zustand: wenn die Umweltqualitätsnormen eingehalten wurden „gut“ sonst „nicht gut“ (maßgebend: inwieweit kommen relevante Schadstoffe in zu großen Konzentrationen vor oder nicht).

Die Abbildungen zeigen, dass der chemische Zustand (ohne ubiquitäre Stoffe) in rund einem Fünftel der Planungseinheiten Emscher, Lippe und Ruhr und der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial in den meisten Wasserkörpern defizitär bewertet werden (nicht gut/schlecht/unbefriedigend). Die Hauptgründe hierfür sind die Belastung mit flussgebietspezifischen Schadstoffen, die fehlende Durchgängigkeit und die Nährstoffbelastung der Fließgewässer. In drei Viertel der Wasserkörper wird immerhin ein „guter chemischer Zustand“ erreicht (ohne ubiquitäre Stoffe). Für die Einheit Emscher-Ost ist dies erreicht worden z. B. durch die ökologische Umgestaltung und die nun im Dortmunder Stadtgebiet bis zur Kläranlage Deusen vollständige Schmutzwasserbefreiung des Flussabschnitts.

Um den „guten“ chemischen Zustand oder den „guten ökologischen Zustand“/das „gute biologische Potenzial“ zu erreichen, ist im Ruhrgebiet vielfach eine Fristverlängerung vorgesehen, zum Teil auch deutlich über die Nachfrist der Jahre 2021 und 2027 hinaus bis zu den Jahren 2033/2039/2045 (vgl. Abschnitt Potenzialeinschätzung und Ausführungen im Anhang). Die Ergebnisse zum ökologischen Zustand/Potenzial und zum chemischen Zustand zeigen, dass:

- die jahrzehntelange Nutzung der Gewässer im Ruhrgebiet für Industrie- und Siedlungsabwässer massive Auswirkungen auf die Biologie der Gewässer hatte und noch immer hat. Um hier positive Veränderungen für die Fließgewässer herbeizuführen und die geforderten Ziele der EG-WRRL zu erreichen, sind enorme Anstrengungen notwendig.
- die Relevanz ambitionierter Maßnahmen sehr hoch ist, um den Lebensraum für Fauna und Flora an und in Gewässern wiederherzustellen (Stoppen des Verlusts der Biodiversität, auch als Lebensgrundlage der Menschen).

Im Baldeneysee in Essen, durch den die Ruhr fließt, hat sich die Wasserqualität im Vergleich zu früheren Zeiten hinsichtlich der Vorgaben der Badegewässerverordnung so verbessert, dass seit dem Jahr 2017 bei trockenem Wetter eine Badestelle betrieben werden kann⁷⁶ (Stadt Essen o.J.; Schoenemann & Jardin 2015). Auch in der Stadt Bochum gibt es Pläne, das Baden in der Ruhr zu ermöglichen (Ruhr 24, 2020). Zu berücksichtigen ist allerdings, dass Standards für Badequalität keine Aussage über den ökologischen Zustand eines Gewässers ermöglichen.

⁷⁶ Das Baden ist seit dem Jahr 2017, in dem die Stadt Essen den Titel „Grüne Hauptstadt Europas“ der Europäischen Kommission trug, möglich. Bei trockener Wetterlage werden die Anforderungen der Europäischen Union an die Wasserqualität von Badewässern eingehalten. Nach stärkeren Regenfällen, die zu kurzzeitigen Verschmutzungen des Ruhrwassers durch ungereinigte Abwässer führen können, löst ein Frühwarnsystem automatisch ein Badeverbot aus (Stadt Essen o.J.).

Gutes Beispiel aus der Metropole Ruhr: Generationenprojekt Emscher-Umbau

Nach knapp 30 Jahren Bauzeit (seit 1992) und einem Investitionsvolumen von mehr als fünf Milliarden Euro steht mit dem Generationenprojekt Emscher-Umbau im Jahr 2021 das größte wasserwirtschaftliche Einzelprojekt Deutschlands kurz vor dem Abschluss (EGLV 2021a). In und durch die Emscher, ein ursprünglich natürlicher Flusslauf der von Menschen zu einem offenen Abwasserkanal umgeformt wurde, soll ab Ende 2021 kein Abwasser mehr fließen (EGLV 2021b). Das eigens dafür errichtete Abwassersystem wird das bisher in die Emscher geleitete Abwasser unterirdisch in Kanälen zu Kläranlagen transportieren, so dass sauberes Fluss- und Regenwasser offen in und durch die Emscher fließen und eine schrittweise ökologische Verbesserung erfolgen kann. Seit Beginn des Emscher-Umbaus vor 30 Jahren wurde die Renaturierung der Emscher und ihrer Nebengewässer sukzessive vorangetrieben, wodurch diese inzwischen zu über 50 Prozent zu saubereren, ökologisch wertvollen Gewässern umgestaltet werden konnten (MULNV NRW 2020d). Die Artenvielfalt hat sich in diesem Zeitraum von 170 Arten auf rund 500 Arten annähernd verdreifacht (EGLV 2021a). Zudem sind in den bereits renaturierten Abschnitten der Emscher wieder Forellen, Groppen oder Stichlinge ansässig. An den Ufern zeugen der Eisvogel, die Gebirgsstelze und die blauflügelige Prachtlibelle von einer verbesserten Gewässerqualität (ebd.). Durch den Emscher-Umbau und die Renaturierung entsteht mitten im Ruhrgebiet eine lebendige und artenreiche Flusslandschaft, die als Biotopverbund der Flora und Fauna in den nächsten Jahrzehnten die Möglichkeit gibt, sich erneut auszubreiten.⁷⁷ Der Emscher-Umbau trägt zu einer Aufwertung der Lebens- und Aufenthaltsqualität in der Region bei, steht für eine nachhaltige Transformation in der Region und ist ein Impulsgeber und Treiber der regionalen Klimafolgenanpassung sowie städtebaulicher Maßnahmen (EGLV 2021a).



Abbildung: Die noch nicht renaturierte Emscher im Norden von Essen

Quelle: [Arnoldius](#) 2010, [CC BY-SA 3.0](#)



Abbildung: Renaturierte Emscher nahe Dortmund-Schönau

Quelle: [Stefan Kunzmann](#) 2012, [CC BY-SA 3.0](#)

⁷⁷ Süddeutsche Zeitung 2021a und MULNV NRW 2020d: Steckbriefe der Planungseinheiten in den nordrheinwestfälischen Anteilen von Rhein, Weser, Ems und Maas, Entwurf des 3. Bewirtschaftungsplans 2022-2027 für NRW, Steckbriefe für das Gebiet Emscher, Lippe und Ruhr; <https://www.flussgebiete.nrw.de/entwurf-des-bewirtschaftungsplans-2022-2027-fuer-nordrhein-westfalen-8914>

Die Gründe für die Bewertungen der einzelnen Planungseinheiten der Fließgewässer werden im Folgenden erläutert (Fokus: Hauptgewässer Emscher/Lippe/Ruhr):

Die **Emscher** ist ein fast 85 km langer Nebenfluss des Rheins, an dem ca. 2,2 Mio. Menschen leben. Sie gehört zu den „erheblich veränderten Gewässern“ mit dem Entwicklungsziel, das „gute ökologische Potenzial“ zu erreichen. Im Jahr 1992 wurde der Umbau des künstlichen Schmutzwasserlaufs Emscher beschlossen, der mehrere Jahrzehnte andauerte und mit einer schrittweisen Rückwandlung in ein schmutzwasserfreies Gewässersystem im Jahr 2021 abgeschlossen sein soll (Wuppertal Institut 2013b, siehe auch Kasten „Gutes Beispiel“ dazu).

Die Emscher ist in zwei Planungseinheiten gegliedert: Emscher-Ost und Emscher-Mitte-West. In der **Planungseinheit Emscher-Ost** (38 km Länge von Hauptlauf und 3 Nebengewässern) sind der Emscher-Hauptlauf und fast alle Zuläufe von der Sohlschalung befreit und zu knapp zwei Drittel (24 km) naturnah umgestaltet. An den Nebengewässern belegen Makrozoobenthos-Untersuchungen eine zunehmende Artenvielfalt und zeigen vereinzelt schon gute biologische Entwicklungen. Für die Entwicklung im Hauptlauf ist zu berücksichtigen, dass noch mehrere Jahre für die positive Entwicklung des Arteninventars nötig sein werden, bis sich auch dort bessere Gewässerbewertungen ergeben können. (MULNV NRW 2020d, Planungssteckbriefe Emscher, S. 48 ff.)

An der **Planungseinheit Emscher-Mitte-West** (239 km Länge von Hauptlauf und zwanzig Nebengewässern) werden für die umgestalteten und renaturierten Gewässerabschnitte⁷⁸ ebenfalls positive Entwicklungen verzeichnet, wie beispielsweise an der Alten Emscher in Duisburg, die auch durch den Duisburger Landschaftspark fließt (vgl. Indikator „Grünflächen“). In den renaturierten Gewässerabschnitten geht die Wiederbesiedlung der ehemaligen Schmutzwasserläufe und die Entstehung lebendiger Ökosysteme von den wenig belasteten Bachoberläufen aus, in denen die für Fließgewässer typischen Tiere und Pflanzen überlebt haben. Durch die weitere Entflechtung des Abwassers und die naturnahe Umgestaltung wird die Artenvielfalt künftig ansteigen. Aber auch hier ist zu beachten, dass die Entwicklung ausgereifter Lebensgemeinschaften Zeit braucht (mindestens 10 Jahre Entwicklungszeit). Zudem sind den ökologischen Entwicklungsmöglichkeiten im Emschergebiet eindeutige Grenzen gesetzt, da zahlreiche Vorflutpumpwerke die Durchgängigkeit blockieren und somit die Entwicklung der Fischfauna gestört bzw. unterbunden wird. Der chemische Zustand in dieser Planungseinheit wird überwiegend mit „nicht gut“ bewertet, nur in einigen Bachabschnitten erfolgte eine Bewertung mit „gut“. Als Belastungsfaktoren sind hierfür zahlreiche industrielle und kommunale Einleitungen verantwortlich. So erfolgen trotz des Endes des Steinkohlebergbaus weiterhin Einleitungen von Grubenwässern in die Emscher. (MULNV NRW 2020d, Planungssteckbriefe Emscher, S. 56 ff.)

⁷⁸ Z.B. Deininghauser Bach in Castrop-Rauxel, Dorneburger Bach in Bochum, Alte Emscher in Duisburg, Dellwiger Bach in Dortmund (MULNV NRW 2020d, Planungssteckbriefe Emscher, S. 58)

Die **Lippe**, deren Mittel- und Unterlauf im Ruhrgebiet verläuft, ist hier durch einige Besonderheiten gekennzeichnet, wie z. B. Bergsenkungen durch den Steinkohlebergbau, Eindeichungen, Poldergebiete, Industrieansiedlungen, ausgebaute Gewässerabschnitte und im Bereich der Planungseinheit Lünen-Lippborg zusätzlich durch Sumpfungswasser und Kühlwassereinleitungen.

In der **Planungseinheit Wesel-Dorsten** der Lippe und ihrer zehn Nebengewässer werden 49% der Gewässerlänge als natürlich und 51% als erheblich verändert eingestuft. Die biologischen Qualitätskomponenten und der chemische Zustand werden in dieser Planungseinheit als „schlecht“ eingestuft. Hier wurden organische Zinnverbindungen, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Flammschutzmittel festgestellt, welche z. T. auf frühere industrielle Anwendungen und auf das Verkehrsaufkommen in diesem dicht besiedelten Gebiet zurückzuführen sind. Hinzu kommen erhöhte Nachweise von bestimmten Arzneimitteln und überhöhte Phosphor- und Stickstoffverbindungen in einigen Gewässerabschnitten. Letztere sind dem hohen Anteil an landwirtschaftlicher Flächennutzung in dieser Planungseinheit zuzuschreiben. Auch Defizite in der Gewässerstruktur aufgrund des technisch orientierten Ausbaus der Gewässerunterhaltung sowie die durch Querbauwerke für die Fischfauna mangelnde Durchgängigkeit sind in diesem Abschnitt zu verzeichnen. Zur Verbesserung der Gewässerstruktur wurden und werden hier einige große Projekte durchgeführt, wie z. B. die Lippeverlegung im Mündungsbereich bei Wesel und die Umgestaltung der Hammbachmündung. (MULNV NRW 2020d, Planungssteckbriefe Lippe, S. 50 ff.)

In der sich anschließenden **Planungseinheit Lippe Dorsten-Lünen** (152 km Gewässerlänge inkl. elf Nebengewässern) sind 48% der Gewässer als natürlich und 52% als erheblich verändert bzw. künstlich eingestuft. Auch hier liegen erhebliche Defizite in der Gewässerstruktur durch den Ausbau des Fließgewässers vor. Für die Fischfauna ergeben sich neben dem Gewässerausbau zusätzliche Probleme durch die Aufwärmung durch Kühlwassereinleitungen in die Lippe, da warmes Wasser sehr viel weniger Sauerstoff bindet. Die Mehrheit der zu dieser Planungseinheit gehörenden Gewässerkörper sind mit Kupfer und Blei belastet und neben den im vorherigen Abschnitt schon aufgeführten Belastungen finden sich in diesem Lippeabschnitt zusätzlich Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel. (MULNV NRW 2020d, Planungssteckbriefe Lippe, S. 68 ff.)

Der letzte Abschnitt der Lippe im Ruhrgebiet liegt zwischen **Lünen und Lippborg** (112 km und acht Nebengewässer). Die Landschaft ist geprägt vom Bergbau und der Industrie mit bergsenkungsbedingten Niederungen, Poldergebieten und Eindeichung aller Gewässer. Parallel zur Lippe läuft der Datteln-Hamm-Kanal. Obwohl große Teile der Lippe und ihrer Auebereiche hier als FFH-Gebiete (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie) und als Naturschutzgebiete ausgewiesen sind, fehlt durch die Eindeichung der Lippe ihre Anbindung an die Auen. Zudem wird der Fluss hier durch Wehre gestaut und ist dadurch für wandernde Gewässerorganismen nicht durchgängig. (MULNV NRW 2020d, Planungssteckbriefe Lippe S. 84 ff.)

Von den insgesamt 219 km Länge der **Ruhr** verlaufen knapp 100 km des Fließgewässers in der Planungseinheit der unteren und etwa 24 km in der mittleren Ruhr durch die Metropolregion. Hinzu kommen für die Planungseinheit der unteren Ruhr 14 Nebengewässer, so dass sich eine Länge von insgesamt 254 km Fließgewässerstrecke für

die Planungseinheit untere Ruhr ergibt. Viele Zuflüsse der Ruhr werden städtebaulich oder industriell genutzt und sind kanalisiert und teilweise verrohrt. Die Ruhr hat eine große Bedeutung für die Trink- und Brauchwasserversorgung und die Energiegewinnung. So finden sich vor allem im Bereich der mittleren Ruhr große Anlagen zur Trinkwassergewinnung (Talsperren) und zahlreiche Stauanlagen zur Wasserkraftnutzung. Auf einer Länge von rund 12 km vor ihrer Mündung in den Rhein ist die Ruhr auch eine Bundeswasserstraße und wird hier für die Schifffahrt genutzt.

Der chemische Zustand der Wasserkörper in der **Planungseinheit der unteren und mittleren Ruhr** ist ohne ubiquitäre Stoffe mit „gut“ bewertet. Allerdings wurden in der unteren Ruhr bei den ubiquitären, überall verbreiteten Stoffen die Umweltqualitätsnormen⁷⁹ für Quecksilber überschritten sowie mit Ausnahme eines Abschnitts des Deilbachs die Umweltqualitätsnormen für das verbotene Pestizid Heptachlor, für Flammschutzmittel, für PAK und für perfluorierte Tenside überschritten. Außerdem sind in der unteren und mittleren Ruhr die flussgebietspezifischen Schadstoffe Kupfer und Zink nachgewiesen worden. Negativen Einfluss auf die Fischfauna als eine der biologischen Qualitätskomponenten haben Wanderhindernisse wie Stauwehre und Sohlabstürze sowie schlechte Sohl- und Uferbereiche. Dies beeinträchtigt die Artenvielfalt, die Anzahl, die Altersstruktur und die Reproduktion der Fischfauna. Ein guter Zustand der Fischfauna wird demgegenüber in einigen Nebengewässern der Ruhr und im Ruhrwasserkörper von Witten bis Volmarstein erreicht (MULNV NRW 2020d, Planungssteckbriefe Ruhr, S. 50 ff.).

Potenzialabschätzung für den ökologischen und chemischen Zustand der Fließgewässer für die Metropole Ruhr

Durch die zahlreichen Maßnahmen zur Vermeidung von Abwassereinleitungen und die in vielen Gewässerabschnitten und Zuläufen durchgeführten naturnahen Rückwandlungen der vielen in der Vergangenheit zu Abwasserrinnen degradierten Fließgewässer im Ruhrgebiet (z.B. die Emscher und viele ihrer Zuflüsse sowie die Seseke und die Körne, welche in die Lippe münden) lässt sich eine deutlich positive Entwicklung beobachten, die neben den ästhetischen Aspekten insbesondere deutliche Vorteile für die Artengemeinschaften der Fließgewässer und Auebereiche hat, wie man am Beispiel der renaturierten Seseke sehen kann (MULNV NRW o.J.d). Im Laufe der nächsten Jahr(zehnt)e wird dies zu einer verbesserten Bewertung der bereits renaturierten Gewässer im Ruhrgebiet führen. Aufgrund der zahlreichen noch immer bestehenden Nutzungen und nicht vollständig rückbaubaren Verbauungen der Gewässer sind in der Metropole Ruhr jedoch noch viele Jahr(zehnt)e nötig, um die Ziele der EU-WRRL zu erreichen (vgl. Tabelle im Anhang zu den vorgesehenen Fristüberschreitungen).

⁷⁹ Für den chemischen Zustand sind EU-weit Umweltqualitätsnormen in der Richtlinie 2008/105/EG festgelegt, die den Schutz der Gewässerorganismen (einschließlich der Anreicherung in der Nahrungskette) und der menschlichen Gesundheit berücksichtigen. Bei Überschreitung der festgelegten Werte für die dort aufgeführten Stoffe müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die Belastung zu verringern (UBA 2020h).

Um das Ziel der EG-WRRL, ein gutes ökologisches Potenzial oder den guten ökologischen Zustand der Fließgewässer in der Metropole Ruhr zu erreichen, müssen zukünftig noch viele weitere Maßnahmen durchgeführt werden. Dies sind etwa die Herstellung der auf- und abwärts gerichteten Durchwanderbarkeit der Wasserkörper an zahlreichen Querbauwerken im Ruhrgebiet. Notwendig ist auch die Reduzierung der Fein-, Nährstoff- und Schadstoffbelastungen durch die Landwirtschaft, der Neubau und die Anpassung von Anlagen zur Ableitung und Behandlung von Misch- und Niederschlagswässern (so genannte Trennsysteme), das Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung, die Reaktivierung von Auebereichen und der Anschluss von Seitengewässern und Altarmbereichen.

Potenzial als Vorreiterregion



Zum Erreichen der Ziele der EG-WRRL in den Fließgewässern der Metropole Ruhr müssen noch zahlreiche Maßnahmen durchgeführt werden, damit die Rückbesiedlung der natürlichen und erheblich veränderten Fließgewässer im Sinne eines guten ökologischen Zustands/Potenzials erfolgen kann. Bisher wurden zwar schon einige gute Resultate für den chemischen Zustand erreicht (vgl. Emscher-Umbau als internationales Vorzeigeprojekt), aber für das Erreichen des guten ökologischen Potenzials der drei Hauptflüsse in der Metropole Ruhr brauchen die biologischen Systeme noch viele Jahre und Jahrzehnte, um sich wieder in annähernd natürlicher Form zu etablieren, selbst wenn alle geplanten Maßnahmen umgesetzt sind.

Tabelle 4-6: Bewertung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „ökologischer Zustand der Fließgewässer“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln

4.7 (Urbane) Grün- und Erholungsflächen

Ziel: Dauerhafter Erhalt bestehender und Schaffung neuer urbaner Grün- und Erholungsflächen in der Metropolregion Ruhr

Globales Nachhaltigkeitsziel SDG 11: Nachhaltige Städte und Siedlungen: Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten: Bis 2030 sollen (unter anderem) sichere, inklusive und zugängliche Grünflächen und öffentliche Räume insbesondere für Frauen und Kinder, ältere Menschen und Menschen mit Behinderungen gesichert werden

Indikator: Entwicklung der Grün- und Erholungsflächen

Bestehende operationalisierte Zielsetzungen:

Weltgesundheitsorganisation (WHO) (2017)	In Stadtgebieten: Zugang zu öffentlichen Grünflächen von mindestens 0,5 bis 1 Hektar in nicht mehr als 300 Metern Luftlinie (ungefähr 5 Gehminuten)
EU	<ul style="list-style-type: none"> • Europäische Umweltagentur (2015): Von jedem Punkt in einer Stadt sollte eine Grünanlage nicht weiter als 300 Meter entfernt sein (BMUB 2015). • Leipzig Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt (2007): Architektur, Infrastruktur- und Stadtplanung sollen qualitätsvolle öffentliche Räume herstellen und sichern (BMUB 2007). • Der Wettbewerb „European Green Capital“ (Titelvergabe seit 2010) und die EU-Strategie zur „Grünen Infrastruktur“ (2015) sollen dazu beitragen, dass urbane Gebiete grüner werden (BMUB 2015).
Deutschland	<ul style="list-style-type: none"> • Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) (2009): Ziel des Gesetzes: Vermeidung, Reduzierung oder Kompensierung negativer Folgen von Eingriffen in Umwelt und Natur. • Nationale Biodiversitätsstrategie (2007): Bis zum Jahr 2020 ist die Durchgrünung der Siedlungen einschließlich des wohnumfeldnahen Grüns (zum Beispiel Hofgrün, kleine Grünflächen, Dach- und Fassadengrün) deutlich zu erhöhen. Öffentlich zugängliches Grün mit vielfältigen Qualitäten und Funktionen steht in der Regel fußläufig zur Verfügung (BMUB 2007).
NRW	<ul style="list-style-type: none"> • NRW-Nachhaltigkeitsstrategie (2016): Mittelfristiges Ziel: In städtischen Quartieren ist das Wohnumfeld durchgrünt, klimagerecht, sicher und barrierefrei zu gestalten (Landesregierung Nordrhein-Westfalen 2016a, S. 40). • Klimaanpassungsgesetz NRW (KlAnG) (2021): Schutz und Ausbau grüner Infrastruktur, da grüne Infrastruktur aufgrund ihrer vielfältigen positiven Beiträge u.a. zur Stadtkühlung als eines der wirksamsten Maßnahmenfelder der Klimaanpassung angesehen wird, insbesondere in urbanen Räumen (§4).
Metropole Ruhr	<ul style="list-style-type: none"> • Freiraumsicherung durch den RVR (2012): Erholungsgebiete und Grünzüge sind weitgehend endgültig festzulegen und von Industrie und Wohnsiedlungen freizuhalten (RVR 2012). • Regionalplan Ruhr (RVR 2018a): <ul style="list-style-type: none"> ○ Regionale Grünzüge sind vor der weiteren Inanspruchnahme für Siedlungszwecke zu schützen. Sie sind mit kommunalen Grünflächen zu verbinden und ökologisch aufzuwerten. ○ Die Voraussetzungen für eine landschaftsorientierte und naturverträgliche Erholungs-, Sport- und Freizeitnutzung sind zu erhalten und zu entwickeln. ○ Ortsnahe Erholungseinrichtungen sollen fußläufig und auf Radwegen oder mit öffentlichen Nahverkehrsmitteln erreichbar sein. • Gesetz über den Regionalverband Ruhr (2020), Paragraph 4: Sicherung und Weiterentwicklung von Grün-, Wasser-, Wald-, und sonstigen von der Bebauung freizuhaltenen Flächen mit überörtlicher Bedeutung für die Erholung und zur Erhaltung eines ausgewogenen Naturhaushalts (RVR 2020b). • Internationale Gartenausstellung (IGA) Metropole Ruhr 2027: Schaffung einer grünen Städte-Landschaft (RVR 2016, S. 14).

Ziel-Vorschläge des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr

- Bis zum Jahr 2030 soll der überwiegende Teil der Bevölkerung der Metropole Ruhr in nicht mehr als 300 Meter Luftlinie (ungefähr 5 Gehminuten) vom eigenen zu Hause Zugang zu öffentlichen Grünflächen von mindestens 2 Hektar haben („Region der grünen 5-Minuten-Städte“).⁸⁰
- Bis zum Jahr 2030 sollen alle dafür geeigneten kommunalen Gebäude über Dach- und Fassadenbegrünungen verfügen.
- Bestehende urbane Grün- und Erholungsflächen sollen erhalten und vor anderen Nutzungsansprüchen geschützt und in ihrer Qualität verbessert werden. Bei der Entwicklung neuer Stadtquartiere sollen miteinander vernetzte Grün- und Erholungsflächen geschaffen werden. In bestehenden Stadtquartieren mit zu wenigen Grün- und Erholungsflächen sollen diese ergänzt werden.

Quelle: Wuppertal Institut nach RVR (geplante Veröffentlichung 2021) mit eigenen Überarbeitungen

Grün- und Erholungsflächen erfüllen vielfältige positive Funktionen und unterliegen gleichzeitig meist konkurrierenden Nutzungsansprüchen wie z.B. im Bereich der Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur, des Arten-, Landschafts- und Naturschutzes oder der landwirtschaftlichen Nutzung. Dabei sind vor allem in urbanen Räumen gering oder nicht versiegelte, begrünte Flächen mit Blick auf ihre sozialen, ökologischen und gesundheitlichen Effekte bedeutsam. So bewirken Grünflächen z.B. positive Veränderungen in der Strahlungs- und Wärmebilanz, reduzieren den sommerlichen Wärmeinseleffekt, spenden Schatten, wirken als Frischluftschneisen und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Klimafolgenanpassung, besonders während sommerlicher Hitzeperioden (UBA 2015). Versiegelte Böden führen dagegen zu höheren Lufttemperaturen in den Innenstädten, zu einer Verringerung des Luftaustauschs und erhöhen das Risiko von Überschwemmungen bei Starkniederschlägen (MKULNV NRW 2010).

Zudem stellen städtische Grünflächen einen wichtigen Lebensraum für Tiere und Pflanzen dar und dienen als Biotope dazu, den Artenrückgang zu verlangsamen bzw. zu stoppen (NABU NRW 2017). Aber auch der soziale Nutzen von Grün- und Erholungsflächen im Stadtgebiet sollte nicht unterschätzt werden: Als Flächen für Freizeit-, Sport- und Spielaktivitäten sind sie Orte der sozialen Interaktion und Integration und erfüllen wertvolle Freizeit- und Erholungsfunktionen in urbanen Räumen (MBWSV NRW 2014). All diese Aspekte wirken sich auch positiv auf die Gesundheit aus. Hinzu kommen positive psychische Effekte von grüner und blauer Infrastruktur, die aber nicht nur von der Quantität, sondern auch von der Qualität und der unmittelbaren Nähe und Erreichbarkeit von Grünflächen abhängen (WHO 2016). Urbane Grün- und Erholungsflächen in fuß- oder radverkehrstauglicher Distanz tragen dazu bei, einen autoorientierten Freizeitverkehr zu reduzieren (vgl. Indikatoren „Modal Split“ und „NO₂“). Zuletzt können sich urbane Grünflächen als weicher Standortfaktor begünstigend auf Wohnstandort- und Investitionsentscheidungen auswirken und so die Metropole Ruhr als Wirtschaftsstandort stärken (BMUB 2017). Dies gilt insbesondere für Industrieregionen wie dem Ruhrgebiet, um dem oft noch vorhandenen Image einer grauen, tristen und wenig lebenswerten Region ein positives, grünes und lebenswertes Image gegenüberzustellen. Städtische Grün- und Erholungsflächen sind zentrale Bausteine einer nachhaltigen Stadt- und Quartiersentwicklung.

⁸⁰ Der Zielvorschlag orientiert sich an den Zielgrößen der WHO, der europäischen Energieagentur und dem britischen Accessible Natural Green Space Standards in Towns and Cities. Um dieses Ziel zu erreichen, wird es auch darum gehen, Grün- und Erholungsflächen zu erweitern. Siehe Wuppertal nach RVR (geplante Veröffentlichung 2021) für einen diesbezüglichen Zielvorschlag, den täglichen Zuwachs an Grün- und Erholungsflächen im Ruhrgebiet bis zum Jahr 2035 auf mindestens 2,5 Hektar zu Lasten versiegelter Gebäude- und Verkehrsflächen zu erhöhen.

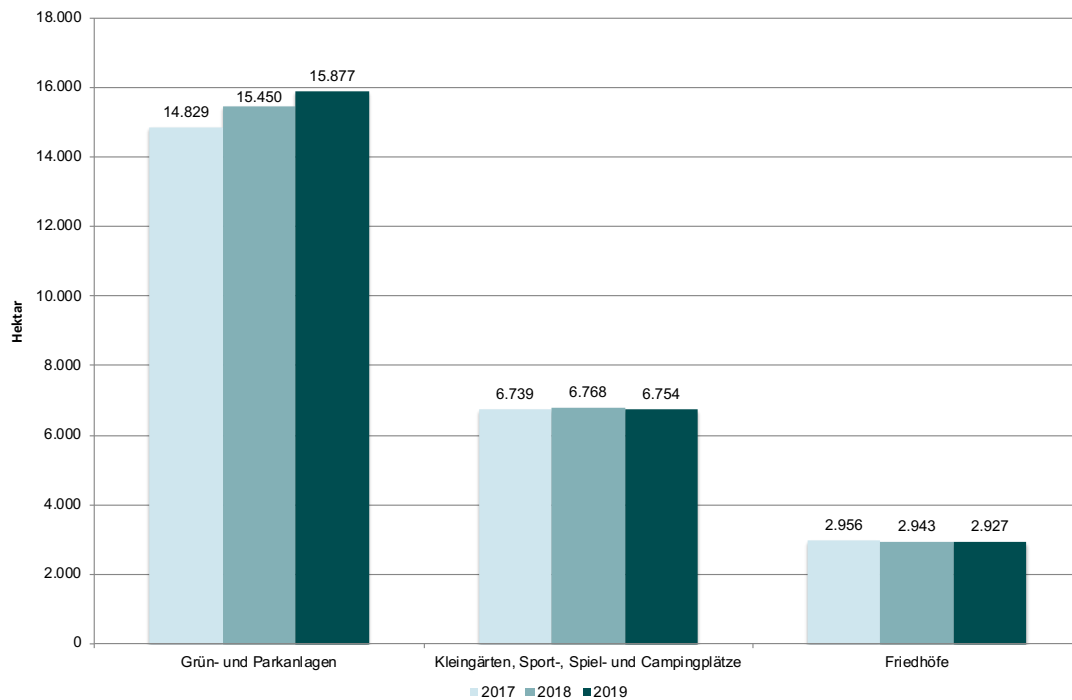
Auf die Definition kommt es an

Die Entwicklung von städtischen Grün- und Erholungsflächen kann je nach Betrachtung sehr unterschiedlich bewertet werden. Da die in der amtlichen Statistik erfassten Flächennutzungen noch keine Rückschlüsse auf die Erreichbarkeit, die Qualität oder den Zustand der Grün- und Erholungsflächen erlauben, bewerten verschiedene Studien nicht nur die flächenmäßige Verfügbarkeit dieser Grünräume. Grunewald et al. (2016) berechnen z.B. den Anteil der Bewohnerinnen und Bewohner, für die eine mindestens 1 Hektar große Grün- oder Gewässerfläche in 300 Metern Luftlinie bzw. 500 Metern Fußweg erreichbar ist (siehe auch die Ziele der WHO und der Europäischen Umweltagentur im Ziele-Kasten). Eine andere Herangehensweise ist der sogenannte Green View Index. Der vom Massachusetts Institute of Technology entwickelte Index bewertet anhand von Google Street View Aufnahmen, wie stark Baumkronen und Vegetation das Stadtbild prägen (Treepedia 2021). Der Husqvarna Urban Green Space Index (HUGSI) nutzt Satellitenbilder für die Bewertung von städtischen Grün- und Erholungsflächen. Dabei wird anhand verschiedener Parameter u.a. die Verteilung, Erreichbarkeit und Qualität dieser Flächen untersucht (Husqvarna 2021). Es ist daher zu prüfen, ob bzw. inwieweit die vorhandenen und genutzten Statistiken in der Metropole Ruhr den Mehrwert von Grün- und Erholungsflächen im Ruhrgebiet adäquat abbilden und für welche Aspekte zusätzliche Bewertungsverfahren ergänzt werden sollten.

Bewertung der Ist-Situation der (urbanen) Grün- und Erholungsflächen in der Metropole Ruhr

Die Schaffung und der Erhalt von Grün- und Erholungsflächen hat im Ruhrgebiet bereits eine lange Tradition: Der damalige Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk begann schon in den 1920er Jahren mit der Sicherung von Freiräumen in Form von sogenannten regionalen Grünzügen (RVR 2012 & 2019b, S. 90 f.). Der verstärkte wirtschaftliche Strukturwandel ab den 1960er Jahren eröffnete dem Ruhrgebiet schließlich viele Möglichkeiten, die Brachflächen ehemaliger Bergwerks- und Montanindustrie in urbane Grün- und Freizeitflächen umzugestalten. So entstanden unter anderem Parks und Freiraumanlagen wie der Landschaftspark Duisburg Nord, Industriegärten auf nicht mehr genutzten und der Natur überlassenen Brachen, begrünte Abraumhalden mit Landmarken wie der Tetraeder in Bottrop oder auch der Emscher Park Radweg. Außerdem wurden in den 1970er Jahren die fünf großen Revierparks in Duisburg, Bottrop, Gelsenkirchen, Herne und Dortmund angelegt, die über ein Radwegenetz miteinander verbunden sind. Im Rahmen der Internationalen Bauausstellung (IBA) Emscher Park (1989-1999) wurde zur Unterstützung des Strukturwandels und der Verbesserung der Lebensqualität der Menschen der Emscher Landschaftspark entwickelt, der sieben regionale Grünzüge auf einer Fläche von rund 460 Quadratkilometern umfasst und auf altindustriellen Flächen, Industriebrachen, Halden und Depo-nien realisiert wurde (siehe auch den Kasten zum guten Beispiel des Landschaftsparks Duisburg-Nord). Zur weiteren Entwicklung und Umsetzung einer Gesamtstrategie zur Freiraumentwicklung, die von allen relevanten Akteurinnen und Akteuren im Ruhrgebiet mitgetragen wird, wurde das Freiraumkonzept der Metropole Ruhr erarbeitet. Es beinhaltet unter anderem die Gestaltung der regionalen Grünzüge und deren Verknüpfung mit städtischen Grün- und Erholungsflächen (RVR 2018b). Auch für die

weitere Entwicklung werden Maßnahmen zur Aufwertung bestehender und zur Anlage neuer urbaner Grün- und Erholungsflächen umgesetzt, wie z.B. für die Internationale Gartenausstellung (IGA) 2027 (RVR 2021a). Im Rahmen der von der Landesregierung NRW initiierten Ruhr-Konferenz werden die beiden Leitprojekte „Grüne Infrastruktur 2030“ für die Schaffung eines durchgängigen Netzes aus Grün- und Freiräumen umgesetzt (RVR o.J.) sowie „Klimaresiliente Region mit internationaler Strahlkraft“ für eine integrierte, wassersensible Stadtgestaltung umgesetzt (MULNV NRW o.J.b).



Quelle: Eigene Darstellung nach Wuppertal Institut in RVR (geplante Veröffentlichung 2021)

Abbildung 4-12: Entwicklung der Grün- und Erholungsflächen in der Metropole Ruhr 2017 - 2019

Im Jahr 2019 umfassen die urbanen Grün- und Erholungsflächen im Ruhrgebiet etwa 256 Quadratkilometer (25.558 Hektar), was einem Anteil von rund 5,7 Prozent an der Gesamtfläche entspricht (Wuppertal Institut nach RVR, geplante Veröffentlichung 2021).⁸¹ Von den Grün- und Erholungsflächen entfallen 62,1% (15.877 Hektar) auf öffentliche und private Grün- und Parkanlagen, 26,4% auf Kleingärten sowie Sport-, Spiel- und Campingplätze (6.754 Hektar) und 11,5% (2.927 Hektar) auf Friedhofsflächen. Innerhalb des Ruhrgebiets gibt es jedoch deutliche Unterschiede. Während der Anteil der Grün- und Erholungsflächen an der Gesamtfläche in Hagen lediglich 4,4 Prozent und in Bottrop 6,6 Prozent beträgt, liegt er in Essen und Gelsenkirchen bei über 13 Prozent. Der Zuwachs an Grün- und Erholungsflächen betrug im Zeitraum von 2017 bis 2019 rund 10 Quadratkilometer (1.034 Hektar), was einem jährlichen Zuwachs in der Flächengröße von 483 Fußballspielfeldern (345 Hektar)⁸² entspricht bzw. einem täglichen Zuwachs von 1,3 Fußballspielfeldern (0,94 Hektar).

⁸¹ Dabei werden diese Flächen gemäß dem amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) über Sport-, Freizeit-, Erholungs- und Friedhofsflächen definiert (Statistisches Landesamt Nordrhein-Westfalen o.J.)

⁸² FIFA-Norm für das markierte Fußballspielfeld: Länge 105 Meter, Breite 68 Meter = 7.140 Quadratmeter = 0,714 Hektar (FIFA 2016, S. 49)

In der amtlichen Statistik sind Grün- und Erholungsflächen ein Teilelement der Siedlungs- und Verkehrsfläche.⁸³ 39,2 Prozent der Gesamtfläche des Ruhrgebiets wurde im Jahre 2019 durch die Siedlungs- und Verkehrsfläche eingenommen, was den Charakter der Region als sehr dicht besiedelter Ballungsraum verdeutlicht. Damit weist das Ruhrgebiet einen wesentlich höheren Anteil von Siedlungs- und Verkehrsflächen auf als der Landesdurchschnitt von 23,1 Prozent (LANUV NRW 2017) oder der Bundesdurchschnitt von 13,8 Prozent (UBA 2018b).

Auf der Bundesebene besteht das Ziel, den Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (=Flächenverbrauch) bis zum Jahr 2030 auf unter 30 Hektar pro Tag zu senken⁸⁴ (Bundesregierung 2018, S. 55). Das Land NRW möchte hierzu einen „angemessenen Beitrag“ leisten (Landesregierung NRW 2020a, S. 82). Ziel der Biodiversitätsstrategie NRW aus dem Jahr 2015 ist, den Flächenverbrauch pro Tag bis zum Jahr 2020 auf 5 Hektar und langfristig auf null Hektar zu reduzieren (MKULNV NRW 2015c, S. 109). Derzeit wird dieser NRW-Zielwert noch überschritten (6,5 Hektar pro Tag im Durchschnitt der Jahre 2017 bis 2019; vgl. IT.NRW nach LANUV NRW 2020). In der Metropole Ruhr hat die Siedlungs- und Verkehrsfläche zwischen 2017 und 2019 um insgesamt 59 Hektar zugenommen (Wuppertal Institut nach RVR, geplante Veröffentlichung 2021), pro Tag somit um 0,05 Hektar. Dies zeigt einerseits, dass die Nettoflächenneuanspruchnahme in der Region fast zu einem Stillstand gekommen ist, was eine positive Entwicklung darstellt, die unbedingt verstetigt werden sollte. Andererseits zeigen die Daten zum Flächenverbrauch, dass die deutliche Zunahme der Grün- und Erholungsflächen im Ruhrgebiet (0,94 Hektar pro Tag von 2017 bis 2019) im Wesentlichen nicht durch eine Neuanspruchnahme wertvoller Flächen erfolgt ist, sondern durch Nutzungsänderungen innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsflächen sowie Flächenrecyclings.

Darüber hinaus spielen im Ruhrgebiet auch Haldenflächen eine Rolle, die teilweise als Grün- und Freizeitflächen genutzt werden, jedoch nicht in der Kategorie der Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen erfasst werden. Sie stellen mit ihrer Industrienatur Lebensräume auch für bedrohte Tier- und Pflanzenarten dar, wie z.B. der Kreuzkröte (LANUV NRW o.J.b) und leisten als Sekundärbiotop⁸⁵ einen wichtigen Beitrag zur biologischen Vielfalt.

Die vorhandenen Grünflächen in der Metropole Ruhr stellen auch im überregionalen Vergleich einen deutlichen regionalen Standortvorteil dar. In einer Studie der IW Consult GmbH und des Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik e.V. (2020) wurde der Anteil an Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen⁸⁶ an der Siedlungsfläche in den acht deutschen Metropolregionen Berlin-Brandenburg, Frankfurt/Rhein-Main, Hamburg, Metropole Ruhr, München, Rhein-Neckar, Rhein-Region und

⁸³ In der statistischen Erfassung setzt sich die Siedlungs- und Verkehrsfläche aus folgenden Katasterkategorien zusammen: Gebäude- und Freiflächen, Betriebsflächen (ohne Abbauflächen), Erholungsflächen, Friedhofsflächen und Verkehrsflächen (Landesregierung NRW 2016b, S. 24).

⁸⁴ In der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie ist seit dem Jahr 2002 ein Flächensparziel verankert. Da das ursprüngliche Ziel einer Reduzierung des Flächenverbrauchs auf 30 Hektar pro Tag bis zum Jahr 2020 nicht erreicht wurde, ist das Erreichen des Ziels in der Neuauflage der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie von 2016 auf das Jahr 2030 verschoben worden.

⁸⁵ Ein Sekundärbiotop ist ein nicht natürliches entstandenes, sondern von Menschenhand geschaffenes Biotop (z.B. Steinbrüche, Halden, Brachen), das einen Lebensraum für bestimmte Tiere und Pflanzen darstellt.

⁸⁶ Hierzu zählen Parks und Wälder, aber auch Freilichtmuseen, Campingplätze und historische Altstädte.

Stuttgart miteinander verglichen. Die Metropole Ruhr besitzt, zusammen mit der Rhein-Neckar-Region, den prozentual höchsten Anteil an diesen Erholungsflächen (S. 71 f.).

Außerdem weist die Metropole Ruhr zahlreiche Grünflächen an den Siedlungsändern auf, die in der Flächenstatistik als Vegetationsflächen ausgewiesen werden und mit rund 58% mehr als die Hälfte des RVR-Gebiets ausmachen. Dazu gehören z.B. landwirtschaftliche Flächen, Wälder, Gehölze, Heide-, Sumpf- und Moorflächen sowie vegetationslose Stein-, Fels- und Dünenflächen.

Gutes Beispiel aus der Metropole Ruhr: Landschaftspark Duisburg-Nord

Der Landschaftspark Duisburg-Nord ist heute eine einzigartige Kultur- und Naturlandschaft, die sich aus einer belasteten Industriebranche heraus entwickelt hat. Die Idee für den Park entstand 1989 im Rahmen der Internationalen Bauausstellung (IBA) Emscher Park. Auf dem 180 Hektar



Bildnachweis: Andreas Poznanski auf Pixabay

großen Gelände des stillgelegten Hüttenwerks Meiderich, in dessen Hochöfen Roh-eisen für die weitere Stahlerzeugung produziert wurde, verbinden sich die Neugestaltung von Grün- und Erholungsflächen mit dem Erhalt von Industriedenkmalern. So können Besucherinnen und Besucher des Landschaftsparks z.B. die 70 Meter hohe Plattform des einstigen Hochofens besteigen oder durch die zahlreichen Wasser-, Grün- und Gartenanlagen Erholung finden – auch die Alte Emscher durchzieht den Landschaftspark auf einer Länge von 3 Kilometern (vgl. Indikator „Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer“). Das Areal hat sich mittlerweile zu einem reichhaltigen Lebensraum für Tiere und Pflanzen entwickelt („Industrienatur“/ „Sekundärbiotop“) und beherbergt unter anderem eine biologische Vielfalt von 700 Pflanzenarten. Außerdem ist der Landschaftspark Duisburg-Nord einer von 27 Ankerpunkten auf der sogenannten „Route der Industriekultur“ – einem rund 400 Kilometer langen Weg, der quer durch das Ruhrgebiet führt und die 150-jährige Geschichte des Strukturwandels der Industrieregion anhand von stillgelegten Zechen, Hüttenwerken und brach liegenden Grünflächen erlebbar macht (www.landschaftspark.de; Landesregierung NRW 2019).

Transformationspotenziale

Die genannten Zahlen verdeutlichen, dass das Ruhrgebiet dicht bebaut ist. Mögliche langfristige Potenziale für die Erschließung weiterer Grün- und Erholungsflächen bestehen durch das Flächenrecycling zusätzlicher Industriebrachen („von grau zu grün“, vgl. Landschaftspark Duisburg-Nord), oder durch den Rückbau von Infrastrukturen (UBA 2017c), z.B. bei überdimensionierten Gebäude- Betriebs- und Verkehrsflächen oder infolge (kleinräumiger) Schrumpfungsprozesse. Während die Metropole Ruhr lange Zeit von sinkenden Bevölkerungszahlen geprägt war, zeichnet sich in den letzten Jahren insbesondere in den kreisfreien Städten (Essen, Dortmund) eine Trendwende mit Einwohnerzuwachsen ab, während die Kreise leichte Rückgänge verzeichnen (RVR 2020c). In schrumpfenden Räumen ergibt sich somit ein Potenzial in der Anpassung der Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur an die sich ändernde Nachfrage. In wachsenden Städten hingegen wird es insbesondere darum gehen, im Sinne einer „doppelten Innenentwicklung“ eine zusätzlich benötigte Bebauung mit Gebäuden im Inneren bestehender Siedlungen auf bereits versiegelten Flächen umzusetzen (Nachverdichtung), anstatt wertvolle Flächen am Siedlungsrand oder unversiegelte Flächen zu beanspruchen – und dabei gleichzeitig bestehende Grünflächen beizubehalten, auszuweiten, qualitativ weiterzuentwickeln und zu vernetzen (NABU o.J.).

Bis zum Jahr 2035 bestehen insbesondere in den folgenden drei Bereichen Transformationspotenziale, die vor allem die urbanen Kernbereiche des Ruhrgebiets adressieren, um hier zu einem „Mehr“ an Stadtgrün beizutragen, das positive Effekte auf die Qualität der Grünflächen und für die Lebensqualität der Menschen in ihrem direkten Wohnumfeld hat. Dieses „Mehr“ an Stadtgrün wird sich größtenteils nicht in der statistischen Kategorie der Grün- und Erholungsflächen abbilden. Um es trotzdem statistisch abbildbar zu machen, sollten neue Definitionen und Bewertungsverfahren für Stadtgrün geprüft und angewendet werden (vgl. Kasten „Auf die Definition kommt es an“).

Dach- und Fassadenbegrünung

Dach- und Fassadenbegrünungen sind insbesondere für einen Ballungsraum wie die Metropole Ruhr (mit fünf Großstädten über 100.000 Einwohnern)⁸⁷ ein wichtiger Ansatzpunkt. Der RVR hat bereits zusammen mit der Emschergenossenschaft ein regionales Gründachkataster entwickelt, das nicht nur die Eignung von Dachflächen für Dachbegrünungen ausweist, sondern auch erste Abschätzungen bereitstellt zur eingesparten Abwassermenge, Feinstaubabsorption und CO₂-Speicherung durch Dachbegrünungen (RVR 2021b). Demnach sind im gesamten RVR-Gebiet insgesamt 118,5 Quadratkilometer (km²) Dachflächen gut für die Installation von Dachbegrünungen geeignet. Das entspricht einer Fläche von rund 16.600 Fußballfeldern. Dadurch ließen sich insgesamt rund 89.000 Tonnen CO₂ pro Jahr speichern, was den durchschnittlichen CO₂ Emissionen von 11.265 Personen in Deutschland im Jahre 2019 entspricht (Statista 2020). Außerdem können dadurch 1.160 Tonnen Feinstaub gebunden und 41 Mio. Kubikmeter (m³) Regenwasser zwischengespeichert werden.

⁸⁷ Dortmund: 587.000 Einwohner; Essen: 583.000 Einwohner; Duisburg: 499.000 Einwohner; Bochum: 365.000 Einwohner; Bottrop: 117.000 Einwohner

Neben dem ökologischen Potenzial besitzen Dachbegrünungen, besonders auf Nichtwohngebäuden, auch ein Erholungspotenzial, das bislang kaum erschlossen ist. So zeigt bspw. der Salesforce Park in San Francisco mit seinen 600 Bäumen und über 16.000 Pflanzen, wie selbst in hoch verdichteten Innenstädten Dachflächen zu Parklandschaften umgebaut werden (Transbay Joint Powers Authority 2021). In Kopenhagen wurde 2014 mit dem ØsterGro auf dem Dach eines ehemaligen PKW-Auktionshauses ein Urban Gardening Projekt gestartet (Østergro 2021). Auf rund 600 m² werden Biolebensmittel angebaut und sogar Hühner gehalten. Der Ertrag wird an rund 40 Haushalte nach dem Solawi-Prinzip⁸⁸ verteilt. Zudem wird inzwischen ein eigenes Restaurant (Gro Spiseri) betrieben. Das Beispiel unterstreicht, wie ökologischer mit sozialem Nutzen und regionaler Wertschöpfung einhergehen kann. Beispiele wie der Bosco Verticale (Mailand) oder das Hotel Parkroyal On Pickering (Singapur) verdeutlichen zudem eindrucksvoll die architektonischen Potenziale von Fassadenbegrünung.

Transformation des Straßenraums

Straßen wurden lange nach dem Primat der “autogerechten Stadt” gebaut. Die Folge sind Staus, Luft- und Lärmbelastungen etc. sowie eine Einschränkung der Nutzungspotenziale des öffentlichen Straßenraums aufgrund der einseitigen Ausrichtung auf die Belange des vorherrschenden Autoverkehrs (vgl. Indikator „Modal Split“). Eine Redemokratisierung des Straßenraums im Sinne einer gemeinwohlorientierten, klimaresilienten und fairen Verteilung des öffentlichen Raums bietet enorme Potenziale für Grün- und Erholungsflächen im direkten Wohnumfeld. Die Stadt Wien zeigt bspw. mit den “Coolen Straßen Plus” (Stadt Wien 2021), wie klimaangepasste Quartiersstraßen mit hoher Aufenthalts- und Erholungsqualität entwickelt werden können. Die Stadt Kopenhagen geht mit St. Kjelds (Tredje Natur 2021) noch einen Schritt weiter und baut ein Bestandsquartier zum ersten klimaangepassten Stadtteil der Welt um (siehe Kasten zum guten Beispiel). Entsiegelung, Regenwasserabkopplung, mehr Bäume, Wiesen und Beete sind Komponenten, die die Folgen von Starkniederschlägen reduzieren und gleichzeitig kleinteilige Grün- und Erholungsflächen schaffen sollen.



Abbildung 4-13: Visualisierung einer derzeit diskutierten Transformation des Straßenraums am Beispiel Neuer Graben, Dortmund

Quelle: MUST (2021), Bildrechte: EGLV/MUST

⁸⁸ Bei Solidarischer Landwirtschaft (Solawi) werden die Lebensmittel nicht mehr über den Markt vertrieben, sondern fließen in einen eigenen, durchschaubaren Wirtschaftskreislauf, der von den Verbraucher*innen mit organisiert und finanziert wird.

Für das Ruhrgebiet zeigt das LesSON-Projekt mit seinen Pilotstraßen Neuer Graben (Dortmund) und Lothringer Straße (Gelsenkirchen), dass entsprechende Planungen auch hier möglich sind.⁸⁹ Bei nahezu allen Straßen existieren Begrünungspotenziale, die von kleinen “Pocket Parks” bis zu aufwendigen Straßenraumsanierungen reichen.

Qualifizierung und Erweiterung vorhandener Grün- und Erholungsflächen

Grün ist nicht gleich grün. Wie bereits im Abschnitt davor gezeigt, entscheidet nicht allein die Quantität, sondern auch die Qualität und die Erreichbarkeit von Grün- und Erholungsflächen darüber, ob sie die oben genannten sozial-ökologischen Funktionen erfüllen können. Sowohl die Ökosystemdienstleistungen⁹⁰ als auch der soziale und ökonomische Mehrwert entsprechender Flächen ist eng mit deren Gestalt verknüpft. Ein Park mit Rasenflächen und Spielgeräten leistet andere Ökosystemdienstleistungen und liefert einen anderen sozialen und ökonomischen Mehrwert (u.a. Freizeit, Erholung) als die Begrünung von Straßenbahngleisen (u.a. Verbesserung des Stadtklimas, Schadstoffaufnahme) oder „wilde“, insektenfreundliche Grünelemente (Förderung der Biodiversität). Entsprechend gilt es, vorhandene Grün- und Erholungsflächen zu qualifizieren und an lokale wie ökologische Bedarfe (z.B. Klimafolgenanpassung) anzupassen. Zu prüfen ist, inwieweit vorhandene Flächen erweitert werden können. Das Flächenpotenzial dürfte gering sein, allerdings trägt die qualitative Aufwertung vorhandener Flächen zu deren Funktionssteigerung bei.

Potenzial als Vorreiterregion



Hohes Potenzial aufgrund der schon seit den 1920er Jahren verfolgten Ansätze zur Sicherung von Freiräumen (regionale Grünzüge) und vielfältiger weiterer Maßnahmen (z.B. Revierparks, Emscher Landschaftspark und Radweg, Industriekultur und -natur), aktuell positiver Entwicklungen bei den Indikatoren „Grün- und Erholungsflächen“ und „Flächenverbrauch“, einem hohen Anteil an Erholungsflächen im Vergleich zu anderen deutschen Metropolregionen und vielversprechenden Ansätzen für die weitere Entwicklung (z.B. Offensive Grüne Infrastruktur 2030; MULNV NRW o.J.e).

Tabelle 4-7: Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich im Handlungsfeld „Grün- und Erholungsflächen“ zu einer Vorreiterregion zu entwickeln

⁸⁹ Siehe Projektbeschreibung unter <https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/907>.

⁹⁰ Nutzen bzw. Vorteile, die der Mensch aus Ökosystemen bezieht, z.B. Grünflächen und frische Luft für Freizeit und Erholung oder insektenfreundliches Grün für das Bestäuben von Obst- und Gemüseblüten oder Stadtgrün zur Klimafolgenanpassung (Kühlleistungen).

5 „Think big“: Ausgewählte Schlüsselmaßnahmen

In diesem Kapitel werden zu jedem der in Kapitel 4 dargestellten sieben Kernindikatoren ausgewählte Schlüsselmaßnahmen dargestellt, mit denen wesentliche Transformationspotenziale auf dem Weg zu einer „grünen Industrieregion“ erschlossen werden können. Angesichts der Herkulesaufgaben von z.B. Klimaschutz, Schutz der Artenvielfalt und Gestaltung eines lebenswerten, resilienten Industrie- und Ballungsraums werden ambitionierte, „groß gedachte“ Schlüsselmaßnahmen dargestellt, die entsprechend der Größenordnung der Handlungserfordernisse als angemessen und dringend erforderlich angesehen werden können. Denn: Eine nachhaltige und zukunftsfähige Gestaltung unserer Energie- und Wirtschaftssysteme erfordert in weiten Teilen grundlegende Systemwechsel, die das Durchdenken neuer Lösungen und das Beschreiten neuer Wege erforderlich machen – und das nicht in ferner Zukunft, sondern ab sofort (vgl. auch Kapitel 6 Ausblick).

Mit den hier dargestellten ausgewählten Schlüsselmaßnahmen sollen Denkanstöße gegeben und konkrete Handlungsansätze aufgezeigt werden zu zentralen Handlungsfeldern und Stellschrauben in der Metropole Ruhr. Für eine grundlegende Kurswende in Richtung Nachhaltigkeit und Klimaschutz wird es darum gehen, auch über die sieben ausgewählten Handlungsfelder dieser Studie hinaus in allen Bereichen (vgl. Ziele und Indikatoren in Kapitel 3) ein breites Portfolio an ambitionierten Maßnahmen parallel umzusetzen. Eine solche „Große Transformation“ erfordert einen außerordentlichen politischen Gestaltungswillen, eine konsequente Fokussierung auf die Umsetzung und den Einbezug relevanter Akteure und breiter Gesellschaftsgruppen, um die gesellschaftliche Bereitschaft zu massiven Veränderungen zu gewinnen (vgl. WI 2020, S. 11).

In vielen Bereichen kann von guten, bereits erfolgreich umgesetzten Beispielen gelernt werden – sowohl innerhalb Deutschlands als auch international. Zu jedem Indikator wird deshalb jeweils ein gutes Beispiel von außerhalb des Ruhrgebiets (aus einer anderen Stadt, einer anderen Region oder einem anderen Unternehmen) dargestellt. Um Maßnahmen in die Umsetzung zu bringen empfiehlt es sich, Experimentierräume zu schaffen, in denen neue Ansätze erprobt, evaluiert und für eine dauerhafte Umsetzung weiterentwickelt werden können. Erfolge sollten offensiv als solche kommuniziert werden, um die Metropole Ruhr als grüne Industrieregion bekannter zu machen und damit andere Städte und Regionen und die Metropole Ruhr im gemeinsamen Dialog voneinander lernen können.

5.1 Treibhausgasemissionen

Im Industriesektor des Ruhrgebiets kommt insbesondere der Stahlindustrie eine große Bedeutung zu (vgl. Kapitel 4.1). Deshalb werden für diese Branche im Folgenden die beiden Schlüsselmaßnahmen „Direktreduktionsverfahren“ und „Ausbau des Wasserstoffpipelinennetzes“ für eine Umstellung auf eine emissionsfreie Stahlherstellung durch die Nutzung von „grünem Wasserstoff“ und damit für die Reduktion von prozessbedingten Emissionen dargestellt.

5.1.1 Einführung von Direktreduktionsverfahren bis spätestens zum Jahr 2035

Eine wesentliche Schlüsselmaßnahme für die Senkung der THG-Emissionen in der Stahlbranche stellt die Implementierung des Direktreduktionsverfahrens anstelle der bisher üblichen Hochofentechnik dar. Dabei sollte das Direktreduktionsverfahren in allen drei Unternehmen der Metropol Ruhr, die im Hochofen produzieren – thyssenkrupp Steel Europe, Hüttenwerke Krupp Mannesmann (HKM) und ArcelorMittal Ruhrort – umgesetzt werden (IW Köln 2021, S. 39). Die Produktion im Hochofen (man spricht hier von der Verfahrenstechnik der Hochofen-Route, damit wird der „Weg“ des Eisenerzes bis zum Stahl beschrieben) ist sehr CO₂-intensiv: Bei der Umwandlung des natürlichen Rohstoffs Eisenerz zum Industrieprodukt Eisen wird Sauerstoff freigesetzt, welches mit dem Koks zu CO₂ reagiert.⁹¹ Beim Direktreduktionsverfahren wird Eisenerz durch Wasserstoff oder Erdgas anstelle von Koks reduziert, sodass CO₂-Emissionen direkt vermieden werden können: Anstelle von CO₂ wird H₂O, also Wasser, erzeugt. Das Produkt des Direktreduktionsverfahrens ist Eisenschwamm, der anschließend im Elektrolichtbogenofen zu Stahl weiterverarbeitet wird (Hebling et al. 2019, S. 19; IW Köln 2021, S. 37).

Das Direktreduktionsverfahren ist nur bei einem Betrieb mit „grünem“, also aus erneuerbaren Energien gewonnenem Wasserstoff nahezu emissionsfrei (Schneider et al. 2020, S. 10; thyssenkrupp o.J.b). Wird die bei der Stahlerzeugung und -weiterverarbeitung benötigte Energie ebenfalls durch erneuerbare Energieträger bereitgestellt, ist eine nahezu CO₂-freie Stahlproduktion möglich (Hebling et al. 2019, S. 19; Schneider et al. 2020, S. 11).

Das Direktreduktionsverfahren ist bereits technisch weit ausgereift. ArcelorMittal Hamburg betreibt bereits seit Mitte der 1970er Jahre eine mit Erdgas betriebene Direktreduktionsanlage (vgl. Kasten „Gutes Beispiel“). thyssenkrupp Steel plant die Inbetriebnahme einer großtechnischen Anlage zur Direktreduktion (ebenfalls zunächst betrieben mit Erdgas) am Standort Duisburg bereits im Jahr 2024 (thyssenkrupp, o.J.b). Dementsprechend sollte auch in den beiden anderen Betrieben im Ruhrgebiet das Direktreduktionsverfahren bis spätestens zum Jahr 2035 umgesetzt werden. Vor dem Hintergrund langer Investitionszyklen und zeitnah anstehender Reinvestitionsbedarfe bei den Hochöfen ist eine zeitnahe Investition in die neue Technologie essenziell, um zu vermeiden, dass nochmals in die fossile Herstellung investiert wird (Lock-In-Effekt). Aufgrund einer derzeit noch fehlenden Wirtschaftlichkeit sollte die Investition in diese

⁹¹ Dieses Verfahren wird mit „Reduktion von Eisenerz zu Eisen“ bezeichnet, da der natürlich vorkommende Sauerstoff abgeschieden wird und einen Reaktionspartner sucht. Im konventionellen Verfahren entsteht so aus CO+O => CO₂. Bei der Direktreduktion mit Wasserstoff entsteht H₂+O=> H₂O.

Technologie finanziell gefördert werden (z. B. durch Carbon Contracts for Difference) (MWIDE NRW 2020b, S. 43).

Bis spätestens 2045, besser aber schon deutlich früher, also bis 2035, ist der Einsatz von grünem Wasserstoff als Reduktionsmittel notwendig, da dies die einzige Option ist, eine nahezu emissionsfreie Stahlherstellung zu realisieren und damit die THG-Emissionsminderungsziele zu erreichen. Durch eine Umstellung der Hochöfen im Ruhrgebiet auf das Direktreduktionsverfahren mit Wasserstoff werden sich zukünftig zusätzliche Wasserstoffbedarfe ergeben. Diese werden auf 21 bis 41 TWh/a im Jahr 2050 geschätzt (IW Köln 2021, S. 32). Dies bedingt zusätzliche erneuerbare Strombedarfe für die Herstellung dieser Wasserstoffmengen von 28 bis 55 TWh/a im Jahr 2050.⁹² Diese Mengen an erneuerbarem Strom werden erwartbar nicht im Ruhrgebiet zur Verfügung stehen (vgl. Indikator „Erneuerbare Energien“). Damit bleiben grundsätzlich zwei Möglichkeiten, den Wasserstoff verfügbar zu machen: Der Strom wird über zusätzliche Stromleitungen ins Ruhrgebiet gebracht und vor Ort in Wasserstoff umgewandelt – oder besser noch Wasserstoff wird am Ort der Stromerzeugung hergestellt und mittels Pipeline ins Ruhrgebiet transportiert (siehe folgenden Abschnitt).

5.1.2 Ausbau des Wasserstoffpipelinennetzes bis zum Jahr 2035 zur Versorgung der energieintensiven Industrie mit grünem Wasserstoff

Voraussetzung für die Nutzung von Wasserstoff ist der Aufbau einer entsprechenden Transportinfrastruktur. Damit ist eine flankierende Maßnahme zum Umstieg auf das Direktreduktionsverfahren der Ausbau des Wasserstoffpipelinennetzes. Das lokale Netz im Ruhrgebiet ist weiter auszubauen und die überregionalen Transportleitungen für den Import von Wasserstoff aus Regionen außerhalb des Ruhrgebiets sind zu erweitern (MWIDE NRW 2020b, S. 9). Relevant sind hierfür vor allem Regionen mit einem hohen Aufkommen an erneuerbarem Strom, wie z.B. die deutsche Nord- und Ostseeküste, Skandinavien oder auch die sonnenreiche Region rund ums Mittelmeer. Dabei sollte der Ausbau bis zum Jahr 2035 so weit fortgeschritten sein, dass ein (teilweiser) Betrieb der Direktreduktionsanlagen im Ruhrgebiet mit grünem Wasserstoff möglich ist. Spätestens bis zum Jahr 2045 sollte die komplette Stahlproduktion auf grünem Wasserstoff basieren, d.h. es sollte grüner Wasserstoff einerseits für die zur Stahlerzeugung und -weiterverarbeitung benötigten Energie eingesetzt werden (= null energiebedingte THG) und andererseits als Reduktionsmittel beim Direktreduktionsverfahren (= null prozessbedingte THG).

Der Pipelineausbau betrifft nicht nur die Stadt Duisburg als Standort der drei großen Stahlindustriunternehmen thyssenkrupp Steel Europe, HKM und ArcelorMittal Ruhrort, sondern auch weitere Kommunen für mögliche weitere Nutzungen von Wasserstoff, auch als Energieträger. Vor diesem Hintergrund sollte der Ausbau durch Partizipationsprozesse der beteiligten Kommunen begleitet werden, um die Akzeptanz für das Vorhaben zu steigern.

⁹² Annahme des Wirkungsgrads der Elektrolyseure von 75%

Gutes Beispiel: Direktreduktionsanlage von ArcelorMittal Hamburg

ArcelorMittal Hamburg betreibt seit Mitte der 1970er Jahre an seinem Standort in Hamburg als einziges Werk in Westeuropa eine Direktreduktionsanlage zur Reduktion von Eisenerzen (Kapazität 700.000 t Eisenschwamm/Jahr) (ArcelorMittal 2021a). Als Reduktionsmittel wird Erdgas verwendet. Das Erdgas wird dafür in einem Reformier zu Reduktionsgas umgewandelt, welches zu 60% aus Wasserstoff besteht. Das Produkt der Direktreduktion – Eisenschwamm – wird anschließend im Elektrolichtbogenofen geschmolzen. Der Stahl kann im Anschluss in der Stranggussanlage und im Walzwerk weiterverarbeitet werden (Hölling et al., o.J.). Die CO₂-Emissionen der Direktreduktion betragen etwa die Hälfte der traditionellen Hochofenroute (ArcelorMittal 2021c). ArcelorMittal Hamburg plant eine weitere Anlage zur Direktreduktion mit Wasserstoff (ArcelorMittal 2021b).

5.2 Erneuerbare Energien

5.2.1 Effizienzrevolution bei Gebäuden

Im Wärmebereich bedarf es einer Effizienzrevolution. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, müssen die erheblichen Einsparpotenziale im Raumwärmebedarf realisiert werden, um dadurch einen höheren Anteil erneuerbarer Energien im Wärmemarkt erreichen zu können. Die bestehenden Wärmenetze, die im Jahr 2017 etwa 10,4% des Wärmebedarfs versorgen (RVR 2020a, S. 44), müssen konsequent auf erneuerbare Energien / industrielle Abwärme umgestellt und insgesamt stärker ausgebaut werden. Eine zentrale Schlüsselaufgabe liegt daher im Bereich der Gebäudesanierung von Mehrfamilienhäusern. Der weitaus größte Anteil der rund 2,66 Mio. Wohnungen in der Metropole Ruhr befindet sich in Mehrfamilienhäusern mit mindestens drei Wohneinheiten. Der Großteil dieses Wohnungsbestands, nämlich drei Viertel, wurde vor in Kraft treten der sogenannten Wärmeschutzverordnung („Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden“, 1977) gebaut. Erst ab 1978 gebaute Wohnhäuser unterliegen daher der ersten öffentlich-rechtlichen Vorschrift Deutschlands, die einen energiesparenden Wärmeschutz von Gebäuden vorschreibt. Es besteht daher ein sehr hoher Bedarf an Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebereich, die zu einer erheblichen Reduzierung des Raumwärmebedarfs führen können. Wenn dieses Potenzial erschlossen ist, dann ergeben sich vermehrt Möglichkeiten der Erdwärmenutzung im Raumwärmebereich oder auch die verstärkte Nutzung von Wärmepumpen an so genannten „kalten Wärmenetzen“, die dafür entsprechend ausgebaut werden sollten.

5.2.2 Erneuerbare Energien importieren und Abwärmenutzung ausbauen

Das bestehende Wärmenetz bietet zudem gute Möglichkeiten, vermehrt erneuerbare Energien und Abwärme aus Prozessen in das Netz einzuspeisen. Da die endogenen Potenziale erneuerbarer Energien in der Metropole Ruhr gering sind, könnten feste Bioenergieträger (Holz) auch aus Nachbarregionen importiert und genutzt werden. Perspektivisch ist aber vor allem die Abwärmenutzung aus der wasserstoffbasierten Stahlproduktion eine zentrale Schlüsselmaßnahme. Allein thyssenkrupp wird langfristig rund 700.000 Tonnen Wasserstoff pro Jahr für seine Stahlproduktion benötigen (thyssenkrupp o.J.b). Der für die Wasserstoffproduktion erforderliche Strom aus erneuerbaren Energien kann aufgrund der geringen endogenen Potenziale nicht in den Grenzen der Metropole Ruhr erzeugt werden. Allein für die Herstellung des grünen Stroms zur

Stahlproduktion bei thyssenkrupp wären über 3.000 Windräder erforderlich. Da derzeit in ganz NRW pro Jahr aber nicht einmal 100 neue Windkraftanlagen zugebaut werden, liegt beim Wasserstoffimport eine damit zusammenhängende Schlüsselmaßnahme. Die Abwärmenutzung aus der sich in einem technischen Umbruch befindenden Stahlindustrie sollte daher offensiv vorangetrieben werden, worin erhebliche CO₂-Reduktionsmöglichkeiten liegen, selbst bei konventioneller Stahlproduktion.

5.2.3 „Balkonkraftwerke“ der Bürgerinnen und Bürger und Mieterstrommodelle

Der ausgesprochen hohe Anteil an Mietwohnungen in der Metropole Ruhr führt dazu, dass die Dachflächenpotenziale zur Nutzung von Photovoltaik gemessen am Gesamtstromabsatz vergleichsweise gering sind. Jedoch ergeben sich hier neue Möglichkeiten der Integration von so genannten „Balkonkraftwerken“. Änderungen an den Normen für Elektroinstallationen machen es seit 2019 einfach möglich, kleine Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von max. 600 Watt an Balkongeländern zu betreiben. Die Metropole Ruhr sollte eine Balkonkraftwerks-Offensive aufsetzen, z.B. im Rahmen von kommunalen oder regionalen Förderprogrammen, so dass vor allem im Mietwohnbereich mehr Menschen von günstigem Solarstrom profitieren. So fördert beispielsweise die Stadt Freiburg Balkonkraftwerke mit einem Zuschuss von bis zu 200 Euro pro Anlage (Stadt Freiburg im Breisgau 2019, S. 8 f.). Würde es gelingen, in allen 2,66 Millionen Wohnungen (RVR 2018c) in der Metropole Ruhr die Hälfte der maximal erlaubten 600 Watt (also 300 Watt) Balkonkraftwerke zu realisieren, könnten dadurch 798 Megawatt Photovoltaikleistung zusätzlich installiert werden, was in etwa einer Verdoppelung der aktuell installierten Leistung entspricht.

Auch Mieterstromprojekte sollten in der Metropole Ruhr deutlich ausgeweitet werden. Während Photovoltaikanlagen bisher vor allem von Eigenheimbesitzern betrieben werden, soll durch Mieterstromprojekte die Photovoltaiknutzung im Zusammenspiel zwischen den Vermietenden, den Mietparteien und dem Stromanbieter erhöht werden. Bei Mieterstromprojekten wird der durch Photovoltaikanlagen produzierte Strom gar nicht erst ins öffentliche Netz eingespeist, sondern direkt von den Mieterinnen und Mietern der Wohnungen im selben Gebäude oder – seit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 2021 – im gleichen Quartier abgenommen. Mieterstromprojekte stellen insbesondere für Städte eine große Chance dar, weil hier die Häuser dicht beieinanderstehen und es viele Mietwohnungen gibt. Die Mieterstromförderung wurde mit dem EEG 2017 eingeführt, hat aber zunächst nur zu einer geringen Zunahme an Mieterstromprojekten geführt (BMWi 2019). Das EEG wurde deshalb im Jahr 2021 novelliert, um die Anschaffung und den Betrieb von Solaranlagen für Vermieter bzw. Anlagenbetreiber attraktiver und unbürokratischer zu machen (z.B. feste Mieterstromzuschläge zum Ausgleich erhöhter Produktions-/Verwaltungskosten, Anhebung der Obergrenze für EEG-geförderte Mieterstromprojekte von 100 auf 750 Kilowatt). Auch wenn die Obergrenze für die einzelne Photovoltaikanlage auf einem Gebäude bei 100 kW belassen wurde, ergibt sich ein Vorteil für viele ruhrgebietstypische Quartiere, da Mieterstrom nun auch innerhalb eines Wohnquartiers an Mieterinnen und Mieter verkauft werden kann. Hier kann die örtliche Wohnungswirtschaft zusammen mit Energieunternehmen erhebliche Potenziale zum Nutzen der Mieterinnen und Mieter und des Klimaschutzes erschließen. Denn: Mieterstrom-Modelle stellen eine Win-Win-Situation für alle Beteiligten dar: Für die Vermieterinnen und Vermieter werden die Anlagen

profitabler und für die Mieterinnen und Mieter ergeben sich Kosteneinsparungen in Höhe von rund zehn Prozent der Stromkosten gegenüber der Grundversorgung. (BMW 2021) Aus diesem Grund bietet sich dieses Modell auch und gerade für sozial engagierte Wohnungsunternehmen an, wie sie in der Metropole Ruhr oft anzutreffen sind – etwa jede zehnte Geschosswohnung im Ruhrgebiet ist im Jahr 2016 eine Sozialmietwohnung (RVR 2018c, S. 7).

Gutes Beispiel: Kommunale Wärmeplanung nach dem Vorbild von Dänemark

Wärmenetze sind grundsätzlich in der Lage, eine große Bandbreite unterschiedlicher Wärmequellen einzubinden. Die sich daraus ergebenden Potenziale systematisch zu erkennen und zu erschließen, ist zentraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung und leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Dänemark. Dänische Kommunen haben Zukunftsszenarien zum Wärmeverbrauch und regionale Wärmepläne erstellt, in denen deutlich wird, welche Technologien wo zum Einsatz kommen sollten. So wurden konkrete Pläne zum Neu-, Um- oder Ausbau der Wärmeversorgungsstruktur erstellt, in denen auch Wärmespeicher eine wichtige Rolle spielen. Dänemark hat mit 63% einen deutlich höheren Fernwärmeanteil in der Bevölkerung als die Metropole Ruhr. Nur rund 650 Tsd. der 2,7 Mio. dänischen Haushalte haben noch eine dezentrale Wärmeversorgung (Wuppertal Institut 2021).

Im Jahr 2019 verabschiedete die dänische Regierung ein Gesetz, welches unter anderem vorsieht, dass bis 2030 mindestens 90% der Fernwärme aus nicht-fossilen Energiequellen erzeugt werden soll. Bereits heute ist der Anteil fossiler Brennstoffe in dänischen Wärmenetzen gering. In Aarhus beispielsweise ist der Anteil erneuerbarer Energien im Fernwärmenetz bereits bei 70%. Beachtliche 95% der 315.000 Einwohner*innen sind an die Fernwärme angeschlossen. Laut eines Szenarios der Universität Aalborg (Clausen et al., 2021) werden fossile Energieträger in dänischen Wärmenetzen eine immer geringere Rolle spielen. In 2050 sind die wichtigsten Wärmequellen dann die Abwärme, große Wärmepumpen, Biomasse, Solar- und Geothermie.



Abbildung: Fernwärmeleitung in der Bauphase (Tübingen),

Quelle: Björn Appel 2005, <https://de.wikipedia.org/wiki/Da-tei:2005-08-30-district-heating-pipeline.jpg>, CC BY-SA-2.0-DE

5.3 Verkehrsverlagerung: Modal Split

Für eine ambitionierte Verkehrsverlagerung werden drei ausgewählte Schlüsselmaßnahmen aus Sicht des Wuppertal Instituts dargestellt, die sich am push- und pull-Prinzip orientieren (vgl. zudem die beim Indikator NO₂ beschriebenen Verkehrsmaßnahmen):

1. **Pull: Regionales Radschnellwegenetz im 10-Kilometer-Raster** – als Anknüpfung an das gute Beispiel des Radschnellwegs Ruhr
2. **Pull & push: Ohne Fahrschein den ÖPNV nutzen** – durch die Einführung eines BürgerInnentickets und weiterer Drittnutzerfinanzierung
3. **Push: Für die Fahrt mit dem Auto in die Stadt zahlen** – durch die Einführung von City Maut-Systemen

5.3.1 Regionales Radschnellwegenetz von 1.000 Kilometer Länge

Der Radschnellweg Ruhr (RS1) sollte zu einem Netz aus regionalen Radschnellwegen erweitert werden. Dabei sollte der für 101 Kilometer geplante RS1 bis zum Jahr 2035 um den Faktor 10 erweitert werden, so dass das Ruhrgebiet von einem ca. 1.000 Kilometer langen Radschnellwegenetz im Raster von ca. 10 mal 10 Kilometern durchzogen wird (z.B. vier Ost-West-Strecken und acht Nord-Süd-Strecken) – und die Einwohnerinnen und Einwohner des Ruhrgebiets in nicht mehr als 5 Kilometern den nächsten Radschnellweg erreichen⁹³ bzw. aufgrund der Führung der Radschnellwege durch die Siedlungsschwerpunkte einen deutlich kürzeren Zugang haben.

Erste konzeptionelle Grundlagen hat der RVR hierzu bereits gelegt: im Rahmen eines Konzepts für ein Regionales Radwegenetz, das das Ruhrgebiet mit einem Radwegenetz aus drei unterschiedlichen Qualitätsstandards durchzieht (Radschnellwege: 335 Kilometer, Radhauptverbindungen: 690 Kilometer, Radverbindungen: 775 Kilometer; Gesamtlänge: rund 1.800 Kilometer) (vgl. Abbildung 8-2 im Anhang). Die Metropole Ruhr und das Land NRW sollten das Konzept entsprechend der Notwendigkeit für einen beschleunigten Klimaschutz (vgl. Kapitel 6 Ausblick) schnell umsetzen. Komplexe Planungs- und Genehmigungsverfahren sollten dafür deutlich vereinfacht werden, um Radschnellwege zügig umsetzen zu können. Zudem sollte darauf hingewirkt werden, im Sinne einer zukunftsorientierten Verkehrsplanung den Anteil an Radschnellverbindungen noch deutlich zu erhöhen, z.B. auch auf kommunalen Gebieten durch die Umwidmung von Fahrspuren auf Hauptverkehrsstraßen für den Radverkehr (vgl. auch die Maßnahmenvorschläge des Wuppertal Instituts beim Indikator NO₂ mit Bezug zu Pop-up-Radwegen). Im Radwegenetzkonzept wird geschätzt, dass der Radwegeanteil durch ein flächendeckendes regionales Radwegenetz in Abhängigkeit von der Topographie und der Ausgangssituation (bisherige Modal Splits) auf 10 bis über 30% gesteigert werden kann (ebd., S. 68).

Ein gutes Beispiel für ein regionales Radschnellwegenetz sind die Radschnellwege (Supercykelstier) in der dänischen Region Hovedstaden, zu der auch die Hauptstadt Kopenhagen gehört (1,8 Mio. Einwohner auf 1.971 km² ohne der Insel Bornholm; Metropole Ruhr: 5,1 Mio. Einwohner auf 4.439 km²). In einer seit 2009 bestehenden

⁹³ Hierbei handelt es sich um einen Vorschlag für eine strategische Zielgröße, die in Folgestudien hinsichtlich der genauen Linieneinführung und der planerischen Umsetzungsmöglichkeiten im Detail untersucht werden sollte.

Kooperation haben 28 Kommunen (einschließlich Kopenhagen) ein regionales Radschnellwegenetz aus 60 Verbindungen auf einer Gesamtlänge von mehr als 850 Kilometern geplant – entsprechend den dort zugrunde gelegten Radschnellwege-Standards.⁹⁴ Bis zum Jahr 2030 sollen 680 Kilometer realisiert sein, bis zum Jahr 2045 750+ Kilometer (Cycle Superhighways 2019, S. 5). Im Jahr 2019 sind 167 Kilometer bereits realisiert (ebd., S. 6). Radfahrten auf den Radschnellwegen sind im Durchschnitt 11 Kilometer lang, werden mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 19 km/h zurückgelegt und bei 14% aller Wege wurden Pkw-Fahrten auf das Rad verlagert (ebd.). In der Kopenhagener Metropolregion werden 34% aller Pendelwege zur Arbeit mit dem Fahrrad zurückgelegt (ebd., S. 8).

5.3.2 Ohne Fahrschein-Kauf den ÖPNV nutzen – durch die Einführung eines Bürger*innentickets und Drittnutzerfinanzierung

Wie im vorigen Abschnitt dargelegt, bleibt das Ruhrgebiet beim ÖPNV bislang weit hinter den Potenzialen, die der ÖPNV in einer polyzentrischen Metropolregion haben kann, zurück. Um den ÖPNV attraktiver und leistungsfähiger zu machen, bedarf es einer soliden Finanzierungsgrundlage: um die in den vergangenen Jahren aus Kostengründen unterlassenen Instandhaltungsmaßnahmen zu finanzieren, um aus Umwelt- und Klimaschutzgründen die ÖPNV-Infrastruktur auszubauen und das ÖPNV-Angebot zu erweitern und um neue Technologien einzuführen (z.B. E- oder Wasserstofffahrzeuge).

Deshalb wird vom Wuppertal Institut für das Ruhrgebiet vorgeschlagen, ab dem Jahr 2025 ein Bürger*innenticket für den kommunalen und regionalen ÖPNV in der Metropole Ruhr einzuführen. Dabei finanzieren die Bürger*innen des Ruhrgebiets den ÖPNV durch eine Umlagefinanzierung, d.h. alle Bürger*innen bezahlen den ÖPNV durch eine verpflichtende Abgabe. Dafür kann der ÖPNV von allen jederzeit ohne Kauf eines Fahrscheins genutzt werden (Jansen et al. 2016, S. 16ff.; Müller et al. 2012). Bisher ist in Deutschland noch kein Bürgerticket umgesetzt worden. Für erste Modellprojekte müssten die Bundesländer zunächst die entsprechenden rechtlichen Grundlagen schaffen (Hamburg Institut 2015, S. 7f.; WDR 2020c). Das Bürger*innenticket folgt dem Solidarprinzip und ist damit strukturell mit dem Semesterticket vergleichbar, das es in Deutschland bereits seit 1991 gibt, auf eine große Akzeptanz bei den Studierenden stößt (Müller 2011 & 2016) und dessen Reichweiten in vielen Fällen sukzessive erweitert wurden. So können die Studierenden in NRW seit 2008 mit dem NRW Semesterticket im ganzen Bundesland mobil sein – wovon derzeit über eine halbe Million Studierende profitiert.

Zusätzlich zum Bürger*innenticket sollten als Vorschlag des Wuppertal Instituts neue Einnahmequellen zur Querfinanzierung des ÖPNV erschlossen werden – insbesondere solche der Drittnutzerfinanzierung, d.h. Personengruppen und Einrichtungen, die zwar keine unmittelbaren Benutzer des ÖPNV sind und somit auch keine Entgelte bezahlen, die aber einen indirekten Nutzen aus dem Vorhandensein des ÖPNV ziehen und somit für die ÖPNV-Finanzierung herangezogen werden können, z.B. Autofahrer*innen durch erhöhte Parkgebühren wie in der Stadt Wien (VDV 2019), durch

⁹⁴ <https://supercykelstier.dk/about/>

Einnahmen von neu einzuführenden City Maut Systemen wie bei der Londoner Congestion Charge (vgl. nächste Schlüsselmaßnahme), durch die finanzielle Beteiligung von Immobilieneigentümern, deren Immobilien durch den Anschluss an den ÖPNV an Wert gewinnen oder durch die Beteiligung der Arbeitgeber, so wie dies heute z.B. schon in Wien („Dienstgeberabgabe“) und Frankreich („Versement Transport“) rechtlich möglich ist und erfolgreich praktiziert wird (Jansen et al. 2016, S. 16 ff.).⁹⁵

5.3.3 City Maut Systeme

Das Wuppertal Institut schlägt vor, dass bis zum Jahr 2025 alle 53 Städte des Ruhrgebiets Maut-Systeme⁹⁶ einführen, d.h. das Fahren mit motorisierten Individualverkehrsmitteln auf städtischem Gebiet kostet ab dann Geld. Dadurch wird die Nutzung des MIV auf städtischem Gebiet unattraktiver und es werden Anreize gesetzt, die Verkehrsmittel des Umweltverbunds zu nutzen. Die Einführung von Maut-Systemen verursacht einerseits für den Betreiber Kosten, generiert gleichzeitig aber Einnahmen (IVT 2011, S. 38 ff.), die zur Förderung der Verkehrsmittel des Umweltverbunds genutzt werden können (z.B. ÖPNV-Finanzierung; vgl. vorige Maßnahme). Bei den bestehenden Maut-Systemen in London gingen die gefahrenen Kilometer nach Einführung der City Maut innerhalb der Gebührenzone um 27% zurück, in Stockholm um 19% (ebd., S. 38). In Stockholm stieg die Busnutzung nach Einführung der Maut um neun Prozent (ebd.).

⁹⁵ Auch im Regionalen Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr schlagen die Gutachter*innen vor, in einem anzufertigenden Tarifgutachten zur Erhöhung der Tarifgerechtigkeit zu prüfen, welche alternativen Finanzierungsformen für den ÖPNV die Finanzierung durch Fahrgeldeinnahmen ergänzen können, „um Spielräume für preislich konkurrenzfähige ÖV-Tarife zu verbreitern“ (RVR 2019a, S. 482).

⁹⁶ Auch im Regionalen Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr schlagen die Gutachter*innen perspektivisch die Einführung einer Regiomaut Metropole Ruhr vor – hier anlässlich einer stärkeren Bündelung von Fernverkehren auf den äußeren Autobahnen (RVR 2019a, S. 289).

Gutes Beispiel: Förderung der Multimodalität in der Metropolregion Greater Manchester

Der einst führende Standort der Textilindustrie (Baumwollspinnereien) verleiht Manchester bis heute das Image einer Arbeiterstadt. Um neue Akzente zu setzen, macht es sich die polyzentrische Metropolregion „Greater Manchester“ (2,8 Mio. Einwohner; 1.277 km²; 10 Distrikte) zum Ziel, der beste Platz in Großbritannien zum Spazieren, Radfahren und Leben zu werden (<https://activetravel.tfgm.com>). Mit dem „Bee Network“ hat Greater Manchester seit 2018 einen 10-Jahres-Plan, um ein knapp 3.000 Kilometer umfassendes, hochwertiges Fuß- und Radwegenetz umzusetzen (ebd.). Hierfür werden derzeit £18 (rund 21 Euro) pro Einwohner und Jahr ausgegeben (ebd.). Im Jahr 2019 wurde Greater Manchester der 7. Award für Sustainable Urban Mobility Planning (SUMP Award) für seine 2040 Transport Strategie (tfgm 2017) verliehen, für die darin enthaltenen Ziele, den MIV-Wegeanteil zu reduzieren (von 61% in 2017 auf 50% in 2040; vgl. ebd., S. 8), für die Konzepte zur Entwicklung eines multimodalen Transportsystems in Stadt und Region sowie für die begleitenden 5-Jahres-Umsetzungspläne (Eltis 2019). Im Rahmen der Radverkehrsstrategie soll der Radwegeanteil von 2% (2014) auf 10% in 2025 gesteigert werden (Howard-Cofield 2016; GMCA & tfgm 2014). Eine gute Maßnahme, um das Ziel zu erreichen, ist das Cycling Hub Scheme in Manchester: Das sind erweiterte Fahrradstationen, die meist an Verkehrsknotenpunkten (wie Bahnhöfen) verortet sind und gesicherte Fahrradparkplätze umfassen, mancherorts ergänzt um Schließfächer, Duschen, Fahrradleihmöglichkeiten und Reparaturangebote (WBGU 2016, S. 352).



Abbildung: Radfahrer auf einer neuen Radspur auf der Oxford Road, Manchester (2017); Quelle: Edgar 2017, [CC BY-SA 4.0, https://en.wikipedia.org/wiki/File:Cycle_lane_on_Oxford_Road,_Manchester_with_counter.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Cycle_lane_on_Oxford_Road,_Manchester_with_counter.jpg)

5.4 Umweltwirtschaft

5.4.1 Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie

Durch die einsetzende Dekarbonisierung von Schlüsselbranchen der Industrie wie etwa der Erzeugung von Stahl, Aluminium und chemischen Grundstoffen werden diese Branchen nicht nur hinsichtlich der Emissionen von Treibhausgasen erheblich umweltfreundlicher. Die Abkehr von der Nutzung fossiler Energieträger bei Industrieprozessen bietet zudem den Vorteil, dass die dabei bislang üblichen Luftschadstoffe gar nicht mehr entstehen. In der Folge können künftig dergestalt technisch veränderte Produktionen und die damit verbundene Beschäftigung ebenfalls der Umweltwirtschaft zugerechnet werden. Dies stabilisiert nicht nur die Beschäftigung in diesen Schlüsselbranchen, sondern strahlt auf andere Branchen aus, deren Entwicklung von der gesteigerten Umweltqualität profitiert.

Als beispielhaft für die Transformation von Schlüsselindustrien in der Metropole Ruhr kann die Stahlerzeugung in Duisburg künftig mit grünem Wasserstoff erfolgen, wodurch eine treibhausgasneutrale Strahlproduktion möglich wird (vgl. Indikator „Treibhausgasemissionen“). Damit wird das scheinbar Unmögliche wahr: Die Stahlerzeugung selbst rückt in die Position eines Sektors der Umweltwirtschaft. Neben der Stahlerzeugung kommt die Beschäftigung bei der Erzeugung des benötigten regenerativen Stroms und Wasserstoffs hinzu. Je mehr davon in der Metropole Ruhr hergestellt wird, umso größer fällt der positive Effekt für die Beschäftigung aus. Allerdings geht es dabei allein für die Stahlerzeugung um erhebliche Mengen, die womöglich nicht vollständig innerhalb der Metropole Ruhr erzeugt werden können (vgl. Indikator „Erneuerbare Energien“). Ganz nebenbei wird der blaue Himmel über der Metropole Ruhr durch die sogenannte „Direktreduktion“ noch blauer und diese wird wiederum attraktiver für innovative Firmengründer und als Standort für hochqualifizierte Arbeit. Bei einem Übergang zur Direktreduktion von Eisenerz mit Wasserstoff statt Koks zu Roheisen werden also die Erzeugung von regenerativem Strom, grünem Wasserstoff und dekarbonisiertem Rohstahl zunehmend die Wertschöpfung und Beschäftigung in der Umweltwirtschaft bestimmen. Weitere wichtige Felder der industriellen Dekarbonisierung sind etwa die Herstellung von Aluminium und Zement. Damit können industrielle Kernkompetenzen der Metropole Ruhr und die damit verbundene Beschäftigung gesichert werden.

5.4.2 Kreislaufwirtschaft als Zukunftsaufgabe

Ein weiteres zukunftsträchtiges Feld umweltwirtschaftlicher Aktivitäten ist die stärker aufkommende kreislaufwirtschaftliche Orientierung von Abfallwirtschaft und Industrie, bei der es darum geht, mittels geeigneter Verfahren das Müllaufkommen unter anderem dadurch zu senken, dass weniger Rückstände entstehen und diese besser wieder in die Produktion integriert werden können. Dies gilt etwa für das chemische Recycling von durchmischten Kunststoffabfällen, bei dem diese in ihre chemischen Grundbestandteile zerlegt werden, die wiederum zur Erzeugung neuer Kunststoffe dienen können. Ein anderes Beispiel ist die additive Fertigung („3D-Druck“), bei der im Falle geeigneter Werkstoffe und Anwendungen gegenüber subtraktiven Fertigungstechniken deutlich weniger Abfälle in der Produktion entstehen. Die Metropole

Ruhr sollte die in der Region vorhandenen Kompetenzen nutzen, um die Entwicklung zu einer Kreislaufwirtschaft proaktiv und zügig umzusetzen.

5.4.3 Endogene Potenziale des Agglomerationsraums Metropole Ruhr stärken

Für die künftige Position der Metropole Ruhr innerhalb der Umweltwirtschaft und die damit zusammenhängende Beschäftigung ist von zentraler Bedeutung wieweit es gelingt, relevantes universitäres Know-how zu sichern sowie auszubauen und zugleich wegweisende Umsetzungsprojekte in den jeweiligen Industrien innerhalb der Region anzusiedeln. Die Verbindung von industriellen Engagements mit der dafür relevanten universitären Forschung ist ein entscheidender Faktor für die Sicherung einer regionalen Spitzenstellung im Bereich der Umweltwirtschaft und sollte ambitioniert unterstützt werden.

Gutes Beispiel: Spanien

Spanien hat im Zeitraum 1998 bis 2009 die Zahl der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft von 158.500 auf 531.000 also um 235% gesteigert. Damit stieg der Anteil der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft an der Gesamtbeschäftigung zugleich von 1,12% auf 2,81%. Dabei spielte die Umweltgesetzgebung eine bedeutende Rolle. Wichtige Bereiche, die zu diesem Erfolg beigetragen haben, waren regenerative Energien, nachhaltiger Verkehr, die Abfallwirtschaft und die Grundstoffindustrie (Sustainlabour 2012, S. 6-13).

5.5 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die folgenden ausgewählten Schlüsselmaßnahmen können wesentlich dazu beitragen, dass sich die NO₂-Reduktion im Verkehrsbereich verstetigt und die Zielwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) kontinuierlich eingehalten und möglichst deutlich unterschritten werden:

1. Maßnahmen zur **Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung**.
2. Einsatz von **H₂-Mobilität** im ÖPNV und bei schweren Nutzfahrzeugen.

5.5.1 Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung: Unterstützung lokaler Versorgungsstrukturen und Förderung von Fuß- und Radverkehr

Um die Luftschadstoffbelastungen durch den motorisierten Verkehr wie Benzol, Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{0,1}), Kohlenmonoxid (CO) und Stickstoffdioxid (NO₂), die gerade in Ballungsräumen eine Gefährdung für die menschliche Gesundheit darstellen, deutlich zu reduzieren und die Zielwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) einzuhalten ist es grundlegend, den motorisierten Individualverkehr (MIV) im Straßenverkehr deutlich zu reduzieren.

Strategien zur Verkehrsvermeidung zielen darauf ab, den nicht notwendigen Verkehr zu reduzieren – indem Wege verkürzt oder ganz überflüssig gemacht werden. Die Metropole Ruhr sollte hierzu ambitionierte Ansätze verfolgen, um die guten Ausgangsbedingungen des Ruhrgebiets, wo aufgrund der dichten und polyzentralen Siedlungsstruktur und einer hohen Dichte an Versorgungseinrichtungen viele Wege auf kurzen Distanzen zurückgelegt werden können (RVR 2017b), weiter zu stärken. Dies gilt gerade für die Zeit während und nach der Corona-Pandemie, wenn es darum geht, konkrete Unterstützungsmaßnahmen gegen das „Sterben“ der Innenstädte und Stadtteilzentren umzusetzen, wie z.B. die Unterstützung bei der Entwicklung von Lieferdiensten vor Ort (z.B. mit Lastenrädern), die Entwicklung von Web-Plattformen für die Vernetzung und Darstellung ortsansässiger Läden, um lokale online-Käufe zu ermöglichen, oder das Zwischenmieten leerstehender Ladenlokale (Thiede 2020).

Auch sollten die Erfahrungen aus der Corona-Pandemie zur veränderten Verkehrsmittelnutzung dafür genutzt werden, positive Tendenzen der Verkehrsverlagerung (vgl. auch Indikator „Modal Shift“) auch über die Pandemie hinaus zu verstetigen. So haben während der Corona-Krise der Fuß- und Radverkehr in vielen deutschen Städten spürbar zugenommen: In einer repräsentativen Befragung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom Juni 2000 gaben 25% der Menschen an, im Vergleich zum Vorjahreszeitraum häufiger Rad zu fahren und 30%, häufiger zu Fuß unterwegs zu sein (BMVI 2021). Beim Radverkehr verstärkt diese Tendenz den schon seit mehreren Jahren anhaltenden Trend zu einer verstärkten Radnutzung gerade in städtischen Räumen (ADAC 2020; Studie „Mobilität in Deutschland 2017“ nach infas o.J.).

Während der Corona-Pandemie haben viele deutsche und internationale Städte gezeigt, wie schnelle Antworten auf eine steigende Radnutzungen aussehen können: Durch die kurzfristige Umwidmung von Pkw-Fahrspuren in Radspuren als so genannte „Pop-up-Radwege“. So wurden in Berlin allein im Frühjahr 2020 von Senat und Bezirken rund 10 Kilometer pop-up Radwege eingerichtet (Pieper 2020). Die Kommunen der Metropole Ruhr sollten die gesellschaftlicher lauter werdenden

Forderungen nach mehr Platz für Fahrräder im Straßenraum der Ruhrgebietsstädte⁹⁷ nutzen, um den Straßenraum gerechter aufzuteilen und gerade auf Hauptverkehrsstraßen Straßenraum vom Pkw-Verkehr für den Radverkehr umzuwidmen – auch im Sinne von Klimaschutz, einer verbesserten Verkehrssicherheit für Radfahrer*innen und der zügigen Umsetzung des bestehenden Konzepts, ein regionales Radwegenetz zu entwickeln (RVR 2018d; vgl. auch Indikator „Modal Split“).

Im Fußverkehr hat die Corona-Pandemie die Sensibilisierung für das Thema Fußverkehr verstärkt, weil das eigene (städtische) Wohnumfeld mehr in den Fokus rückt (VRS 2020). Maßnahmen wie die Verbesserung der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum, die Straßenraumgestaltung durch mehr Grün und Sitzgelegenheiten (vgl. Indikator „Grün- und Erholungsflächen“), Verkehrsberuhigung, Verbreiterung der Gehwege und Querungshilfen (UBA 2017d) sollten im aktuellen (Post)Corona-Gelegenheitsfenster, das günstig ist für langfristige Veränderungen im Straßenraum, zielgerichtet umgesetzt werden. Ein einladendes städtisches Umfeld kann dabei gleichzeitig positive Wirkungen für die Stärkung der lokalen Versorgungsstrukturen (z.B. Einzelhandel) und eine Stadtregion der kurzen Wege haben.

5.5.2 Einsatz von H₂-Mobilität im ÖPNV und bei schweren Nutzfahrzeugen

Nach den Zielen der im November 2020 vom Land NRW vorgestellten Wasserstoff-Roadmap NRW (MWIDE NRW 2020b) sollen in NRW bis 2030 unter anderem 1.000 Brennstoffzellen-Abfallsammler und 3.800 Brennstoffzellen-Busse für den ÖPNV eingesetzt werden.⁹⁸ Aktuell haben die Abfall-Entsorgungsgesellschaft Ruhrgebiet (AGR) und Linde Engineering zusammen den Zuschlag für das Projekt der Wasserstoff-Produktion mit einer Hochleistungstankstelle (H₂TP) in Herten im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie erhalten. Der Wasserstoff wird aus Strom aus dem Abfallkraftwerk der AGR in Herten erzeugt und ist somit ein gelungenes Beispiel für eine lokale Kreislaufwirtschaft. Zukünftig wird in Herten dieser grüne Wasserstoff zur Betankung der Müllsammelfahrzeuge genutzt.⁹⁹

Mit den Zielen der NRW-Wasserstoff-Roadmap und den Investitionen für die H₂-Technologie und -infrastruktur im Rahmen der nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung, sowie dem gebündelten Know How dieser Region zum Thema Wasserstofftechnologien, Energiespeicher, Brennstoffzellentechnik und Wasserstoffinfrastruktur (siehe auch den vorherigen Absatz), sollte die Metropole Ruhr ihre Kompetenzen und die sich daraus ergebenden Synergieeffekte nutzen, um ihre Vorreiterrolle auf diesem Gebiet weiter auszubauen und den Umfang der „grünen“¹⁰⁰ Wasserstoffherzeugung und -nutzung in den dafür geeigneten Bereichen so ambitioniert wie

⁹⁷ Z.B. in Bochum, Essen, Dortmund; vgl. Bochum Radwende 2021, Faulenbach 2020, LokalKlick 2020

⁹⁸ Eine eigene Wasserstoff-Strategie hat das Ruhrgebiet bisher noch nicht, dafür aber das H₂-Netzwerk-Ruhr – ein Konsortium aus Firmen, Kommunen, Forschungseinrichtungen, Vereinen, Verbänden und Privatpersonen, die gemeinsam das Wachstum der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in der gesamten Metropole Ruhr gestalten möchten (siehe unter <https://metropole.ruhr/ruhrwasserstoff>).

⁹⁹ AGR Gruppe o.J.

¹⁰⁰ Wasserstoff, der zu 100% aus erneuerbaren Energien durch das Verfahren der Elektrolyse hergestellt wird und als klimaneutral eingestuft werden kann (vgl. Hennis et al. 2021, S. 173 f.).

möglich voranzutreiben (Industrie, ÖPNV, schwere (Nutz-)Fahrzeuge der kommunalen Flotte).

Bis zum Zieljahr 2035 sind dafür erhebliche Anstrengungen beim Ausbau der erneuerbaren Energien nötig bzw. Kooperationen mit anderen Partnern und Nachbarregionen oder -ländern (z.B. Niederlande¹⁰¹), da das Potenzial zum Ausbau der erneuerbaren Energien für die Herstellung von grünem Wasserstoff in der Metropole Ruhr eher noch gering ist (vgl. dazu den Indikator „Erneuerbare Energien“).

Gutes Beispiel: Einsatz von H₂ bei schweren (Nutz-)Fahrzeugen in Aberdeen

Die Industriestadt Aberdeen im Nordosten Schottlands ist eine Pionierstadt im Bereich der H₂-Mobilität mit der größten und vielfältigsten Wasserstofffahrzeug-Flotte in Europa. Neben einstöckigen H₂-Bussen, -Straßenkehr- und -Müllwagen (Aberdeen ist auch am HECTOR-Projekt der EU beteiligt), -Lieferwagen und -PKW, verkehrt dort seit kurzer Zeit der weltweit erste brennstoffzellenbetriebene Doppeldeckerbus. Die im Jahr 2015 veröffentlichte Aberdeen-Wasserstoffstrategie beinhaltet die wichtigsten Maßnahmen, die über einen Zeitraum von 10 Jahren erforderlich sind, um Aberdeen als Kompetenzzentrum für Wasserstofftechnologie zu positionieren. Durch die Nutzung der Offshore-Windenergie vor der Nordostküste Schottlands zur Elektrolyse des Wasserstoffs in Verbindung mit der in Aberdeen verorteten Wasserstoffkompetenz sowie einem aktuell genehmigten H₂-Infrastrukturplan, soll sich ein wirtschaftlich tragfähiger „Hydrogen Hub“ entwickeln. Das Hauptanliegen ist hier, Wasserstoff zu einem Preis zu erzeugen, der den weiteren Einsatz für die H₂-Mobilität wirtschaftlich macht. Dies erfordert die Anregung einer ausreichenden Nachfrage, um ausreichende Skaleneffekte bei der Produktion und Verteilung des Wasserstoffs zu gewährleisten und damit gleichwertige Kosten wie für Dieselkraftstoff zu ermöglichen. (Aberdeen City Council o. J.)



Abbildung: Ein wasserstoffbetriebener Van Hool-Bus an der Union Square Bus Station, Aberdeen, Schottland. Quelle: Wikimedia commons, Aifweb 2015, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrogen_Bus_Aberdeen.jpg, CC BY-SA 4.0

¹⁰¹ Handelsblatt 2020

5.6 Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer

Für eine wesentliche Verbesserung der Gewässerökologie in der Metropole Ruhr werden zwei ausgewählte Schlüsselmaßnahmen dargestellt:

1. Durchgängigkeit der Fließgewässer wieder herstellen
2. Reduzierung von Nährstoffen, Pflanzenschutzmitteln und Feinsedimenteinträgen aus der Landwirtschaft

5.6.1 Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Fließgewässer

Die Durchgängigkeit eines Fließgewässers ist entscheidend für die Wanderung und Ausbreitung aquatischer Lebewesen. Der/das „gute ökologische Zustand bzw. Potenzial“ kann ohne die Wiederherstellung der Durchgängigkeit nicht erreicht werden. Dazu gehört, dass möglichst lange, zusammenhängende und barrierefreie Gewässerstrecken für aquatische Lebewesen vorhanden sind und dass diese Gewässerstrecken für das Geschiebe¹⁰² durchgängig sind.

Die Durchgängigkeit für Fische und andere wandernde Gewässerorganismen in den Fließgewässern wird in urbanen Gebieten vor allem durch Querbauwerke oder Verrohrungen behindert. Sie dienen zumeist dem Hochwasserschutz und der Nutzung der Wasserkraft. Querbauwerke haben erhebliche Auswirkungen auf die Gewässerökologie, da sie die Gewässer „zerschneiden“ und die natürlichen Strömungsverhältnisse beeinflussen und damit auch die Sohl- und Uferstruktur eines Fließgewässers. Gerade in den Stau- und Ausleitungsstrecken wird der Lebensraum der Wasserorganismen durch diese Bauwerke stark verändert. Durch den Rückbau von Querbauwerken wird der Geschiebetransport wiederhergestellt und die Wanderung und Ausbreitung von Flora und Fauna wird wieder möglich. Wenn die Beseitigung nicht erfolgen kann, da das Querbauwerk etwa zur Erzeugung von Energie weiterhin genutzt werden soll, kann eine naturnahe Umgehungsrinne Fischen und anderen Wasserlebewesen die Überwindung dieses Hindernisses ermöglichen (UBA 2019b). Auch lange Verrohrungen (z. B. wie bei vielen Zuflüssen in der unteren Ruhr) behindern die Durchgängigkeit durch glatte Betonsohlen und hohe Strömungsgeschwindigkeiten. Diese sogenannten Zwangspunkte lassen sich durch das Öffnen der Verrohrungen, die Aufweitung von Durchlässen und die Herstellung relativ naturnaher Sohl- und Uferstrukturen passierbar gestalten (UBA 2020f, S. 19 ff.).

Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit ist insbesondere für die Ruhr und ihrer Nebenflüsse ein Thema, welches prioritär im dritten Bewirtschaftungsplan der Fließgewässer für NRW behandelt wird und dem durch „Maßnahmen zur Herstellung/ Verbesserung der linearen Durchgängigkeit“ Rechnung getragen wird.

Obwohl schon eine Reihe von Maßnahmen für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit erfolgt sind, gibt es immer noch eine Vielzahl von nicht durchgängigen Querbauwerken, insbesondere im Bereich der mittleren Ruhr, welche durch zahlreiche große Wehranlagen aufgestaut ist (MULNV NRW 2020d, Planungseinheitensteckbriefe Ruhr, S. 58 ff.). Eine positive Entwicklung ist an der unteren Ruhr zwischen

¹⁰² Geschiebe sind Feststoffe (grobkörnige Sedimente wie etwa Sand und Kies), welche vom Fließgewässer an der Gewässer-
sohle transportiert, akkumuliert und erodiert werden. Sie werden durch Faktoren wie Abfluss, Geologie, Topografie und Ve-
getation bedingt.

Duisburg und Westhofen zu verzeichnen, hier gibt es 17 Wehranlagen - bei 11 von ihnen ist die Durchgängigkeit bereits wieder hergestellt (Ruhrfischereigenossenschaft o.J.). Auch die Lippe weist nach Entfernung vieler Querbauwerke auf langen Strecken wieder einen guten Fischbestand und dynamische Flussauen auf (Landesfischerei Verband Westfalen und Lippe e.V. 2017, S. 29).

Die oben beschriebenen Maßnahmen sollten von den zuständigen Wasserverbänden zu wesentlichen Teilen bis zum Jahr 2027 (Fristverlängerung EG-WRRL) umgesetzt werden, da sie maßgebliche, positive Auswirkung auf die biologischen Qualitätskomponenten und damit auf die Bewertung der Gewässerökologie haben. Dadurch können die Ziele der EG-WRRL in einigen Fließgewässerabschnitten der Metropole Ruhr (gegenüber den vorgesehenen Fristverlängerungen, vgl. Tabelle 8-1 im Anhang) früher erreicht werden und den Erfolg der Renaturierungsmaßnahmen belegen.

5.6.2 Reduzierung von Nähr-, Schadstoff- und Sedimenteinträgen aus der Landwirtschaft

Durch einen zu hohen und teilweise ineffizienten Einsatz von Düngern können Stickstoff- und Phosphoreinträge über Niederschläge und Auswaschungen von Äckern in die Fließgewässer gelangen und führen dort zu einer Überlastung mit Nährstoffen, der sogenannten Eutrophierung. Dies hat ein übermäßiges Wachstum von Algen und Wasserpflanzen zur Folge, wodurch anderen Pflanzenarten das Licht zum Wachstum genommen wird. Wenn diese Pflanzenmassen absterben, wird dabei vielen aquatischen Kleinlebewesen und besonders den Fischen der lebensnotwendige Sauerstoff durch die Zersetzungsprozesse entzogen. Zusätzlich entsteht vermehrt Bodenschlamm auf der Gewässersohle und die Gewässerstruktur wird verändert.

Ebenfalls problematisch sind unbeabsichtigt eingebrachte Pflanzenschutzmittel in Fließgewässern, wenn beim Ausbringen dieser Mittel kein ausreichender Abstand zum Gewässer eingehalten wird, da Pflanzenschutzmittel (z. B. Insektizide) über ein relativ breites Wirkungsspektrum verfügen und auch schädliche Auswirkungen auf „Nicht-Zielarten“, also Wasserlebewesen haben können. Außerdem verbleiben sie längerfristig in Böden und Gewässern, da sie nicht direkt abgebaut werden. Problematisch sind diese Stoffe auch in Hinblick auf die Trinkwassergewinnung (UBA 2020g & h).

Feinsedimente gelangen durch von Niederschlägen ausgelösten Bodenerosionen (besonders auf Böden in Hanglage) und teilweise auch durch Windverdriftungen in die Fließgewässer, mit der Folge, dass sich die Gewässersohle mit Feinsedimenten verfüllt und somit das Kieslückensystem nicht mehr als essentieller Lebensraum insbesondere für das Makrozoobenthos zur Verfügung steht. Dies hat auch negative Auswirkungen auf die biologische Funktion der Kiessohlen als Laichplätze und Lebensräume für Fische - und da sie sich vom Makrozoobenthos ernähren, verringert sich auch das Nahrungsangebot für sie.

Wirksame Maßnahmen gegen Gewässerbelastungen aus der Landwirtschaft sind insbesondere die Reduzierung und bedarfsgerechte Düngegabe und die Einhaltung von Abstandsflächen zu Gewässern, wie sie in der aktuellen Düngeverordnung (DüV-20 Landwirtschaftskammer NRW) vorgeschrieben sind. Ebenso reduzierend kann die Verwendung der Mulchsaat wirken, welche die Erosion des Bodens vermindert und somit zur Minderung von Phosphoreinträgen und Dünger beiträgt und damit den

Stickstoffeintrag einspart. Hilfreich gegen den Eintrag von Insektiziden in Gewässer können breite, mit Gehölzen besetzte Randstreifen (Gewässerschutzstreifen) entlang der Gewässerstrecke sein (Ruhrverband o. J.b). Durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel und den niedrigen Düngereintrag im ökologischen Landbau ist die Erhöhung des Anteils ökologisch wirtschaftender Landbaubetriebe ein weiterer Ansatz, um die benannten Einträge aus der Landwirtschaft zu vermindern. Der Anteil des Ökolandbaus lag 2018 im Ruhrgebiet bei 2,8%, der Anteil NRWs im selben Jahr bei 5,9%. Bis zum Jahr 2035 sollte der Anteil der ökologischen Landbauflächen an der Gesamtfläche in der Metropole Ruhr auf 10% gesteigert werden (vgl. Zielvorschlag des Wuppertal Instituts nach RVR, geplante Veröffentlichung 2021), da dies auch einen positiven Einfluss auf den Nitratgehalt im Grundwasser hätte und durch den niedrigeren Viehbesatz in solchen Betrieben auch klimaverträglicher ist.

Um bis zum Jahr 2027 die Stoffeinträge aus der (konventionell betriebenen) Landwirtschaft deutlich zu vermindern, sollte die Landwirtschaftskammer NRW ihre Beratungsaktivität der Landwirte für Maßnahmen zum Schutz von Gewässern noch intensivieren oder ggf. Möglichkeiten zur Förderung von Agrarumweltmaßnahmen und dem ökologischen Landbau durch das NRW Förderprogramm „Ländlicher Raum“ aufzeigen. Zudem sollten auch Ertüchtigungen kommunaler Kläranlagen zur Reduktion von Nährstoffbelastungen beitragen (Bau einer 4. Reinigungsstufe¹⁰³).

¹⁰³ Kläranlagen verfügen über drei Klärungsstufen, in denen mechanische, biologische und chemische Verfahren eingesetzt werden. Spurenstoffe, wie z. B. Arzneimittel, Kosmetika, Pflanzenschutzmittel, Haushalts- und Industriechemikalien können nur durch eine vierte Klärstufe reduziert werden. Dazu gibt es das Verfahren der Ozonung – Verwendung von Ozon als Oxidationsmittel, um die Spurenstoffe weitestgehend abzubauen, oder die Anbindung der Spurenstoffe an Aktivkohle (Aktivkohleadsorption).

**Gutes Beispiel aus einer anderen Metropolregion:
Die Isar im Stadtbereich München**

Die Isar durchquert die Stadt München auf einer Länge von fast 14 km zwischen den Wehren Großhesselohe und Oberföhringer Wehr. Anfang des 19. Jahrhunderts begann man damit, Uferbefestigungen in das Gewässer einzubringen und den Fluss teilweise zu kanalisieren. Wehre, Ufermauern und ein künstliches, etwa 150m breites, lineares, trapezförmiges Flussbett sollten die Hochwassergefahr für die angrenzenden Stadtteile eindämmen. Im 20. Jahrhundert kamen dann weitere regulierende Maßnahmen dazu, durch die Nutzung der ersten Wasserkraftwerke. Die ursprüngliche Isar floss vor diesen Maßnahmen auch im Münchner Stadtgebiet in einem breiten, sich ständig verlagernden Flussbett mit ausgedehnten Kiesbänken und verzweigten Flussarmen, also in einer typisch voralpinen Wildflusslandschaft.

Seit Anfang 2000 wird die Isar auf einer acht Kilometer langen Strecke im Münchner Stadtbereich renaturiert mit dem Ziel, den Hochwasserschutz zu verbessern, der Flusslandschaft wieder mehr Raum zu geben und Naturnähe herzustellen sowie den Menschen vor Ort mehr Qualität für Freizeit und Erholung zu bieten. Durch teilweise Aufweitungen des Flussbetts wurde Platz für Entwicklungs- und Gestaltungsmaßnahmen geschaffen und der Hochwasserdurchfluss verbessert. Durch flache Ufer, vorgelegte Kiesbänke und -inseln, flachen Rampen aus Steinblöcken und -riegeln mit dazwischen liegenden Becken wurde der Isar wieder ein naturnahes Erscheinungsbild verliehen. Dadurch verbesserten sich nachweislich auch die Lebensbedingungen und die Vielfalt der Lebensräume für die in einem voralpinen Fluss typischen Tier- und Pflanzenarten. Seit Sommer 2011 können die Münchener*innen an den nun zugänglichen Uferbereichen spazieren gehen und auf den Kiesbänken verweilen, spielen und das direkte Naturerlebnis genießen. (Stadt München o. J)



Abbildung: Renaturierte Isar im Süden Münchens

Quelle: Burkhard Mücke (2014), https://de.wikipedia.org/wiki/Isar-Plan#/media/Datei:Isar_renatu-riert.jpg, CC BY-SA 4.0

5.7 (Urbane) Grün- und Erholungsflächen

5.7.1 Recht auf (Stadt-)Grün bis zum Jahr 2030: Den Umfang und die Erreichbarkeit von Stadtgrün spürbar verbessern

Laut der Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Europäischen Umweltagentur sollte jede/r Bürger*in im besiedelten Bereich Grünanlagen innerhalb eines Radius von 300 Metern erreichen können. In deutschen Großstädten ab 500.000 Einwohnern ist dieses Ziel im Durchschnitt für jeden Fünften jedoch nicht erreichbar (BMUB 2015, S. 71). In Klein- und Mittelstädten ist der Anteil noch größer, wobei hier ein höherer Anteil an Hausgärten den Bedarf an Grün abdeckt (ebd.). Die WHO nennt für die Grünanlagen eine Mindestgröße von 0,5 bis 1 Hektar. Der britische Accessible Natural Green Space Standard in Towns and Cities empfiehlt sogar eine Mindestgröße der Grünanlagen von 2 Hektar (je 1.000 Einwohner) (English Nature o.J., S. 2). Für das Ruhrgebiet empfiehlt das Wuppertal Institut, sich an diesem ambitionierteren Standard zu orientieren und sich bis zum Jahr 2030 zu einer „Region der grünen 5-Minuten-Städte“ zu entwickeln, in der mindestens 2 Hektar große Grünflächen für alle Bewohner*innen innerhalb eines Radius von 300m zu erreichen sind. Hierfür sollten sich die Ruhrgebietskommunen auf ein Recht auf (Stadt-)Grün verpflichten, das bis zum Jahr 2030 erreicht werden sollte.¹⁰⁴

Die Ruhrgebietskommunen würden so nicht nur (inter)nationaler Vorreiter beim Thema Stadtgrün werden und eine konsequente Strategie der doppelten Innenentwicklung umsetzen, sie würden auch den Wünschen und Bedarfen der Bürger*innen Rechnung tragen. Spätestens mit der Corona-Pandemie hat sich der Stellenwert von Stadtgrün in der Gesellschaft deutlich erhöht. So antworteten beispielsweise 96 Prozent der 14 bis 20-jährigen Bundesbürger*innen bei einer Umfrage anlässlich des 51. Internationalen Jugendwettbewerbs "jugend creativ", dass zusätzliches urbanes Grün das Wichtigste bei der Umgestaltung von Städten sei (Presseportal 2021). In einer aktuellen repräsentativen forsa-Umfrage gaben zudem 92 Prozent der Befragten an, dass sich die Aufenthaltsqualität in den Innenstädten durch mehr Stadtgrün erhöhen würde und 70 Prozent würden sich sogar länger in den Innenstädten aufhalten (Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. 2021).

Wie ein erster Weg hin zum Recht auf (Stadt-)Grün aussehen kann, hat die seit 2014 amtierende Pariser Oberbürgermeisterin Anne Hidalgo aufgezeigt. Sie versprach im Kommunalwahlkampf 2020, dass die Stadt für jeden Neugeborenen einen Stadtbaum pflanzen wird (Greenpeace Magazin 2020). Auf das gesamte Ruhrgebiet übertragen bedeutet dies, jährlich fast 50.000 Bäume zusätzlich im urbanen Raum zu pflanzen (RVR 2020c).¹⁰⁵ Erreicht werden kann dieses Ziel nur, wenn gleichzeitig die vielfach

¹⁰⁴ Um ein solches Ziel politisch zu verabschieden, sollte eine Untersuchung der baulichen, verkehrlichen und infrastrukturellen Gegebenheiten durchgeführt werden. Die genannten Zielwerte beziehen sich auf Zielgrößen der WHO, der europäischen Energieagentur und dem britischen Accessible Natural Green Space Standards in Towns and Cities. Studien wie Grunewald et al. (2016) zeigen, dass entsprechende Ziele grundsätzlich operationalisierbar sind. Es ist zu empfehlen, eine solche Zieldefinition anhand eines partizipativen Prozesses mit verschiedenen Akteuren aus der Zivilgesellschaft, den Kommunen und der Wirtschaft abzustimmen.

¹⁰⁵ Anders als beim Ziel des RVR, 5 Millionen Bäume bis zur Internationalen Gartenausstellung (IGA) 2027 in der Metropole Ruhr zu pflanzen (RVR 2021c), geht es hierbei nicht um das Pflanzen von Jungbäumen/Setzlingen in Wald-/Forstgebieten wie dem Hohen Mark oder der Haard, sondern um das Pflanzen von Straßen- und Stadtbäumen. Beide Aktionen können sich jedoch gut ergänzen.

überdimensionierten Gebäude-, Betriebs- und Verkehrsflächen zurückgebaut werden. Ebenso gilt es, die vorhandenen Grünflächen im Sinne einer Mehrfachnutzung zu qualifizieren, damit möglichst unterschiedliche Nutzergruppen entsprechende Flächen nutzen können. Gepflanzt werden sollten die Bäume zunächst dort, wo die größten Grünflächendefizite bestehen oder wo vulnerable Bevölkerungsgruppen leben oder sich aufhalten (z.B. Kitas, Schulen, Altenheime etc.).

Auch im privaten Bereich sollte durch Ordnungsrecht oder Anreize die Ausweitung von Stadtgrün gefördert werden. So ist es in einigen Bundesländern (z.B. Baden-Württemberg, Sachsen-Anhalt) und Kommunen (Dortmund, Paderborn) verboten, Schottergärten anzulegen. Die Stadt Wien verpflichtet Bauherren zur Fassadenbegrünung (TASPO 2020). Die Stadt Frankfurt fördert die Fassaden- und Dachbegrünung mit einem Zuschuss von 50 Prozent (Stadt Frankfurt am Main 2021).

5.7.2 Regionales Flächenmoratorium ab dem Jahr 2025

Ein Flächenmoratorium ist ein planungs- und ordnungspolitisches Instrument des Bundes, das bspw. über das Baugesetzbuch umgesetzt werden könnte (BUND 2016). Hierbei geht es darum, die Neuausweisung von Wohn- und Gewerbeflächen auf wachsende Städte und Regionen zu beschränken und dafür an anderer Stelle Flächen zu entsiegeln bzw. zu renaturieren.

Überträgt man das Konzept auf die Metropole Ruhr, so bedeutet dies, dass sich alle Kommunen verpflichten, die versiegelte Fläche pro Kopf, also insbesondere die Wohnbau-, Industrie- und Gewerbeflächen sowie die Straßenverkehrsflächen in der Flächenerhebung gemäß des amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS), auf einem bestimmten Niveau, bspw. von 2025, „einzufrieren“. Diese Regelung schließt die Ausweisung von Neubaugebieten nicht aus, legt den Fokus allerdings auf die Qualifizierung des Bestands und stoppt so eine weitere Flächenversiegelung. Denkbar ist auch ein Zertifikatehandel analog zum europäischen Emissionshandel. Kommunen, deren Bevölkerung wächst, erhalten zusätzliche Zertifikate, um den Wohnraum- bzw. Gewerbeflächenbedarf zu decken. Darüber hinaus können Kommunen mit den vorhandenen Zertifikaten untereinander handeln. Baut eine Kommune bspw. ihre Wohnbau-, Industrie-, Gewerbe- oder Straßenverkehrsflächen zurück oder ihre Grün- und Erholungsflächen aus werden Zertifikate frei, die mit anderen Kommunen gehandelt werden. Ein entsprechendes Experiment wurde in dem vom Umweltbundesamt geförderten Projekt „Planspiel Flächenhandel“ erprobt (UBA 2021c).

Ein erstes Beispiel für ein Teilmoratorium existiert in der Schweiz. Im Bundes-Raumplanungsgesetz, dem die Bevölkerungsmehrheit 2014 zugestimmt hat, sollen Bauzonen verkleinert und ein verdichtetes, effizienteres Bauen gefördert werden. Es beinhaltet einen Baustopp in schützenswerten Landschaftslagen, um den Erhalt von Bodenflächen und Natur zu erreichen. Zudem müssen die Kantone nachweisen, dass es für die ausgewiesenen Bauzonen einen entsprechenden Bedarf gibt (BUND 2016).

5.7.3 Wettbewerb “Grünster Stadtteil der Welt” ab dem Jahr 2022

Grün- und Erholungsflächen stehen zumeist unter einer enormen Nutzungskonkurrenz, da sich ihr Mehrwert (z.B. Erholung, Gesundheit, Biodiversität) meist nicht oder nur sehr eingeschränkt monetarisieren lässt, ihr Pflege- und Bewirtschaftungsaufwand jedoch sehr wohl. Umso wichtiger ist es, diesen Mehrwert zu erleben. Es sollte daher, möglichst bis zum Jahr 2022, ein ruhrgebietsweiter Wettbewerb ausgelobt werden, der das Ziel verfolgt, Stadtgrün in quantitativer wie qualitativer Perspektive in einem Bestandsquartier zu fördern. Analog zum Wettbewerb InnovationCityRuhr (ICRuhr) im Bereich des Klimaschutzes (minus 50% der CO₂-Emissionen innerhalb von 10 Jahren) sollten besonders ambitionierte Ziele verfolgt werden, so z.B., dass bis zum Jahr 2030 alle kommunalen Gebäude über Dach- und Fassadenbegrünungen verfügen. Ebenso sollten bis zum Jahr 2030 kleinere Grünflächen (0,5-1 ha) in einem 150m Radius erreichbar sein. Damit würde der Wettbewerbs-Stadtteil die Zielgrößen der WHO deutlich übertreffen. Weitere Ziele eines solchen Wettbewerbs sollten ein entsprechender Rückbau der Verkehrsflächen sowie die Regenwasserabkopplung im Sinne des Schwammstadt-Konzepts¹⁰⁶ sein. Ähnlich wie bei ICRuhr sollte ab 2030 mit dem Roll-out begonnen werden, sodass auch andere Ruhrgebietskommunen von den Erfahrungen profitieren können.

**Gutes internationales Beispiel:
St. Kjeld’s Neighbourhood in Kopenhagen, Dänemark**

Der 105 Hektar große Stadtteil St. Kjeld liegt im Norden des Kopenhagener Stadtzentrums. Die ca. 24.000 Einwohnerinnen und Einwohner von St. Kjeld erleben häufig Überschwemmungen, die durch Starkregenereignisse und Sturmfluten ausgelöst werden und zu hohen Sachschäden führen. Das extreme Überflutungsrisiko in diesem Gebiet ist eine Folge der starken Versiegelung und des Fehlens von Vegetation und Grünflächen im Stadtteil. Nach einem Starkregen im Jahre 2011, der einen Schaden von rund 1,5 Millionen Euro verursachte, erarbeitete die Stadt Kopenhagen einen Klimaanpassungsplan und wählte St. Kjeld als Pilotgebiet aus, um die Klimaresilienz im Quartier zu stärken und so die Lebensqualität vor Ort zu verbessern. Zahlreiche Maßnahmen, wie z.B. unterirdische Wassersammelsysteme, Grünflächen zum Auffangen des Regenwassers oder auch Wassernebel zur Kühlung bei Hitzewellen sollen als “Grüne Strategie” dazu beitragen, den Stadtteil zukünftig vor Überflutung und Überhitzung zu schützen.

(Tredje Natur 2021)

¹⁰⁶ Das Schwammstadt-Konzept ist ein städtebauliches Konzept, bei dem Regenwasser nicht direkt in das Kanalsystem geleitet, sondern lokal (zwischen-)gespeichert wird. Durch die Abkopplung des Regenwassers soll das Kanalsystem entlastet werden. Mulden, Rigolen, Grünflächen (grüne Infrastruktur) erlauben eine Regenwasserversickerung vor Ort. Gleichzeitig kann über Bäume, Fassaden-/Dachbegrünung ein Teil des Wassers zwischengespeichert und verdunstet werden, was zur Kühlung der Stadt beiträgt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Studie zeigt, dass nachhaltige Entwicklung mit ihren Umweltqualitätszielen prinzipiell die gleichen Anforderungen an eine „grüne Industrieregion“ stellt wie an jede andere Region auch. Die Herausforderungen für eine nachhaltigkeitsorientierte Wende liegen für Industrieregionen aufgrund ihrer spezifischen historischen und gegenwärtigen Ausgangsbedingungen (z.B. energie- und ressourcenintensive Industrien, Schadstoffemissionen in Luft, Boden und Gewässer) in vielen Bereichen weitaus höher als für andere Regionen – beispielsweise hinsichtlich der Reduzierung von Treibhausgasemissionen aufgrund der energieintensiven Industrien (Stahlproduktion) oder hinsichtlich der Wiederherstellung eines guten ökologischen Zustands/Potenzials der Fließgewässer aufgrund der massiven Beanspruchung und Veränderung der Fließgewässer durch Industrialisierung (Bergbau und Stahlproduktion) und Siedlungswachstum.

Gleichzeitig bedeutet dies: Gerade wenn es in der Metropole Ruhr mit ihren besonderen Bedingungen als Industrie- und Metropolregion gelingt, den ganzheitlichen Pfad einer nachhaltigen Entwicklung ambitioniert, zielorientiert und beschleunigt zu beschreiten, kann ein erfolgreicher Transformationsprozess der Metropole Ruhr eine wichtige Blaupause für viele andere Industrie- und Metropoleregionen weltweit liefern: durch eine klimaneutrale Strahlindustrie, umfangreich renaturierte Gewässer und einen durch die Umweltwirtschaft gestärkten Strukturwandel hin zu einer „grünen Industrieregion“.

6.1 „Definition“ einer grünen Industrieregion: Leitbild, Indikatoren und Ziele

Um darstellen zu können, was unter einer „grünen Industrieregion“ zu verstehen ist, wurde in einem ersten Schritt eine allgemeingültige Beschreibung einer „grünen Industrieregion“ entwickelt. Das allgemeingültige, auf die Metropole Ruhr angewendete Leitbild ist entlang der sieben Handlungsfelder Klima, Energie, Verkehr, Industrie, Umwelt & Gesundheit, Biodiversität & Landökosysteme sowie Städte & Siedlungen strukturiert. Es wird durch ein Set aus 35 Nachhaltigkeitsindikatoren und dazu bestehenden Zielen bzw. Zielvorschlägen unterschiedlicher Ebenen¹⁰⁷ konkretisiert.

Das Set aus 35 Indikatoren repräsentiert dabei ein im Vergleich zur Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (72 Indikatoren/Ziele) und zur Landes-Nachhaltigkeitsstrategie NRW (67 Indikatoren/Ziele) fokussiertes Indikatorenset. Im Vergleich zum ersten RVR-Umweltindikatorenbericht (15 Indikatoren; vgl. RVR 2017a) und zweiten RVR-Umweltindikatorenbericht (20 Indikatoren; vgl. RVR geplante Veröffentlichung 2021) ist das Indikatorenset erweitert. Die Auswahl relevanter Indikatoren bewegt sich grundsätzlich stets in einem Spannungsfeld zwischen Differenziertheit und Angemessenheit, bei der auch Aspekte wie Machbarkeit und Kommunizierbarkeit im politisch-praktischen Planungsprozess zu berücksichtigen sind (Wuppertal Institut nach RVR, geplante Veröffentlichung 2021). Mit der Auswahl von 35 Indikatoren für die sieben untersuchten Handlungsfelder wurde diesem Umstand Rechnung getragen und







¹⁰⁷ Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, Nachhaltigkeitsstrategie NRW, Umweltqualitätsziele z.B. von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) oder von Umweltverbänden, bestehende Ziel-Vorschläge für die Metropole Ruhr.

einerseits ein umfassendes, aber andererseits noch handhabbares Indikatorenset entwickelt.

Aus dem Set der 35 Indikatoren wurden sieben ausgewählte Kernindikatoren (ein Indikator je Handlungsfeld) für die Metropole Ruhr vertiefend aufbereitet. Bei der Darstellung der sieben Kernindikatoren ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um einen stark reduzierten Ausschnitt der Umweltsituation im Ruhrgebiet sowie den in diesen Bereichen bestehenden Potenzialen für die weitere Entwicklung handelt. Dennoch werden mit den sieben dargestellten Kernindikatoren unterschiedliche Aspekte adressiert, die zentrale Themen für die Entwicklung einer grünen Industrieregion wiedergeben.

6.2 „Von grün nach grau nach grün“: Verortung der Metropole Ruhr

Die sieben Kernindikatoren zeichnen ein differenziertes Bild für die Metropole Ruhr – sowohl hinsichtlich ihrer bisherigen Entwicklung und des Status Quo, als auch hinsichtlich bestehender Leuchtturmprojekte und der Potenziale für die weitere Entwicklung. Die folgende Tabelle 6-1 gibt einen Überblick zur Einschätzung der Potenziale der Metropole Ruhr, sich in den jeweiligen Kernindikatoren zu einer internationalen Vorreiterregion zu entwickeln – insgesamt (Pflanzenpiktogramme) und in Teilbereichen je Kernindikator. Im Ergebnis zeigt sich, dass das prinzipielle Potenzial, sich in den Kernindikatoren zu einer Vorreiterregion zu entwickeln, für zwei der sieben Indikatoren als niedrig eingeschätzt wird, für drei Indikatoren als mittel und für zwei Indikatoren als hoch. Je Indikator können jeweils ein bis zwei Teilbereiche benannt werden, in denen die Metropole Ruhr themenspezifische Potenziale aufweist, sich zu einer Vorreiterregion zu entwickeln.

Indikator	Potenzial als Vorreiterregion			
	Im gesamten Indikatorbereich			In Teilbereichen
	Gering	Mittel	Hoch	
Klima: Treibhausgasemissionen				<ul style="list-style-type: none"> ■ Klimaneutrale (Stahl-)Industrie: weil <ul style="list-style-type: none"> ○ das Ruhrgebiet über Wasserstoff-Kompetenzen und -potenziale verfügt, ○ sich die Stahlkonzerne ArcelorMittal Deutschland und thyssenkrupp 2019 die Ziele gesetzt haben, bis 2050 klimaneutral zu sein, ○ in einer treibhausgasneutralen Stahproduktion die Chance einer Vorreiterposition in einem für Klimaschutz weltweit wichtigen Industriezweig liegt.
Energie: Anteil erneuerbarer Energien				<ul style="list-style-type: none"> ■ Solarenergie auf Dächern und Balkonen: weil <ul style="list-style-type: none"> ○ es eine relevante Strategie für einen dicht besiedelten Ballungsraum darstellt, ○ damit gemachte Erfahrungen und Fördermechanismen aus der InnovationCity Ruhr übernommen und ausgeweitet werden können, ○ die Chance besteht, in einem für viele andere Metropol- und Ballungsräume wichtigen Handlungsfeld eine Vorreiterrolle einzunehmen.






<p>Verkehr: Modal Split des Verkehrsaufkommens und des Verkehrsaufwands</p>		<ul style="list-style-type: none"> ■ Fernwärme: weil <ul style="list-style-type: none"> ○ es in der Metropole Ruhr bereits heute ein gut ausgebautes Fernwärmenetz gibt, bei dem der Anteil erneuerbarer Energien kontinuierlich ausgebaut wird, ○ Abwärmepotenziale der Industrie gezielt genutzt werden können. ■ Regionales Radwegenetz: weil <ul style="list-style-type: none"> ○ Radfahren im Trend liegt und durch die Elektrifizierung von Fahrrädern auch weite Strecken (z.B. zum Pendeln) leichter zurückgelegt werden können, ○ es mit dem Radschnellweg Ruhr (RS1) bereits ein erstes Modellprojekt für einen regionalen Radweg gibt, ○ mit einem regionalen Radwegenetz an gute Beispiele aus anderen Regionen angeschlossen werden kann (z.B. Kopenhagen). ○ Um ein regionales Radwegenetz mit Vorreitercharakter und hinsichtlich der Erfordernisse eines beschleunigten Klimaschutzes zu realisieren, bedarf es jedoch einer deutlich schnelleren und großmaßstäblicheren Realisierung des Vorhabens.
<p>Industrie: Anzahl der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft</p>		<ul style="list-style-type: none"> ■ Dekarbonisierung der Grundstoffindustrien: weil <ul style="list-style-type: none"> ○ diese Industrien bei der aus Klimaschutzgründen notwendigen Dekarbonisierung auch der Umweltwirtschaft zugerechnet werden können. ■ Neugründungen von Unternehmen: weil <ul style="list-style-type: none"> ○ auf Kompetenzen aus einer dichten Hochschul- und Forschungslandschaft aufgebaut werden kann, ○ auf bestehende Expertisen und Netzwerke aufgebaut werden kann (z.B. Wasserwirtschaft, Greentech.Ruhr-Netzwerk).
<p>Umwelt & Gesundheit: Stickstoffdioxidemissionen (NO₂)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ■ Nutzung von Elektromobilität und Wasserstofftechnologien bei Nutzfahrzeugen: weil <ul style="list-style-type: none"> ○ die Nutzung von Elektromobilität für (leichte) Nutzfahrzeuge und von Wasserstoff für schwere Nutzfahrzeuge/ÖPNV noch in den Anfängen liegt, ○ die Metropole Ruhr über Wasserstoffkompetenzen und -potenziale verfügt.
<p>Biodiversität & Landökosysteme: Ökologischer/s Zustand/Potenzial und chemischer Zustand der Fließgewässer</p>		<ul style="list-style-type: none"> ■ Renaturierung der Fließgewässer: weil <ul style="list-style-type: none"> ○ die Metropole Ruhr mit dem Generationenprojekt Emscher-Umbau schon seit 1992 an der Wiederherstellung naturnaher Gewässer arbeitet, ○ renaturierte Fließgewässer in der Metropole Ruhr in einem ganzheitlichen Ansatz auch als Impulsgeber für die regionale Klimafolgenanpassung, Bildungsarbeit, den regionalen Freizeitwert und die soziale Integration im Rahmen städtebaulicher Maßnahmen genutzt werden.
<p>Städte & Siedlungen: Grün- und Erholungsflächen</p>		<ul style="list-style-type: none"> ■ Regionale Grünzüge: weil <ul style="list-style-type: none"> ○ schon seit den 1920er Jahren an der Sicherung und Entwicklung regionaler Grünzüge gearbeitet wird, ○ die Internationale Bauausstellung (IBA) Emscher Park schon seit 1989 zur Entwicklung überzeugender Beispiele für Industrienatur und -kultur geführt hat (z.B. Landschaftspark Duisburg-Nord)

Tabelle 6-1: Überblick: Einschätzung des Potenzials der Metropole Ruhr, sich in den dargestellten Indikatoren zu einer Vorreiterregion zu entwickeln – insgesamt und in Teilbereichen

Für zwei der sieben Kernindikatoren wird nur ein **niedriges Potenzial** geschätzt, sich im gesamten Kernindikator zu einer Vorreiterregion zu entwickeln, nämlich dem „Anteil erneuerbarer Energien“ und dem „Modal Split des Verkehrsaufkommens und des Verkehrsaufwands“.

Beim **Anteil erneuerbarer Energien** ergibt sich die geringe Potenzialeinschätzung aufgrund des grundsätzlich relativ geringen endogenen Potenzials eines Ballungsraums, einen ausreichenden Anteil der benötigten Energieversorgung aus erneuerbaren Energien innerhalb der eigenen Region zu erzeugen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass das Erreichen eines hohen Anteils erneuerbarer Energien hier nicht möglich ist, sondern es müssen die richtigen Strategien zur notwendigen Erhöhung des erneuerbaren Energien-Anteils umgesetzt werden, die nicht ohne Kooperationen mit benachbarten Regionen zur Versorgung aus erneuerbaren Energien auskommen werden (vgl. Indikatoren „Anteil erneuerbarer Energien“ und „Treibhausgasemissionen“). In zwei Teilbereichen besteht nämlich durchaus ein spezifisches Potenzial der Metropole Ruhr, sich zu einer Vorreiterregion zu entwickeln – nämlich einerseits, wenn es der Metropole Ruhr als in weiten Teilen dicht besiedelter Ballungsraum gelingt, die Solarenergie auf Dächern und Balkonen ambitioniert auszubauen und andererseits hinsichtlich der Weiterentwicklung des heute schon gut ausgebauten Fernwärmenetzes (vgl. Tabelle 6-1).

Indikator „Erneuerbare Energien“

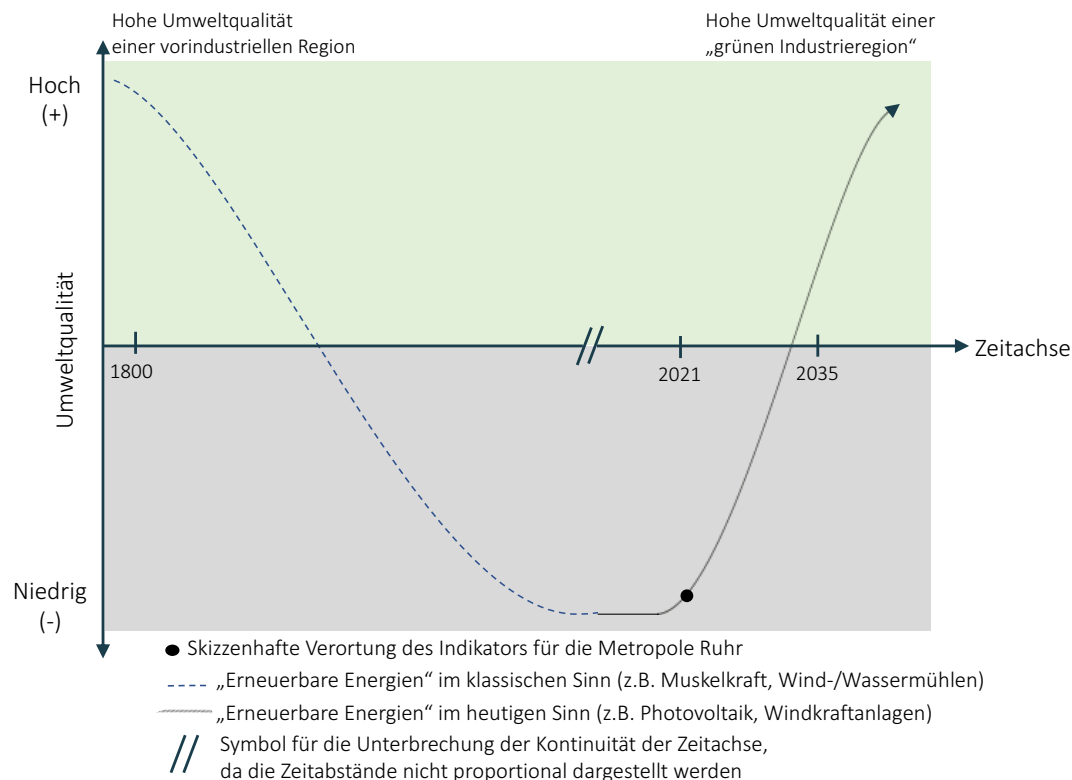


Abbildung 6-1: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Erneuerbare Energien“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“

Dem Liniendiagramm zugrunde liegende Annahmen und Setzungen:

- Gestrichelte Linie: Ungefähre Entwicklung der „klassischen“ regenerativen Energien aus Wind-, Wasser- oder Muskelkraft. Wesentliche Einflussfaktoren in Deutschland: Zunehmender Einsatz der Dampfmaschine ab dem 18. Jahrhundert, die industrielle Revolution im 19. Jahrhundert, Massenmotorisierung ab den 1950er Jahren (Heinrich 2017; Statista 2021b).
- Durchgezogene Linie: Erneuerbare Energien im Sinne der heutigen Energieversorgung (z.B. Photovoltaik, Windkraftanlagen). Darstellung einer erforderlichen nachhaltigen Entwicklung mit einer deutlich beschleunigten Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2035 und darüber hinaus.
- Verortung des Indikators in einem niedrigen Bereich der Umweltqualität, aber schon auf der ansteigenden Kurve, weil erst ein geringer Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch vorliegt, bei geringer Steigerungsrate (2,5% in 2012; 2,7% in 2017) (Indikator „Erneuerbare Energien“).

Das Liniendiagramm in Abbildung 6-1 stellt skizzenhaft dar, wo der Indikator „Erneuerbare Energien“ auf einer Entwicklungslinie „von grün nach grau nach grün“ ungefähr zu verorten ist (siehe Kapitel 0 zur grundsätzlichen Erläuterung der Liniendiagramme). Abbildung 6-8 stellt die skizzenhafte Verortung aller Indikatoren einander gegenüber.

Für den Indikator der **Verkehrsmittelanteile (Modal Split) am Verkehrsaufkommen und Verkehrsaufwand** wird ein niedriges Vorreiter-Potenzial eingeschätzt, weil die bisherigen Entwicklungen noch in die falsche Richtung gehen: mit einem steigenden Anteil an motorisiertem Individualverkehr (vgl. Indikator „Modal Split“) und gegenläufigen Maßnahmen wie die Streckenstilllegungen der Straßenbahn in Mülheim (WAZ 2015; lokalkompass 2019). Und dies obwohl die Metropole Ruhr prinzipiell günstige Voraussetzungen für eine nachhaltigkeitsorientierte Verkehrsgestaltung besitzt (z.B. Metropolregion, polyzentrale Struktur, häufig kurze Wege möglich aufgrund einer hohen Dichte an Versorgungseinrichtungen gerade in den städtischen Kernräumen). Einzelne Aspekte deuten zudem darauf hin, dass gerade in den letzten Jahren auch im Ruhrgebiet ein Umdenken stattfindet und das Einleiten einer Verkehrswende prinzipiell möglich erscheint, wie etwa durch die Entwicklung eines regionalen Mobilitätskonzepts und eines Konzepts zur Erweiterung des Radschnellwegs Ruhr (RS1) zu einem regionalen Radschnellwegenetz.

Auf der Zeitachse kommt dieser mögliche Wendeprozess jedoch relativ spät – im Vergleich zu anderen Städten, die schon seit wesentlich längerer Zeit ambitionierte Strategien zur Verkehrsverlagerung verfolgen und umsetzen (z.B. die Stadt Wien seit Anfang der 1990er Jahre, vgl. Müller & Reutter 2021). Mit einer spät eingeleiteten Verkehrswende steht die Metropole Ruhr nicht alleine da, wodurch weiterhin durchaus die Möglichkeit besteht, sich noch positiv zu entwickeln und – neben einem ganzheitlichen Wendeansatz – sich insbesondere in Teilbereichen gegenüber anderen Regionen hervorzuheben.

Hierfür bedarf es allerdings eines grundlegenden ambitionierten und zielorientierten Kurswechsels sowie einer klugen Kombination aus Quick-Win-Maßnahmen (z.B. Pop-up-Radwegenetz) und langfristigen, strukturverändernden Maßnahmen (z.B. Ausbau des Straßenbahnnetzes). Dafür sollte das derzeit bestehende Gelegenheits- und Notwendigkeitsfenster für Beschleunigungsprozesse proaktiv genutzt werden (siehe nächsten Abschnitt).

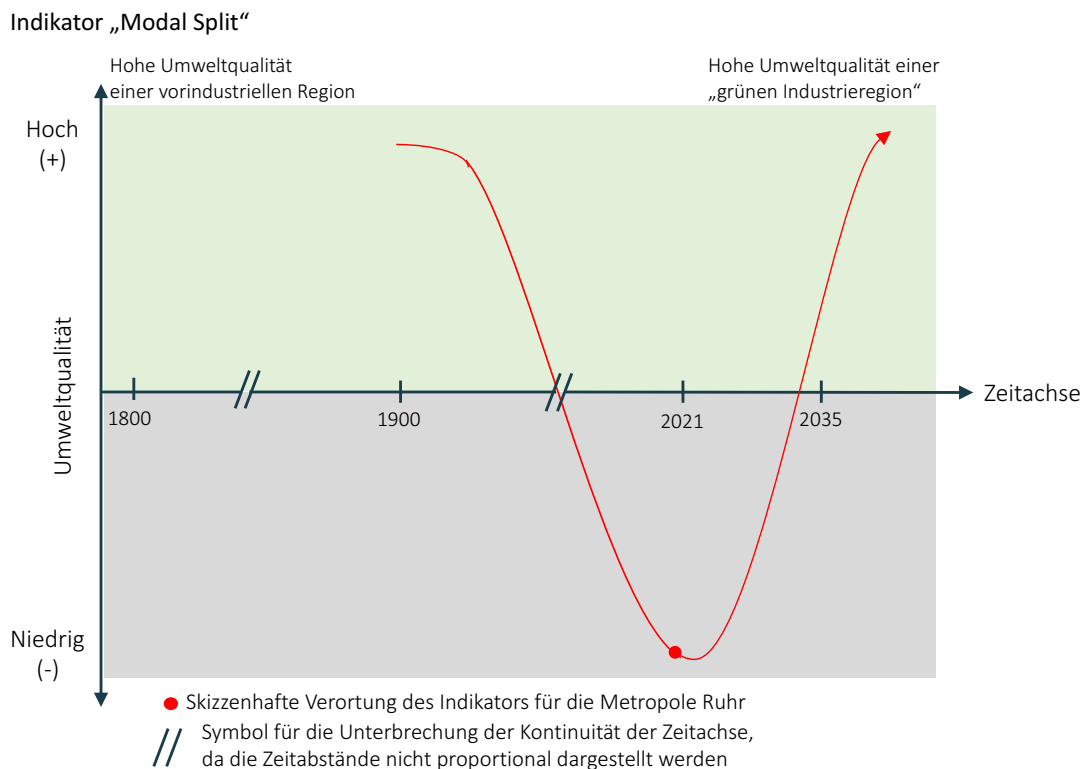


Abbildung 6-2: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Modal Split“ für die Metropolregion Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“

Dem Liniendiagramm zugrunde liegende Annahmen und Setzungen:

- Massenmotorisierung ab den 1950er Jahren (Heinrich 2017; Statista 2021b).
- Verortung des Indikators in einer noch absteigenden Kurve vor einem möglichen Wendepunkt aufgrund des noch weiter zunehmenden Anteils des motorisierten Individualverkehrs (Verkehrsaufkommen und Verkehrsaufwand, vgl. Indikator „Modal Split“).
- Stark ansteigende künftige Entwicklungslinie für einen nachhaltigen Transformationspfad bis 2035 und darüber hinaus aufgrund beschleunigter Klimaschutz- und Nachhaltigkeitserfordernisse.

Eine deutliche Beschleunigung sollte dabei insbesondere das Vorhaben erfahren, ein regionales Radschnellwegenetz zu entwickeln, einschließlich einer sehr viel schnelleren Weiterentwicklung des Radschnellwegs Ruhr (RS1). Bei einer zügigen Umsetzung des Vorhabens besteht das prinzipielle Potenzial, an andere internationale Vorreiterregionen aufzuschließen (z.B. Kopenhagen) (vgl. Tabelle 6-1).

Ein **mittleres Potenzial** als Vorreiterregion wird für die drei Kernindikatoren „Treibhausgasemissionen“, „Stickstoffdioxidemissionen“ sowie „ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer“ geschätzt.

Indikator „Treibhausgasemissionen“

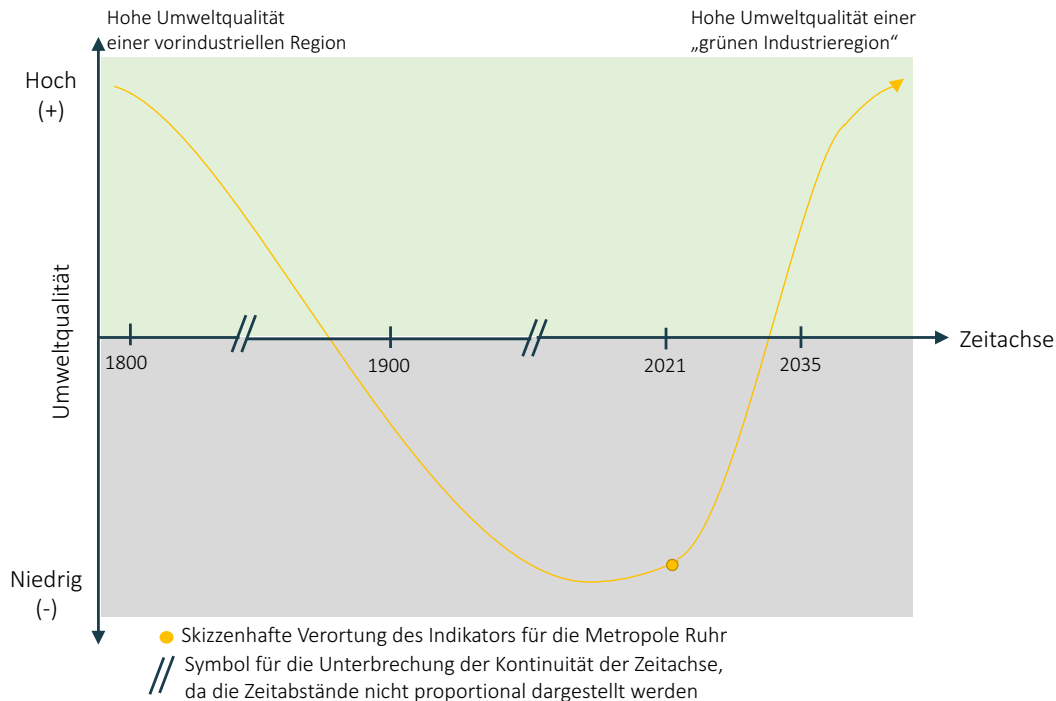


Abbildung 6-3: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Treibhausgasemissionen“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“

Dem Liniendiagramm zugrunde liegende Annahmen und Setzungen:

- Zunehmende Treibhausgasemissionen im Zuge der Elektrifizierung, Industrialisierung, Massenmotorisierung und veränderter Lebensstile.
- Verortung des Indikators in einer beginnenden steigenden Kurve aufgrund abnehmender Treibhausgasemissionen (vgl. Indikator „Treibhausgasemissionen“).
- Stark ansteigende künftige Linie für einen nachhaltigen Transformationspfad bis 2035 und darüber hinaus aufgrund beschleunigter Klimaschutzanforderungen mit massiven Reduktionen der Treibhausgasemissionen.

Beim Indikator „**Treibhausgasemissionen**“ ergibt sich das mittlere Potenzial im Gesamtindikator daraus, dass einerseits aufgrund der energieintensiven Industrien aktuell noch besonders hohe THG-Emissionen reduziert werden müssen und bisher hinsichtlich der Dringlichkeit, die Treibhausgase massiv zu reduzieren erst relativ geringe Mengen an Treibhausgasemissionen abgebaut wurden. Hier gibt es also noch sehr viel zu tun – und das in allen Bereichen, in denen die Treibhausgasemissionen verringert werden müssen (also Energiewirtschaft, Gebäude, Industrie, Landwirtschaft, Landnutzung, Verkehr). Andererseits besteht in der Metropole Ruhr durchaus das Potenzial, sich durch die Nutzung der vorhandenen (grünen) Wasserstoffkompetenzen und -potenziale insbesondere im Bereich der klimaneutralen (Stahl-)Industrie zu einer internationalen Vorreiterregion zu entwickeln (vgl. Tabelle 6-1).

Das geschätzte mittlere Potenzial beim Indikator „**Stickstoffdioxidemissionen (NO₂)**“ basiert auf den bisher positiven Entwicklungen zur Reduzierung der NO₂-Emissionen, die einem deutschlandweiten Trend entsprechen, und den ruhrgebietspezifischen Potenzialen zum Einsatz (grüner) Wasserstofftechnologien im Industriesektor und in dafür geeigneten Bereichen des Verkehrssektors (insbesondere bei bisher in der Regel dieselbetriebenen schweren Nutzfahrzeuge, ÖPNV). Auch durch den ambitionierten Einsatz von Elektromobilität für leichte Nutzfahrzeuge der kommunalen Flotte und den Ausbau der dazu benötigten Ladeinfrastruktur bestehen Potenziale, sich gegenüber anderen Regionen positiv zu entwickeln (Jansen & Reutter 2020) (vgl. Tabelle 6-1).

Indikator „Stickstoffdioxid (NO₂)“

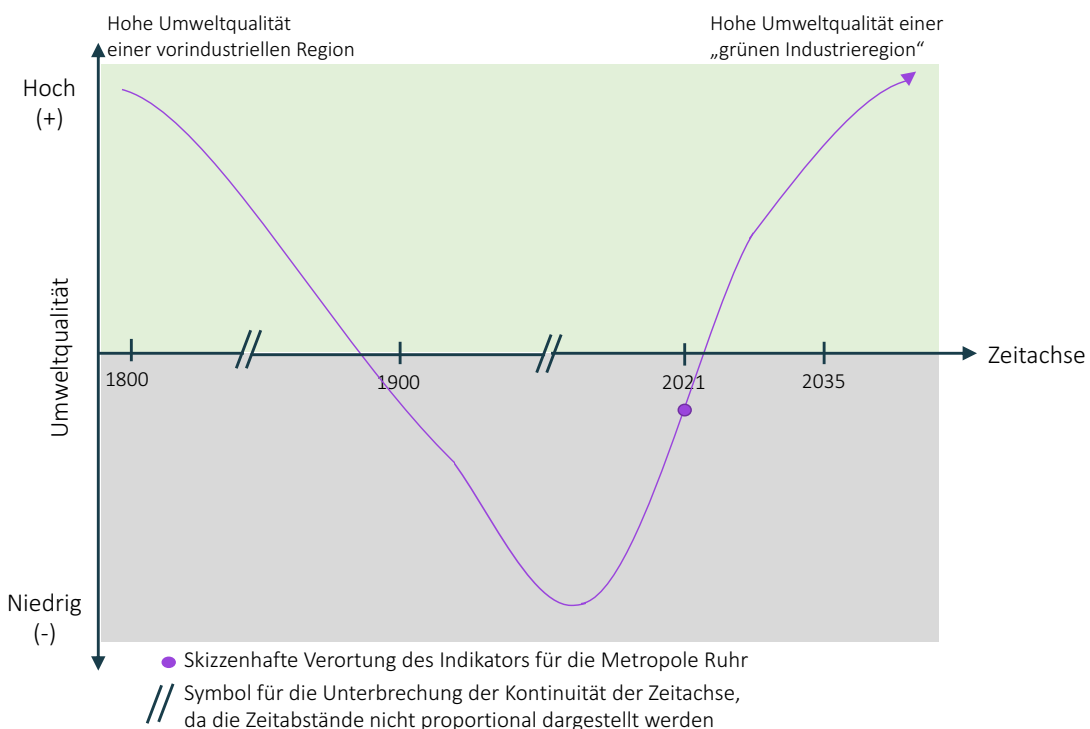


Abbildung 6-4: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Stickstoffdioxid (NO₂)“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“

Dem Liniendiagramm zugrunde liegende Annahmen und Setzungen:

- Zunehmende Stickstoffdioxidemissionen im Zuge der Industrialisierung sowie der Massenmotorisierung ab den 1950er Jahren (Statista 2021b).
- Verortung des Indikators in der aufsteigenden Kurve aufgrund abnehmender Stickstoffdioxidemissionen. Da die aktuell eingehaltenen Grenzwerte ein Effekt des Corona-bedingten verringerten Verkehrsaufkommens (2020/2021) sein können und auch unter dem Grenzwert liegende Stickstoffdioxidemissionen gesundheitsgefährdend sind, wird der Indikator noch im „grauen“ Bereich verortet.
- Weiterhin ansteigende künftige Linie für einen nachhaltigen Transformationspfad bis 2035 und darüber hinaus.

Beim Indikator „**ökologischer Zustand/ökologisches Potenzial und chemischer Zustand der Fließgewässer**“ weist die Metropole Ruhr bereits eine Schlüsselmaßnahme von herausragender internationaler Strahlkraft auf: Das Dekadenprojekt des Emscher-Umbaus. Im Teilbereich der Renaturierung der Fließgewässer besitzt die Metropole Ruhr damit das Potenzial einer Vorreiterregion – und hat diese vielleicht bereits erreicht (zur detaillierten Beurteilung wäre eine systematische Vergleichsstudie mit anderen Industrieregionen notwendig). Die Analyse der Daten zum ökologischen Zustand/Potenzial zeigen jedoch gleichzeitig, dass es noch viele Jahre und sogar Jahrzehnte dauern wird, bis im Emscherflusssystem und in den weiteren Fließgewässern des Ruhrgebiets wieder ein „guter ökologischer Zustand“ (bzw. Potenzial) erreicht sein wird. Das von der Europäischen Kommission vorgegebene Nachfrist-Zieljahr 2027 zum Erreichen des guten ökologischen/chemischen Zustands bzw. Potenzials wird deshalb in vielen Fließgewässerabschnitten erst mit erheblicher Verzögerung deutlich nach 2027 erreicht – weshalb das Gesamtpotenzial als Vorreiterregion im Kernindikator als „mittel“ eingeschätzt wird.

Indikator „Ökologischer/chemischer Zustand der Fließgewässer“

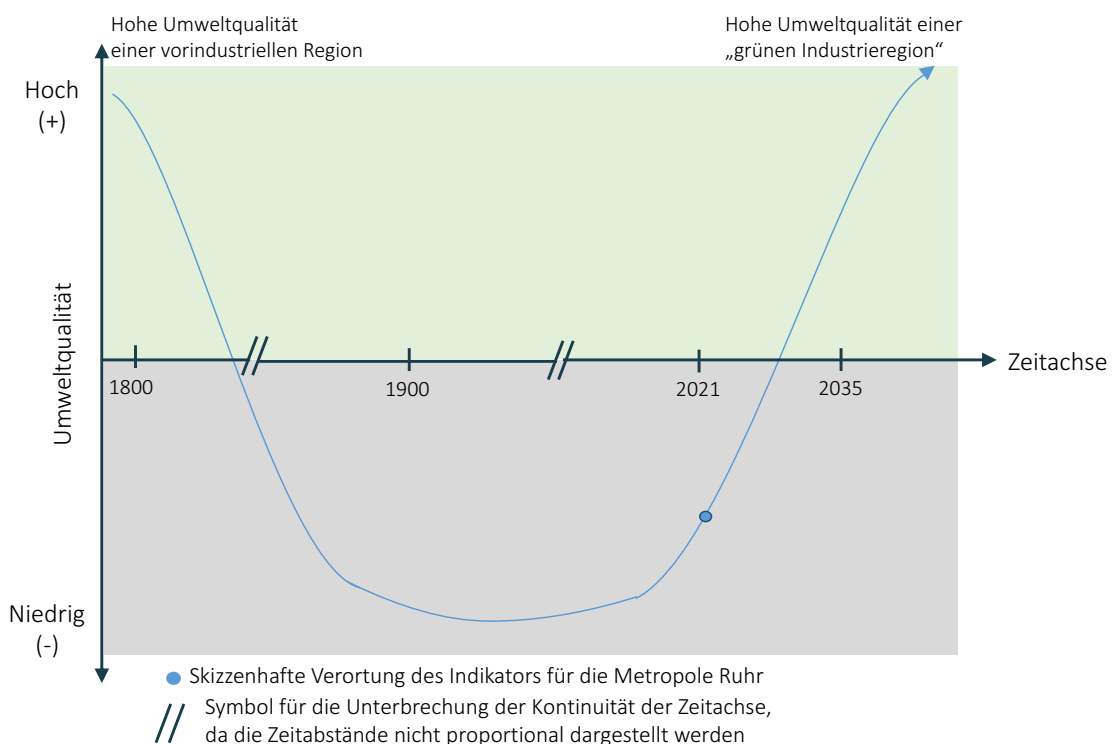


Abbildung 6-5: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Ökologischer/chemischer Zustand der Fließgewässer“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“

Dem Liniendiagramm zugrunde liegende Annahmen und Setzungen:

- Verschlechterung des ökologischen und chemischen Zustands der Fließgewässer durch die Industrialisierung und den Siedlungszuwachs des Ruhrgebiets, mit einer beschleunigten Entwicklung ab Anfang des 19. Jahrhunderts; bis 1850 gab es im Ruhrgebiet fast 300 Zechen (Huske nach Tiedt 2009); zwischen 1850 und 1905 verzehnfachte sich die Bevölkerung im Ruhrgebiet fast von 360.000 auf etwas mehr als drei Millionen Einwohner*innen (Neumayer 2016).
- 1911: Beschreibung der Ruhr durch den Zoologen August Thienemann als „braunschwarze Brühe [...], die stark nach Blausäure riecht, keine Spur von Sauerstoff enthält und absolut tot ist“ (Thienemann nach Korsten 2017).

- 1899: Gründung der Emschergenossenschaft u.a. mit dem Ziel der Abwasserreinigung (EGLV o.J.); Renaturierung der Emscher seit 1992 im Rahmen des Emscher-Umbaus (EGLV 2021a, b)
- 1926: Gründung des Lippeverbands (EGLV 2014)
- Verortung des Indikators auf einer aufsteigenden Entwicklungslinie aufgrund der bereits erfolgten Verbesserungen beim ökologischen/chemischen Zustand der Fließgewässer und weiterhin notwendigen Verbesserungen zum Erreichen eines „guten ökologischen Zustands/Potenzials“ bzw. „guten chemischen Zustands“ (vgl. Indikator „Fließgewässer“).
- Darüber hinaus gibt es weitere Strategien und Maßnahmen zur weiteren Renaturierung der Fließgewässer (vgl. z.B. das Programm Lebendige Lippe unter <https://www.eglv.de/lippe/lebendige-lippe>).

Für zwei Indikatoren schätzt die Studie ein **hohes Potenzial**, sich zu einer weltweiten Vorreiterregion zu entwickeln – oder diesen Status vielleicht sogar schon erreicht zu haben: Bei der Anzahl den Grün- und Erholungsflächen und bei den Beschäftigten in der Umweltwirtschaft.

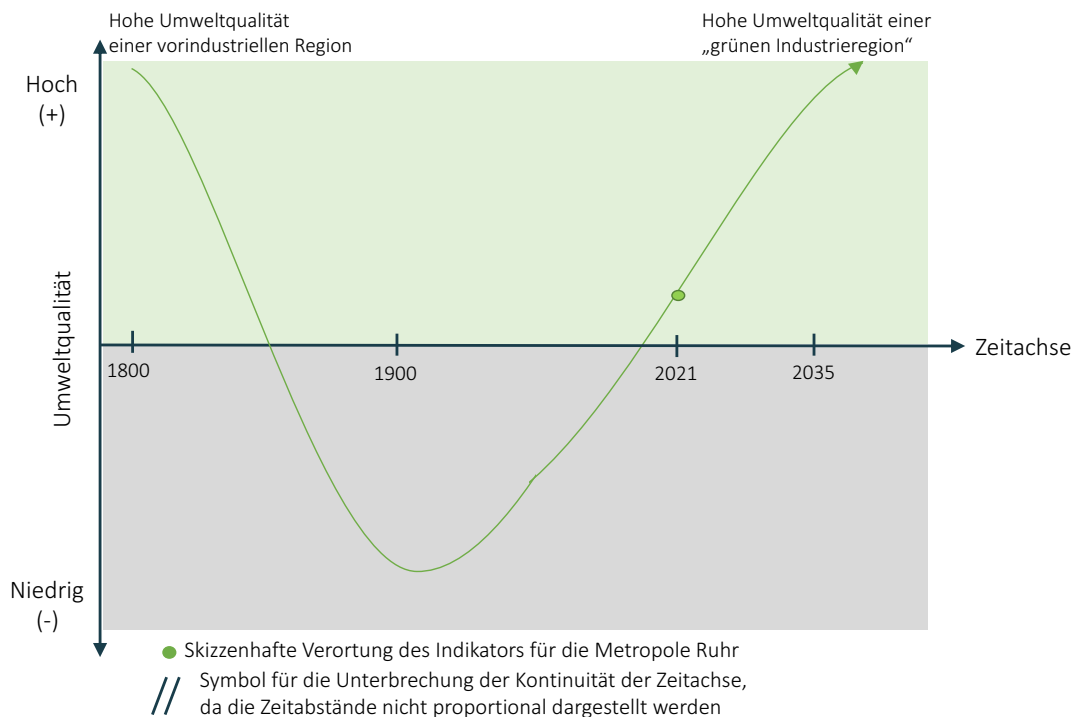
Bei den „**Grün- und Erholungsflächen**“ ergibt sich das hoch eingeschätzte Vorreiterpotenzial daraus, dass die Metropole Ruhr auf eine lange, mehr als hundertjährige Tradition der Förderung und Entwicklung zurückblicken kann – angefangen in den 1920er Jahren bei der Freiraumsicherung durch die so genannten „Regionalen Grünzüge“ des damaligen Siedlungsverbands Ruhrkohlenbezirk und maßgeblich fortgeführt durch die Internationale Bauausstellung (IBA) Emscher Park (1989-1999), als deren Ergebnis auf mehr als 800 Quadratkilometern landschaftsplanerische und städtebauliche Projekte für den ökologischen, wirtschaftlichen und kulturellen Umbau realisiert wurden (BBSR o.J.). Bei den regionalen Grünzügen besteht das Potenzial, dass sich die Metropole Ruhr in diesem Teilbereich zu einer Vorreiterregion entwickelt oder diese Position vielleicht schon erreicht hat.¹⁰⁸ Revierparks, Industriekultur und Industrienatur zählen heute zu den anerkannten Markenzeichen der Metropole Ruhr, die häufig durch Flächenrecyclings entstanden sind. Die derzeitigen Prozesse in der Metropole Ruhr halten weitere erhebliche Entwicklungspotenziale bereit (z.B. Leitprojekte „Grüne Infrastruktur 2030“¹⁰⁹ und „Klimaresiliente Region mit internationaler Strahlkraft“¹¹⁰ der Ruhr-Konferenz 2018). Für die weitere Transformation der Metropole Ruhr wird es künftig auch um ein erweitertes Verständnis der Kategorie „Grün- und Erholungsflächen“ gehen – im Sinne von mehr Grün im Straßenraum sowie Dach- und Fassadenbegrünungen als stadtklimatisch kühlende und die Luft reinigende Stadtgrünelemente und die Biodiversität fördernde „wilde“ Grünelemente.

¹⁰⁸ Zur detaillierten Beurteilung wäre eine wünschenswerte systematische Vergleichsstudie mit anderen Industrieregionen erforderlich.

¹⁰⁹ Laufzeit 2020-2024 (ab 2025 Fortführung wesentlicher Elemente im Regelbetrieb) (MULNV NRW o.J.e)

¹¹⁰ Laufzeit 2020-2030 (nach Evaluation ggf. Fortführung bis 2040) (MULNV NRW o.J.b)

Indikator „Grün- und Erholungsflächen“



Dem Liniendiagramm zugrunde liegende Annahmen und Setzungen:

- Verschlechterung der Verfügbarkeit und Qualität von Grün- und Erholungsflächen im Zuge der Industrialisierung des Ruhrgebiets.
- Wendepunkt und Verbesserungen ab den 1920er Jahren durch die Sicherung von Freiräumen in Form von so genannten „Regionalen Grünzügen“ durch den damaligen Siedlungsverband Ruhrkohlebezirk. Weitere maßgebliche Verbesserungen durch die Internationale Bauausstellung (IBA) Emscher Park (1989-1999).
- Verortung des Indikators aufgrund der frühzeitigen Maßnahmen zur Entwicklung und Verbesserung der Grün- und Erholungsflächen im „grünen Bereich“ mit weiteren Entwicklungspotenzialen (z.B. im Rahmen der Offensive Grüne Infrastruktur 2030) sowie im Stadtraum (z.B. Straßen grün, Dach-/Fassadenbegrünungen).

Abbildung 6-6: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Grün- und Erholungsflächen“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“

Bei der **Anzahl der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft** gehen die bisherigen Entwicklungen in die richtige Richtung zum Erreichen der Ziel-Vorschläge. Zudem kann auf eine hohe Expertise in der Region aufgebaut werden (z.B. in den Bereichen Wasserstoff und Wasserwirtschaft, dichte Hochschul- und Forschungslandschaft), auf bestehende Cluster und Netzwerke (z.B. Netzwerk Greentech.Ruhr) und eine gesteigerte Dynamik bei Unternehmensneugründungen, bei denen Ansätze der Umweltwirtschaft als Gemeinschaftswerk unterschiedlichster Akteure proaktiv gefördert werden. Größere Strukturprogramme für die kommenden Jahre bieten weitere Potenziale und sollten proaktiv für die weitere Stärkung der Umweltwirtschaft genutzt werden (Ruhr-Konferenz 2018 mit 74 Projekten unterschiedlicher Laufzeit bis zum Jahr 2034, 5-Standorte-Programm 2020-2038). Ruhrgebietsspezifische Potenziale in Teilbereichen bestehen insbesondere bei der Dekarbonisierung der Grundstoffindustrien und der Neuansiedlung von Unternehmen (vgl. Tabelle 6-1).

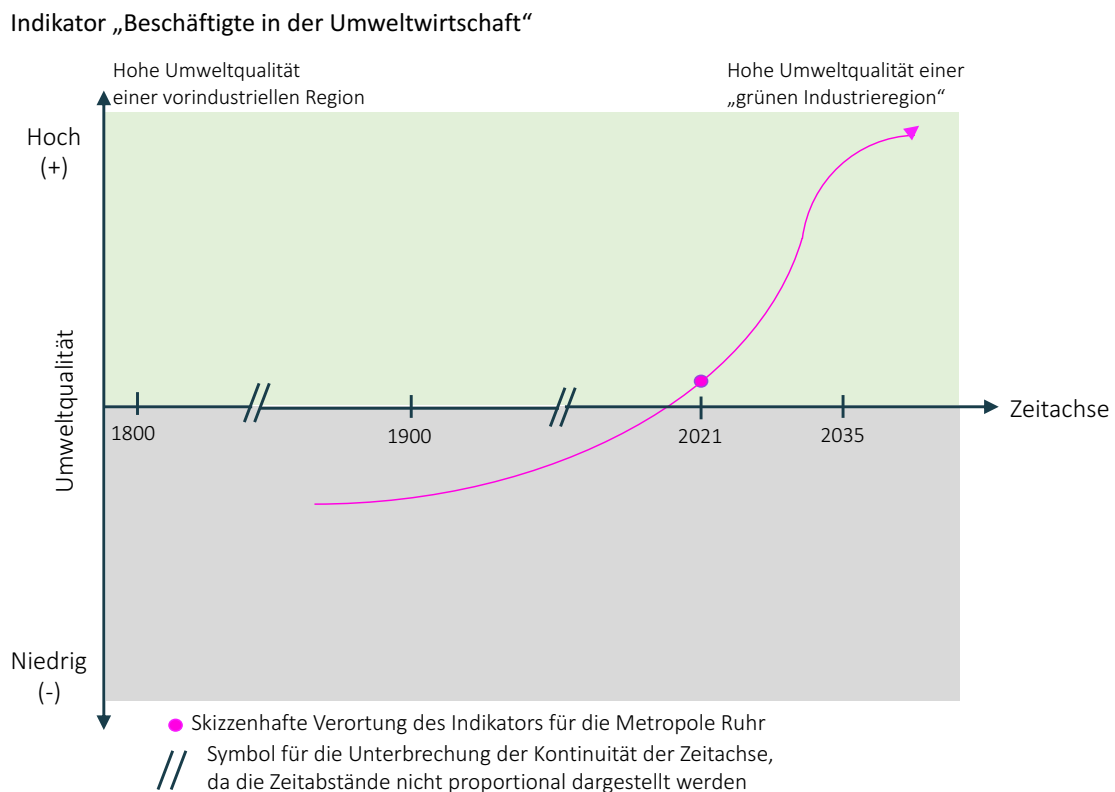


Abbildung 6-7: Skizzenhafte Verortung des Umweltindikators „Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft“ für die Metropole Ruhr auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“

Dem Liniendiagramm zugrunde liegende Annahmen und Setzungen:

- Entwicklung der Umweltschutzwirtschaft zunächst im Bereich des nachsorgenden Umweltschutzes (Trinkwasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung, nachgeschaltete Emissionsminderungstechnologien in der Industrie).
- Seit 2006 erweitertes Verständnis der Umweltwirtschaft auch als vorsorgender und integrierter Umweltschutz.
- Verortung des Indikators im „grünen Bereich“ aufgrund der starken Ist-Situation und positiver Entwicklungstendenzen.
- Zahlreiche Projekte und Initiativen deuten auf ein hohes Potenzial für eine positive künftige Entwicklung der Metropole Ruhr hin. (vgl. Indikator „Erwerbstätige in der Umweltwirtschaft“)

Insgesamt zeigt sich, dass die Metropole Ruhr in einigen Bereichen schon weit gekommen ist. In anderen Bereichen besteht demgegenüber noch dringender Nachholbedarf. Die zusammenfassende Abbildung 6-8 verdeutlicht diese Gesamteinschätzung über die sieben Umweltindikatoren hinweg. Allen Bereichen gemein ist, dass weiterhin sehr große Anstrengungen für eine nachhaltige Entwicklung notwendig sind – bis zum Jahr 2035 und darüber hinaus. Die dargestellten Schlüsselmaßnahmen je Indikator können dafür wesentliche Beiträge leisten.

Die Lagebestimmungen und Potenzialeinschätzungen orientieren sich maßgeblich an bestehenden Zielen und Ziel-Vorschlägen. Ein systematischer Vergleich mit anderen Industrie- und Metropolregionen ist nicht Gegenstand dieser Studie. Dazu wird empfohlen, eine solche Vergleichsstudie nachfolgend durchzuführen, um weitere nützliche Erkenntnisse zur derzeitigen Verortung der Metropole Ruhr als „grüne Industrieregion“ im weltweiten Vergleich zu erhalten. Eine solche Benchmarking-Studie könnte

zeigen, dass die Metropole Ruhr in manchen Bereichen vielleicht schon heute im nationalen und internationalen Vergleich eine Vorreiterposition erreicht hat – so etwa zu vermuten bei den bisher durchgeführten Maßnahmen zur Wiederherstellung naturnaher Lebensräume der Fließgewässer (Emscher-Umbau).

Gesamtüberblick: Alle sieben Indikatoren

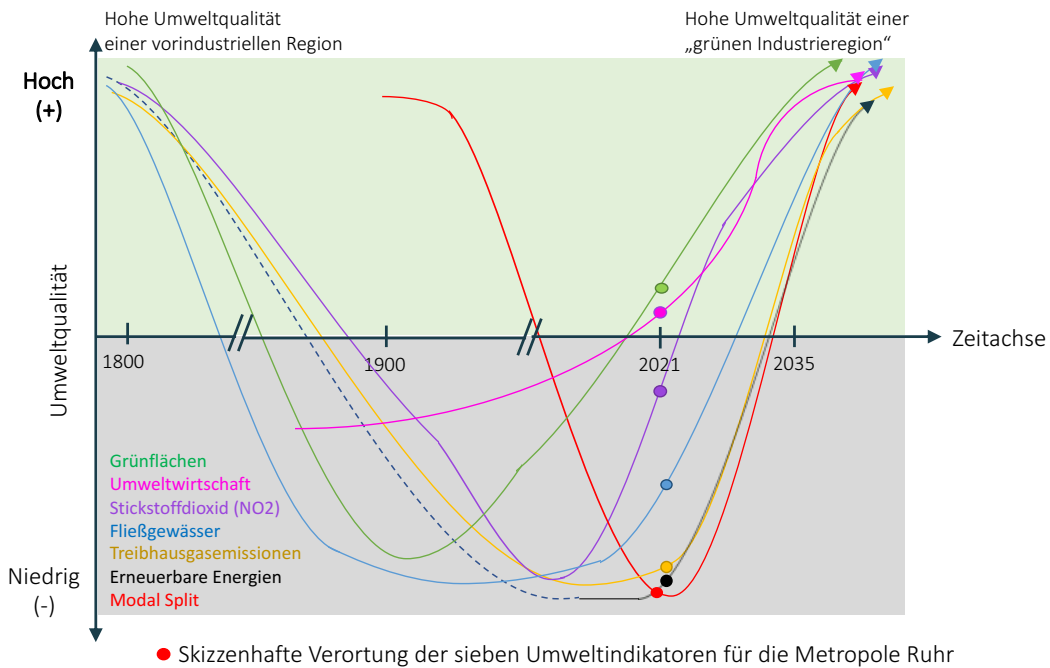


Abbildung 6-8: Skizzenhafte Verortung aller sieben für die Metropole Ruhr ausgewählten und aufbereiteten Umweltindikatoren als Gesamtschau auf einer Entwicklungslinie der Umweltqualität „von grün nach grau nach grün“

6.3 Gelegenheits- und Notwendigkeitsfenster für beschleunigten Wandel

Gesamtgesellschaftlich erleben wir gerade eine Phase der Beschleunigung für nachhaltige Entwicklung – am deutlichsten sichtbar beim Klimaschutz. Die Auswirkungen des Klimawandels sind schon heute deutlich spürbar – und realisieren sich viel schneller als von manchen erwartet (IPCC 2019 nach BMBF 2019; Grass 2019; Tagesschau 2021b). Zudem mehren sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die drängende Relevanz zur Einhaltung der 1,5°C-Grenze (gegenüber einer Erderwärmung um 2°C oder mehr), um für Mensch und Ökosystem bedrohliche und unumkehrbare Folgen des Klimawandels zu vermeiden. Hierfür befinden wir uns jetzt in einer entscheidenden Phase: weil die dazu notwendigen Reduktionen der Treibhausgasemissionen maßgeblich in der kommenden, direkt vor uns liegenden Dekade bis etwa 2030 erfolgen müssen. Die dafür erforderlichen politischen Entscheidungen und Weichenstellungen müssen sofort getroffen werden - unverzüglich (SRU 2018, Wuppertal Institut 2020a).

Diese Erkenntnisse tragen dazu bei, dass das gesellschaftliche Bewusstsein über die Notwendigkeit und Dringlichkeit eines ambitionierten Klimaschutzes zunehmen, ebenso wie der gesellschaftliche Druck für verschärfte Maßnahmen. Dies wird maßgeblich vorangetrieben durch die junge Generation (z.B. Fridays for Future), die sich in ihren Rechten, Freiheiten und zukünftigen eigenen Lebenschancen beschnitten sehen. Der Wunsch nach Veränderung drückt sich auch in steigenden Stimmanteile für grüne Parteien aus – und das nicht nur in Deutschland (Süddeutsche Zeitung 2021b). Einzelne Städte haben sich seit dem Jahr 2019 konkrete Ziele gesetzt, bis zum Jahr 2030 (Tübingen) oder 2035 (Gießen, Konstanz, Düsseldorf, München, Soest) klimaneutral zu sein. Rund ein Drittel der 53 Kommunen der Metropole Ruhr haben seit dem Jahr 2019 für sich den „Klimanotstand“ ausgerufen (Müller & Reutter 2021), d.h. sie erkennen an, dass der Klimawandel eine Krise darstellt und dass schnellere und ambitioniertere Maßnahmen ergriffen werden müssen (Klima-Bündnis o.J.b).

Auch immer mehr Unternehmen formulieren gerade in den letzten Jahren klare Zieljahre, bis wann sie Klimaneutralität (Netto-Null-Emissionen; d.h. noch anfallende Treibhausgasemissionen werden kompensiert) oder weiterreichende Ziele erreichen möchten – so zum Beispiel:

- Die Stahlkonzerne „thyssenkrupp“ und „ArcelorMittal“ bis zum Jahr 2050 (Ziele aus 2019; thyssenkrupp o.J.a, ArcelorMittal Deutschland 2019);
- Amazon, Coca-Cola und Henkel bis zum Jahr 2040 (Ziele aus dem Jahr 2020; The Climate Pledge o.J.);
- Mercedes Benz und Unilever bis zum Jahr 2039 (Ziele aus dem Jahr 2020; The Climate Pledge o.J.);
- Apple, Siemens und Otto Group bis zum Jahr 2030 (Ziele aus dem Jahr 2020; vgl. Apple 2020, The Climate Pledge o.J., Otto Group 2020).
- Das Unternehmen Philips ist durch Kompensation der noch anfallenden Treibhausgasemissionen seit dem Jahr 2020 klimaneutral (Philips o.J. & 2021). Microsoft ist seit 2012 klimaneutral (The Climate Pledge o.J.) und verfolgt die weitergehenden Ziele, bis zum Jahr 2030 CO₂-negativ zu sein, also mehr CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen als zu produzieren, und bis zum Jahr 2050 die gesamten Treibhausgasemissionen, die es direkt oder durch den Stromverbrauch seit seiner Gründung 1975 emittiert hat, aus der Umwelt zu entfernen (Microsoft 2020).

Vor dem Hintergrund der gesamtgesellschaftlichen Entwicklungen hat die Europäische Kommission im Dezember 2020 ihre Ziele zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen erheblich verschärft (Erhöhung von -40% auf -55% bis 2030 gegenüber 2030; Klimaneutralität/netto-null bis 2050). Auf Bundesebene hat, neben den erhöhten EU-Zielen, maßgeblich das aktuelle Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 24.3.2021 zur Verschärfung und Beschleunigung des Klimaschutz-Ambitionsniveaus beigetragen (Bundesverfassungsgericht 2021).

Das Bundesverfassungsgerichtsurteil wird von Medien, Umweltverbänden und Wissenschaft häufig als „Paukenschlag“, „bahnbrechend“ oder „historisches Urteil“ für den Klimaschutz bezeichnet (z.B. BUND 2021, DIW Berlin 2021, IASS 2021) und unterstreicht die zentrale Rolle von Gerechtigkeitsfragen beim Umgang mit der Klimakrise (IASS 2021). Das Bundesverfassungsgericht hat wesentlichen Teilen der Verfassungsbeschwerden von neun jungen Menschen Recht gegeben und geurteilt, dass das zu dem Zeitpunkt gültige Deutsche Klimaschutzgesetz unvereinbar mit den Freiheitsgrundrechten vor allem der jungen Menschen und künftigen Generationen ist, weil der jetzigen Generation nicht zugestanden werden dürfe, „unter vergleichsweise milder Reduktionslast große Teile des CO₂-Budgets zu verbrauchen, wenn damit zugleich den nachfolgenden Generationen eine radikale Reduktionslast überlassen und deren Leben umfassenden Freiheitseinbußen ausgesetzt würde“ (Bundesverfassungsgericht 2021). Das Thema der Generationengerechtigkeit erhält durch das Urteil ein neues, konkretes Gewicht für die Ausgestaltung von Klimaschutz. Die Klima-Ziele der Bundesregierung wurden daraufhin in kürzester Zeit, innerhalb von nur sieben Kalenderwochen, in einem vom Bundeskabinett am 12.05.2021 beschlossenen Gesetzentwurf erhöht¹¹¹: von -55% auf -65% bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990, auf -88% bis 2040 sowie Klimaneutralität (netto-null) bis zum Jahr 2045 statt erst 2050 (BMU 2021a). Die Änderung des Klimaschutzgesetzes wurde am 24.06.2021 vom Deutschen Bundestag beschlossen (BMU 2021b) und einen Tag später vom Bundesrat gebilligt (Bundesrat 2021).

Auch die Landesregierung NRW hat die Verschärfung der THG-Reduktionsziele des NRW-Klimaschutzgesetzes (MWIDE NRW 2020a) gegenüber einem Gesetzentwurf vom Dezember 2020 innerhalb von nur einem halben Jahr noch einmal deutlich verschärft und das NRW-Klimaschutzgesetz am 01.07.2021 in einem Landtagsbeschluss an die neuen Ziele der Bundesregierung angepasst (MWIDE NRW 2020a & 2021).

Und es gibt weitere Entwicklungen und Gerichtsurteile, die sich als „Paukenschläge“ ganz aktuell in diesen Beschleunigungstrend beim Klimaschutz einreihen. So verurteilte ein Gericht in Den Haag Ende Mai auf die Klage von Umweltschutzorganisationen mit der Unterstützung von 17.000 Bürgerinnen und Bürgern hin erstmals ein Unternehmen zu mehr Klimaschutz: Der international operierende Öl- und Erdgaskonzern Shell muss seine Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um 45% gegenüber 2019 reduzieren (Tagesschau 2021c). Und die Mineralölkonzerne Exxon und Chevron wurden zeitgleich von ihren eigenen Anteilseignern bei den jeweiligen

¹¹¹ Die Anpassung der Klima-Ziele erfolgte zudem aufgrund der erhöhten Ziele auf EU-Ebene.

Aktionärsversammlungen wegen unzureichender Klimaziele zur Rechenschaft gezogen (Zeit online 2021).

In anderen Umweltbereichen lassen sich ähnliche bahnbrechende gesellschaftliche Bewusstseinswandel erkennen, die mit Beschleunigungs- und Verschärfungsmomenten einhergehen – nicht zuletzt weil „alles mit allem zusammenhängt“ (Alexander von Humboldt im Jahr 1800: "Alles ist Wechselwirkung", vgl. ZDF 2019): So erfordert ein beschleunigter Klimawandel ebenso beschleunigte Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, z.B. durch eine wassersensible Stadtentwicklung (Indikator Gewässer) und die verstärkte Integration von Grünflächen (Indikator Grün- und Erholungsflächen) (Emschergenossenschaft 2017). Der Klimawandel beschleunigt auch die „Zwillingskrise“ des Artensterbens (Süddeutsche Zeitung 2019), was Maßnahmen zum Erhalt der biologischen Vielfalt umso dringender macht (z.B. Biotopverbundfläche, ökologischer Gewässerzustand, Flächeninanspruchnahme, ökologischer Landbau). Klimaschutz erfordert beschleunigte Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien (Indikator „Erneuerbare Energien“) und zur klimaschutzorientierten Verkehrswende. Die Verkehrswende ist dabei nicht ohne schnellere und ambitionierte Ansätze zur Verkehrsverlagerung möglich (Indikator Modal Shift), um die Treibhausgasemissionen schnell zu reduzieren¹¹² (Müller & Reutter 2021). Technische Maßnahmen an den Fahrzeugen und im Verkehrssystem reichen alleine nicht aus, weil sie deutlich zu träge wirken und ihre Klimaschutzwirkungen viel zu langsam eintreten. Die Urteile des Bundesverwaltungsgerichts auf Klage der Deutschen Umwelthilfe haben zudem gezeigt, dass auch Fahrverbote aus höchstrichterlicher Sicht durchaus rechtmäßig sind, um bestehende Grenzwerte zum Schutz der Umwelt und der Gesundheit schnellstmöglich einzuhalten (Diesel-Fahrverbote zur Einhaltung der Stickstoffdioxid (NO₂)-Grenzwerte, vgl. Bundesverwaltungsgericht 2018).

¹¹² Wohingegen technische Maßnahmen wie z.B. Elektromobilität eher langsam wirken, aufgrund der langen Fahrzeuglebensdauer und Flottenerneuerung von ca. 14 bis 26 Jahren (Statista 2021a).

6.4 „Think big“: Die Chancen der ökologischen Umgestaltung für die Zukunftsfähigkeit industrieller Regionen nutzen

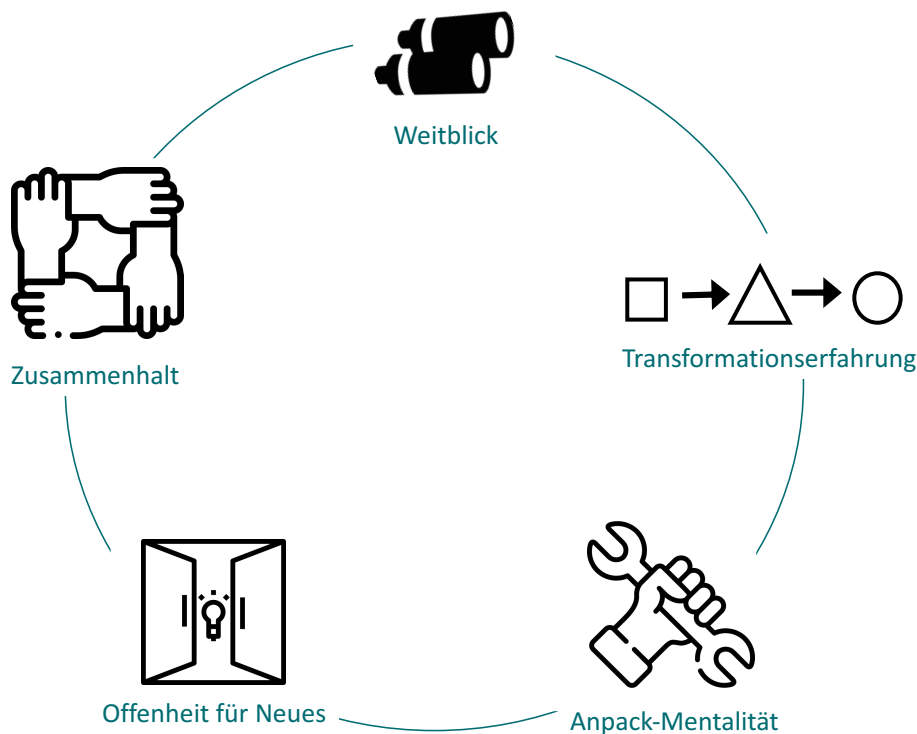
Die Größenordnung und Geschwindigkeit notwendiger Veränderungen anzugehen ist alles andere als einfach. Es ist eine Herkulesaufgabe: ein enormer Transformationsprozess, welcher der Wirtschaft und der Gesellschaft einiges abverlangt. Gleichzeitig aber gilt: ein ökologischer Umbau von Wirtschaft und Industrie ist schlichtweg erforderlich. Er schafft die zwingende Voraussetzung für eine ökonomisch, ökologisch und sozial tragfähige Zukunft industriell geprägter Regionen (vgl. BMU 2008).

Über Jahrzehnte hat sich die deutsche Industrie auf dem Weltmarkt einen Ruf für hochwertige und innovative Erzeugnisse „Made in Germany“ erarbeitet, dank einer gewachsenen Spezialisierungsstruktur aus regionalen Clustern, einer starken Mischung aus Klein-, Mittel- und Großunternehmen, hochqualifizierten Fachkräften und einer starken Forschung und Entwicklung. Dies sollte auch bei wichtigen industriellen Zukunftsfeldern weiterhin so bleiben, um wettbewerbsfähig zu bleiben, Wohlstand und Arbeitsplätze zu sichern. Eine Abwanderung einzelner Industrien in andere Länder, z.B. aufgrund von dort niedrigeren Energiepreisen für nicht-nachhaltig produzierte Energie, ist industrie- und klimapolitisch keine geeignete Option. Zudem kann die deutsche Industrie mit ihrem Know-How, ihren Kompetenzen und ihrem Innovationspotenzial dazu beitragen, die großen Herausforderungen für eine nachhaltige Entwicklung zu bewältigen – sei es beim Klimaschutz, bei der Ressourcen- und Energieeffizienz oder der Nutzung erneuerbarer Energien. (BMW i o.J.; VCI 2016)

Die Europäische Kommission hat mit ihrem Green Deal (Dezember 2019) erkannt, dass Klimaneutralität und eine ökologisch orientierte Wirtschaft zentrale Innovations- und Wachstumsmotoren für die europäische Industrie und Wirtschaft sein können. Der umweltorientierte Transformationsprozess sollte daher proaktiv gestaltet werden, um die Potenziale einer solchen Transformation als Chance für Industrieregionen zu nutzen. Dabei geht es darum, Entscheidungen schon heute klimaneutralitätskonform und angemessen für nachhaltige Entwicklung zu treffen. Es braucht ein konsistentes und überzeugendes Zielbild für die anstehenden gesellschaftlichen Transformationsprozesse, um eine breite gesellschaftliche und politische Unterstützung zu gewinnen. Die Entwicklung sollte entlang von konkreten Zielen gestaltet werden. Klimawandel und nachhaltige Entwicklung sollten als zentrale Innovationstreiber für Industrie und Wirtschaft genutzt werden – schließlich stehen letztlich alle Länder vor den gleichen Transformationsherausforderungen und der internationale Markt für Umwelt- und Klimaschutzgüter wächst weltweit. Ein solcher Transformationsprozess stellt eine hohe gesamtgesellschaftliche Gestaltungsaufgabe dar, die nicht ohne eine gesellschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema stattfinden kann, auch hinsichtlich der sozialen Ausgestaltung. (Wuppertal Institut 2020b)

6.5 Transformationsbegünstigende Charakteristika und Mentalitäten der Metropole Ruhr

Die Menschen der Metropole Ruhr bringen fünf Charakteristika und Mentalitäten mit, die zum Gelingen eines umfassenden Transformationsprozesses hin zu einer grünen Industrieregion wesentlich beitragen können: Weitblick, Transformationserfahrung, eine Anpack-Mentalität, Offenheit für Neues und Zusammenhalt.



Eigene Abbildung. Bildnachweise: Fernglas / „Wrench“ / „Solidarity“ / „Opportunity“: www.flaticon.com; Quadrat/Dreieck /Kreis: eigenes Icon

Abbildung 6-9: Fünf Charakteristika und Mentalitäten der Metropole Ruhr, die zum Gelingen eines umfassenden Transformationsprozesses hin zu einer grünen Industrieregion beitragen können

1. **Weitblick** – „Hömma, du weisst ja gar nich wo der Frosch die Locken hat. Ich zeich dir mal wie dat geht.“

Umfassende Transformationsprozesse benötigen motivierende, sinnstiftende Leitbilder und „Change Stories“, die die Zielrichtung der gewünschten künftigen Entwicklungen anzeigen (Müller & Reutter 2017, Wuppertal Institut 2020b). In der Metropole Ruhr waren schon früh umweltorientierte Zielbilder richtungsweisend. Schon 1961 formulierte Willy Brandt die gewagte Forderung „Der Himmel über der Ruhr muss wieder blau werden“. Damals färbten Staub, Asche und Ruß den Himmel schmutzgrau und führten zu gravierenden Atemwegserkrankungen und Umweltschäden (z.B. Baumsterben). Willy Brandts Forderung gilt als Beginn des umweltpolitischen Denkens in Deutschland und dem Verständnis von Umweltschutz als eine nicht zu vernachlässigende Gemeinschaftsaufgabe (UBA 2011). Seitdem haben zahlreiche, auch mit Weitblick angegangenen Umweltschutzprojekte dazu beigetragen,

die Umweltqualität in der Metropole Ruhr erheblich zu verbessern (z.B. IBA Emscher Park, Emscher-Umbau). Dem Ruhrgebiet wird mitunter zwar vorgeworfen, ihm fehle heute ein Narrativ für die Zukunft der Region aufgrund einer rückwärts-gewandten Selbstbetrachtung (Brost Stiftung 2020, S. 11 & S. 70 ff.; Bogumil & Heinze 2019). Die progressiven, überzeugenden guten Beispiele aus dem Ruhrgebiet zur Re-Ökologisierung einer Industrieregion können und sollten deshalb dafür genutzt werden, das regionale Selbstvertrauen durch ein zukunftsfrohes Zielbild der Region zu steigern.

2. **Transformationserfahrung** – *„Dat is doch pille-palle.“*

Die Metropole Ruhr verfügt über eine weitreichende, über 150 Jahre währende Transformationserfahrung zur Gestaltung von Wandel – von einer vorindustriellen Agrargesellschaft hin zu einer montanindustriell geprägten Industrieregion hin zu einer industriell geprägten Kultur-, Dienstleistungs- und Metropolregion. Beispiele hierfür sind die Transformation von Kohle, Stahl und Bier in Dortmund hin zu High Tech, dem Technologiezentrum Dortmund oder dem Phoenix See, einem durch Flächenrecycling des ehemaligen Stahlwerksgeländes von Phoenix-Ost entstandenen See mit angrenzendem Erholungs-, Wohn- und Gewerbegebiet. Auch die Entwicklungen im Kulturbereich stellen derartige Transformationserfahrungen dar (z.B. Kulturhauptstadt Ruhr, Route der Industriekultur). „Das Ruhrgebiet hatte schon immer größere Probleme als andere Regionen, aber auch frühere Lösungen. Die wurden oft [wahre]¹¹³ Exportschlager“ (Hombach in Brost Stiftung 2020, S. 12). Die mit dem beständigen Wechsel und den Veränderungen gemachten Erfahrungen, Selbstwirksamkeitserlebnisse und Lernprozesse mögen den Menschen eine gewisse Zuversicht geben, dass grundlegender Wandel zwar nicht von heute auf morgen geschieht, aber prinzipiell möglich ist und erfolgreich gestaltet werden kann.

3. **Anpack-Mentalität** – *„Ker, getz hōmma auf am knöttern.“*

Dem Ruhrgebiet wird nachgesagt, eine Region der Malocher, der Anpacker, der Macher und Arbeiter zu sein. „Hier wurden industriegestahlte und wandlungserfahrene Menschen geboren. Die packen lieber an statt zu klagen“ (Hombach in Brost Stiftung 2020, S. 12). Im Schmelztiegel verschiedener Kulturen habe sich auf engem Raum eine ganz eigene Mentalität entwickelt, die man am besten mit „hart, aber herzlich“ beschreiben könne. Im Ruhrgebiet werde nicht lange drum rum geredet und sich hinter Höflichkeitsfloskeln versteckt, sondern direkt angesprochen, was einem auf der Seele liegt (Ruhr Group 2020). Diese bodenständige, kraftvolle und ehrliche Anpackermentalität kann förderlich sein für die bevorstehenden Transformationserfordernisse. Schließlich ist vom Grundsatz her klar, was zu tun ist – nun gilt es, das Notwendige ambitioniert, zielorientiert und kraftvoll anzugehen und die damit verbundenen Herausforderungen gesamtgesellschaftlich zu meistern.

¹¹³ Ergänzung der Autor*innen

4. **Offenheit für Neues** – „Glück auf, der Steiger kommt!“

Dem Ruhrgebiet wird eine prinzipielle Offenheit für Neues zugeschrieben (z.B. Voegelsang nach Brost Stiftung 2020, S. 73). Diese resultiert unter anderem aus den gemachten Transformationserfahrungen sowie aus den Erfahrungen mehrerer Zuwanderungswellen. Zuwanderung hat die Metropole Ruhr seit Beginn der Industrialisierung geprägt, angefangen bei der Zuwanderung von Arbeitskräften aus den damaligen deutschen Ostprovinzen (insbesondere heutiges Polen) ab Ende des 19. Jahrhunderts und in den Nachkriegsjahren, über Zuwanderung von Flüchtlingen aus der DDR bis zum Bau der Mauer und den sogenannten „Gastarbeitern“ aus Italien, Spanien, Portugal und der Türkei ab Mitte der 1950er Jahre, bis hin zu einem verstärkten Zuzug aus Südosteuropa seit 2010 und den vor Kriegen Geflüchteten ab Herbst 2015 (RVR 2020d, S. 3 & 6; Georg-Eckert-Institut o.J.). Die mit den gesamtgesellschaftlichen Transformationen gemachten Erfahrungen und die daraus gewonnene Offenheit für Neues sind sehr wichtige und positive Ausgangsbedingungen für das Beschreiten neuer Transformationspfade, da Transformationsprozesse zwangsläufig mit Neuerungen und zahlreichen Unbekannten verbunden sind, die Mut zum Ausprobieren neuer Lösungen erfordern.

5. **Zusammenhalt** – „You’ll Never Walk Alone“

Die Metropole Ruhr blickt zurück auf eine 150 Jahre währende Integrationskultur – die neben unzureichend vollzogenen Integrationsprozessen (Brost Stiftung 2020, S. 32) in weiten Teilen auch eine gelungene Integrationskultur hervorgebracht hat, die den Zusammenhalt und das Wir-Gefühl sowie die Identifikation mit der Region stärkt. Hilfsbereitschaft überwiegt hier oft gegenüber Abgrenzung und Abschottung. Auch die Gemeinschaft der „Kumpel“ war geprägt von Toleranz und Zusammenhalt. Zusammenhalt und Verlässlichkeit sind für die Kumpel unter Tage überlebenswichtige Grundeigenschaften. 2018 schloss das letzte Steinkohlebergwerk. Zu Hochzeiten waren im Ruhrgebiet 600.000 Kumpel in Zechen beschäftigt (Neue Züricher Zeitung 2018). Hautnah erleben kann man die Nähe einer Gemeinschaft im Fußballstadion, zum Beispiel in der Dortmunder Südtribüne oder auf Schalke (Brost Stiftung 2020, S. 20). Wenn 81.365 Zuschauer im ausverkauften BVB-Stadion Dortmund drei Minuten gemeinsam die Hymne „You’ll Never Walk Alone“ singen (Link: <https://www.youtube.com/watch?v=vz9zgoIKM8o>), entsteht ein unvergesslicher magischer Moment mit emotional tief bewegender spiritueller Kraft des Zusammenhalts. Politisch-administrativ bewegt sich die Metropole Ruhr zwischen Zersplitterung (z.B. drei Regierungsbezirke, Konkurrenz der 53 Kommunen um Wachstumspotenziale) und Zusammenhalt als Metropolregion. Seit Anfang der 2000er Jahre wurden die Kompetenzen und Aufgaben des Regionalverbands Ruhr sukzessive erweitert. Im Herbst 2020 wurde das Ruhrparlament erstmals von den Bürgerinnen und Bürgern der Metropole Ruhr direkt gewählt (Bieder 2020).

Der Zusammenhalt im Ruhrgebiet ist ein wichtiger Grundpfeiler für die Gestaltung nachhaltigkeitsorientierter Transformationsprozesse – weil diese Veränderung der eigenen Heimat („Meine ne Heimat is der Pott und dat wird er imma sein!“) nur als Gemeinschaftswerk aller möglich ist.

7 Quellenverzeichnis

Letzter Zugriff auf alle im Text, in den Fußnoten, in den Endnoten und im Quellenverzeichnis angegebenen Links am 14.07.2021 (sofern nicht anders angegeben).

- ADAC e.V. (2020): ADAC Test: Jeder dritte Radweg zu schmal. <https://presse.adac.de/meldungen/adac-ev/tests/adac-test-jeder-dritte-radweg-zu-schmal.html>
- AGR Gruppe (o.J.): AGR und Linde Engineering arbeiten an einem zukunftsorientierten Projekt für grünen Wasserstoff zusammen. <https://www.agr.de/agr-und-linde-engineering-arbeiten-an-einem-zukunftsorientierten-projekt-fuer-gruenen-wasserstoff-zusammen/>
- Aktuelles Europäisches Parlament (2020): EU-Klimagesetz: Parlament will Emissionen bis 2030 um 60% reduzieren. Pressemitteilung vom 8.10.2020. <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20201002IPR88431/eu-klimagesetz-parlament-will-emissionen-bis-2030-um-60-reduzieren>
- Apple (2020): Apple verpflichtet sich zur 100-prozentigen Klimaneutralität seiner Zuliefererkette und seiner Produkte bis 2030. Pressemeldung vom 21.07.2020. <https://www.apple.com/de/newsroom/2020/07/apple-commits-to-be-100-percent-carbon-neutral-for-its-supply-chain-and-products-by-2030/>
- Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder im Auftrag der Statistischen Ämter der Länder (Hrsg.) (2015): Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder. Band 3, Analysen und Berichte, Umweltwirtschaft, Düsseldorf. https://www.statistikportal.de/sites/default/files/2017-10/ugrdl_analyse_2015.pdf
- Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder im Auftrag der Statistischen Ämter der Länder (Hrsg.) (2020): Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder – Indikatoren und Kennzahlen, Tabellenband, Düsseldorf. <https://www.statistikportal.de/de/ugrdl/veroeffentlichungen>
- ArcelorMittal Deutschland (2019): Beitrag zum Green Deal: ArcelorMittal Europe will CO₂-Emissionen bis 2030 um 30% senken. Pressemitteilung vom 17.12.2019. <https://germany.arcelormittal.com/News-und-Medien/2019/broker.jsp?uMen=89b7978c-4ffe-7610-3928-d05b8e0b2b66&uCon=d7870589-4591-1f61-f380-d1915d02337a&uTem=aaaaaaaa-aaaa-aaaa-aaaa-000000000042&iccurrentpage=1&iccurrentpagesize=60&all=true&icback=true>
- ArcelorMittal. (2021a). ArcelorMittal Hamburg GmbH. <https://hamburg.arcelormittal.com/icc/arcelor-hamburg-de/broker.jsp?uMen=67d25ba7-0007-c51a-9c81-4967d7b2f25d>
- ArcelorMittal. (2021b). Hamburg: Wasserstoff-Projekt mit konkreter Planung. <https://germany.arcelormittal.com/icc/arcelor/broker.jsp?uMen=9d0f6fbb-a799-5199-f8b4-947d7b2f25d3&uCon=efe407a1-7e2f-4171-5933-6eb4ba5c485d&uTem=aaaaaaaa-aaaa-aaaa-aaaa-000000000011>
- ArcelorMittal. (2021c). Umwelt und grüner Stahl aus Hamburg: Bundesministerin Schulze und Wirtschaftsminister Westhagemann zu Besuch. <https://germany.arcelormittal.com/icc/arcelor/broker.jsp?uMen=ad960bb6-558c-0071-8f02-9471c4d902ec&uCon=5b850257-935e-c571-919d-a7e30cab71d8&uTem=aaaaaaaa-aaaa-aaaa-aaaa-000000000011>
- Ärztblatt (2019): Hitze verursacht 2018 fast 2.000 Todesfälle in Baden-Württemberg. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/105094/Hitze-verursachte-2018-fast-2-000-Todesfaelle-in-Baden-Wuerttemberg>
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (o.J.): IBA Emscher Park – Zukunft für eine Industrieregion. <https://www.internationale-bauausstellungen.de/geschichte/1989-1999-iba-emscher-park-zukunft-fuer-eine-industrieregion/>
- Berlo, Kurt; Wagner, Oliver (2017): Wärmewende in den Städten des Ruhrgebietes: wie Stadwerke die Sektoren Strom, Wärme und Gas verbinden können. In: Transforming cities 2/2, S. 43-47. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-67114>

- Bieder, Laura (2020): In der Ruhr liegt die Kraft: Ein eigenes Parlament für das Revier! <https://regierungsforschung.de/in-der-ruhr-liegt-die-kraft-ein-eigenes-parlament-fuer-das-revier/>
- Binnenschifffahrt (2021): Rhenus wird Teil des Wasserstoffvereins Hy.Region.Rhein.Ruhr. <https://binnenschifffahrt-online.de/2021/03/featured/19625/rhenus-wird-teil-des-wasserstoffvereins-hy-region-rhein-ruhr/>
- BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung (2019): IPCC-Bericht belegt dramatische Auswirkungen des Klimawandels auf Weltmeere und Eisgebiete. Pressemitteilung 110/2019 vom 25.09.2019. <https://www.bmu.de/pressemitteilung/ipcc-bericht-belegt-dramatische-auswirkungen-des-klimawandels-auf-weltmeere-und-eisgebiete/>
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (o.J. a): Unterstützende Qualitätskomponenten. https://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=10&clang=0
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (o.J. b): Gewässerbewertung gemäß Wasserrahmenrichtlinie. https://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=2&clang=0
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008): Ökologische Industriepolitik – Nachhaltige Politik für Innovation, Wachstum und Beschäftigung. https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/oeip_themenpapier.pdf
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013): Abfallvermeidungsprogramm des Bundes unter Beteiligung der Länder, Bonn. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/abfallvermeidungsprogramm_bf.pdf
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016): Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, Berlin. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2017): Zustand der Oberflächengewässer. <https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/fluesse-und-seen/zustand-der-oberflaechengewasser/>
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021a): Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Gesetzentwurf vom 12.05.2021. <https://www.bmu.de/gesetz/entwurf-eines-ersten-gesetzes-zur-aenderung-des-bundes-klimaschutzgesetzes/>
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021b): Novelle des Klimaschutzgesetzes vom Bundestag beschlossen. Pressemitteilung vom 24.6.2021. <https://www.bmu.de/pressemitteilung/novelle-des-klimaschutzgesetzes-vom-bundestag-beschlossen>
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021c): GreenTech made in Germany – Umwelttechnik-Atlas für Deutschland. <https://www.bmu.de/publikation/greentech-made-in-germany-2021-umwelttechnik-atlas-fuer-deutschland/>
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2007): Leipzig Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt. Berlin. https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/bauen/wohnen/leipzig-charta.pdf;jsessionid=5C7214DB1BF321C6361AE294D778DADA.2_cid295?blob=publication-File&v=2
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015): Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft. Grünbuch Stadtgrün. Berlin. <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmub/verschiedene-themen/2015/gruenbuch-2015-dl.pdf?blob=publicationFile&v=2>
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2017): Weißbuch Stadtgrün. Grün in der Stadt - Für eine lebenswerte Zukunft. Berlin.

- https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bauen/wohnen/weissbuch-stadtgruen.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2018): Mobilität in Deutschland – MiD, Ergebnisbericht. Vorgelegt von infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH in Kooperation mit Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), IVT Research GmbH und infas 360 GmbH. Bonn. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-ergebnisbericht.pdf?__blob=publicationFile
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2019): Mobilität in Deutschland – Kurzreport. Verkehrsaufkommen – Struktur – Trends. Vorgelegt von infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH in Kooperation mit Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), IVT Research GmbH und infas 360 GmbH. Bonn. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-2017-kurzreport.pdf?__blob=publicationFile
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020): Regionalstatistische Raumtypologie (RegioStaR). <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/regionalstatistische-raumtypologie.html>
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021): Corona-Befragung des Fahrrad-Monitors 2020. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Radverkehr/fahrradmonitor-2020.html>
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o.J.): Moderne Industriepolitik. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/moderne-industriepolitik.html>
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019): Mieterstrombericht nach § 99 Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017. https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/mieterstrombericht-eeg-2017.pdf;jsessionid=20FB81E14A12144E8F9AD34DA06C6890?__blob=publicationFile&v=9
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021): Mieterstrom: Energiewende im eigenen Haus. <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Rechtspolitik/Mieterstrom/mieterstrom.html>
- Bochum Radwende (2021): Zeigen, dass es geht! – Radwende richtet Pop-Up-Radweg auf der Alleestraße ein. <https://www.radwende-bochum.de/2021/05/10/zeigen-dass-es-geht-radwende-richtet-pop-up-radweg-auf-der-alleestrasse-ein/>
- Bogumil, Jörg; Heinze, Rolf (2019): Von der Industrieregion zur Wissensregion. Strukturwandel im Ruhrgebiet. Artikel vom 4.1.2019. Bundeszentrale für politische Bildung. <https://www.bpb.de/apuz/283270/von-der-industrieregion-zur-wissensregion>
- Brost Stiftung (2020): Wir im Revier. Jahrbuch 2019/2020. https://broststiftung.ruhr/wp-content/uploads/2020/11/Brost_Jahrbuch_2019-20_WEB_final.pdf
- BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (2016): Kommunale Suffizienzpolitik. Strategische Perspektiven für Städte, Länder und Bund. Kurzstudie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie. Köln. https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/nachhaltigkeit/nachhaltigkeit_suffizienz_studie.pdf
- BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (2021): Bahnbrechendes Klimaurteil des Bundesverfassungsgerichts. <https://www.bund.net/service/presse/pressemitteilungen/detail/news/bahnbrechendes-klima-urteil-des-bundesverfassungsgerichts/>
- Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV). http://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_39/index.html
- Bundesnetzagentur (2020): Kraftwerksstilllegungsanzeigenliste Stand 15.04.2020. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/KWSAL/KWSAL_node.html (abgerufen am 15.04.2020)

- Bundesrat (2021): Grünes Licht für neues Klimaschutzgesetz. <https://www.bundesrat.de/DE/plenum/bundesrat-kompakt/21/1006/132.html>
- Bundesregierung (o.J.): Modellstadt Essen. Sauber unterwegs und schnell am Ziel. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/modellstadt-essen-1686714>
- Bundesregierung (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiekonzept-2010.html>
- Bundesregierung (2016): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuauflage 2016. Berlin. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975292/730844/3d30c6c2875a9a08d364620ab7916af6/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-neuauflage-2016-download-bpa-data.pdf>
- Bundesregierung (2018): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Aktualisierung 2018. Herausgegeben vom Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Berlin. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975274/1546450/65089964ed4a2ab07ca8a4919e09e0af/2018-11-07-aktualisierung-dns-2018-data.pdf?download=1>
- Bundesregierung (2020): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie – Weiterentwicklung 2021. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1873516/3d3b15cd92d0261e7a0bc8f43b7839/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-nicht-barrierefrei-data.pdf?download=1>
- Bundesregierung (2021a): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie – Weiterentwicklung 2021. Berlin. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1873516/3d3b15cd92d0261e7a0bc8f43b7839/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-nicht-barrierefrei-data.pdf?download=1>
- Bundesregierung (2021b): Globale Nachhaltigkeitsstrategie: Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklart-232174>
- Bundesregierung (2021c): Klimaschutzgesetz 2021: Generationenvertrag für das Klima. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>
- Bundesverband Deutsche Startups e.V. (2020): Innovationsreport Ruhr. <https://deustestartups.org/wp-content/uploads/2020/04/Innovationsreport-Ruhr.pdf>
- Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. (2021): Neue forsa-Studie: Urbanes Grün ist „Sehnsuchtsort“ für Bürger und Chance für „sterbende“ Innenstädte. <https://www.gruen-in-die-stadt.de/informieren/vorteile-von-stadtgruen/urbanes-gruen-ist-sehnsuchtsort-fuer-buerger-und-chance-fuer-sterbende-innenstaedte>
- Bundesvereinigung Nachhaltigkeit e.V. (o.J.): Die globalen Ziele für Nachhaltige Entwicklung. <https://nachhaltigkeit.bvng.org/die-globalen-ziele-fuer-nachhaltige-entwicklung/sdg-ziel-3-gute-gesundheit-und-wohlbefinden/>
- Bundesverfassungsgericht (2021): Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich. Pressemitteilung Nr. 31/2021 vom 29. April 2021. <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html>
- Bundesverwaltungsgericht (2018): Luftreinhaltepläne Düsseldorf und Stuttgart: Diesel-Verkehrsverbote ausnahmsweise möglich. Pressemitteilung Nr. 9/2018 vom 27.02.2018. <https://www.bverwg.de/pm/2018/9>
- Clausen, J., Benne, M. & Hinterholzer, S. (2021). Wärmeplanung als Instrument der Wärmewende. Digitale Unterstützung als Schlüssel zur Verbreitung in der Verwaltung. CliDi-Trans Werkstattbericht. Berlin: Borderstep Institut. https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2021/02/Clausen-Waermeplanung_20210226.pdf
- Cycle Superhighways (2019): Cycle Superhighway Bicycle Account 2019. Key figures from the cycle superhighways in the Capital Region of Denmark. <https://supercykelstier.dk/wp-content/uploads/2016/03/Cycle-Superhighway-Bicycle-Account-2020.pdf>
- Der Deutsche Fahrradpreis (2019): Preisträger 2019 – Kategorie Infrastruktur. <https://www.der-deutsche-fahrradpreis.de/preistraeger-2019/>

- Destatis – Statistisches Bundesamt (o.J.a): Nachhaltigkeitsindikatoren. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Nachhaltigkeitsindikatoren/inhalt.html>
- Destatis – Statistisches Bundesamt (o.J.b): Nachhaltigkeitsstrategien der Bundesländer. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Nachhaltigkeitsindikatoren/Deutsche-Nachhaltigkeit/nachhaltigkeit-laender.html>
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2014): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2014. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Nachhaltigkeitsindikatoren/Publikationen/Downloads-Nachhaltigkeit/indikatoren-0230001149004.pdf?__blob=publicationFile
- DIHK – Deutscher Industrie- und Handelskammertag (2018): Faktenpapier: Saubere Luft bis 2020. Wie deutsche Städte europäische Luftqualitätsstandards ohne Fahrverbote einhalten können. https://www.ihk-koeln.de/upload/DIHK_Faktenpapier_Saubere_Luft_bis_2020_67190.pdf
- DIW Berlin – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (2021): Historisches Urteil zur Klimaklage: Jetzt müssen die Emissionen so schnell wie möglich runter. Medienbeitrag vom 3.5.2021. https://www.diw.de/de/diw_01.c.817252.de/nachrichten/historisches_urteil_zur_klimaklage_jetzt_muessen_die_emissionen_so_schnell_wie_moeglich_runter.html
- DUH – Deutsche Umwelthilfe e.V. (2020): Klagen auf saubere Luft in Deutschland (Stand 3/2020). <https://www.duh.de/themen/luftqualitaet/recht-auf-saubere-luft/klagen-auf-saubere-luft-in-deutschland/>
- DWD - Deutscher Wetterdienst (2020): DWD-Stationen Duisburg-Baerl und Tönisvorst jetzt Spitzenreiter mit 41,2 Grad Celsius. Pressemitteilung vom 17.12.2020. https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2020/20201217_annulierung_lingen_news.html
- EEA – European Environment Agency (2020): GHG Inventory EU. https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/arto7_inventory/ghg_inventory/envxh8awg/overview
- EGLV – Emscher Genossenschaft, Lippe Verband (o.J.): Emschergenossenschaft: Flussgebietsmanagement von Anfang an. <https://www.eglv.de/emsker-lippe/emschergenossenschaft/>
- EGLV – Emscher Genossenschaft & Lippe Verband (2014): Gründung der Sesekegenossenschaft und des Lippeverbandes. Artikel von Patricia Bender vom 15.12.2014. <https://blog.eglv.de/rueckblick-gruendung-der-sesekegenossenschaft-und-des-lippeverbandes/>
- EGLV – Emschergenossenschaft & Lippeverband (2021a): Die neue Emscher kommt! Artikel vom 19.03.2021. <https://www.eglv.de/medien/die-neue-emscher-kommt/>
- EGLV – Emschergenossenschaft & Lippeverband (2021b): Emscher-Finale: 700 Millionen Euro für den Schlusspurt. <https://www.eglv.de/medien/emsker-finale-700-millionen-euro-fuer-den-schlusspurt/>
- Eltis (Hrsg.) (2019): Greater Manchester: Using SUMP to make urban mobility multimodal. Artikel von Thomas Mourey vom 11.4.2019. <https://www.eltis.org/discover/case-studies/greater-manchester-using-sump-make-urban-mobility-multimodal>
- Emschergenossenschaft (2017): Dokumentation: 3. Experten-Forum der Zukunftsinitiative „Wasser in der Stadt von morgen“ – Good Practice im Kontext nachhaltiger Stadtentwicklung – Wege zur Umsetzung im kommunalen Alltag, 12. Oktober 2017 in Essen. http://www.wasser-in-der-stadt.de/fileadmin/Medien/Projekte/Dokumente/BS_Dokumentation_3_Experten-Forum.pdf
- English Nature (o.J.): Providing Accessible Natural Greenspace in Towns and Cities. <http://publications.naturalengland.org.uk/file/78003>
- Europäische Kommission (o.J.): Ein europäischer Grüner Deal – Erster klimaneutraler Kontinent werden. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de

- Europäische Kommission (2011a): Weißbuch zum Verkehr. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_de.pdf
- Europäische Kommission (2011b): The EU Biodiversity Strategy to 2020. https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en
- Europäische Kommission (2012): Leitlinien für bewährte Praktiken zur Begrenzung, Milderung und Kompensierung der Bodenversiegelung. <https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/DE%20-%20Sealing%20Guidelines.pdf>
- Europäische Kommission (2013): The EU Strategy on Green Infrastructure. https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/strategy/index_en.htm
- Europäische Kommission (2015): Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft, COM/2015/0614 final, Brüssel. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF
- Europäische Kommission (2019a): Factsheet: The revised Renewable Energy Directive. https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/directive_renewable_factsheet.pdf
- Europäische Kommission (2019b): Beseitigung der Umweltverschmutzung – Der europäische Grüne Deal. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/fs_19_6729
- Europäische Kommission (2020a): Neues Klimaziel: EU-Kommission schlägt 55 Prozent weniger Emissionen bis 2030 vor. https://ec.europa.eu/germany/news/20200917-neues-klimaziel_de
- Europäische Kommission (2020b): Lage der Union: Fragen und Antworten zum Klimazielplan für 2030. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/qanda_20_1598
- Europäische Kommission (2020c): From Farm to Fork: Our food, our health, our planet, our Future. The European Green Deal. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/865559/factsheet-farm-fork_en.pdf.pdf
- Europäische Kommission (2020d): EEPA – European Enterprise Promotion Awards. Building a sustainable and resilient future together. <https://ec.europa.eu/docs-room/documents/43827/attachments/1/translations/en/renditions/native>
- Europäische Kommission (2021a): Renewable energy directive. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_de
- Europäische Kommission (2021b): Europäischer Grüner Deal: Kommission schlägt Neuausrichtung von Wirtschaft und Gesellschaft in der EU vor, um Klimaziele zu erreichen. Pressemitteilung vom 14.07.2021. Brüssel. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_21_3541
- Europäische Kommission (2021c): Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652. Brüssel. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/amendment-renewable-energy-directive-2030-climate-target-with-annexes_en.pdf
- Europäische Kommission (2021d): Commission proposes new Energy Efficiency Directive. Pressemitteilung vom 14.07.2021. https://ec.europa.eu/info/news/commission-proposes-new-energy-efficiency-directive-2021-jul-14_en

- Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union (2000): EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) vom 22. Oktober 2000. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=LEGISSUM:l28002b>
- Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union (2001): Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32001L0081>
- Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union (2008): Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, Anhang XI. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:de:PDF>
- Eurostat (o.J.): Nachhaltige Entwicklung – Übersicht. <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/sdi/overview>
- Faulenbach, Lars (2020): Mit Kuscheltieren für Pop-Up-Radwege in Dortmund. <https://www1.wdr.de/nachrichten/ruhrgebiet/pop-up-radweg-dortmund-100.html> (abgerufen am 15.04.2021)
- FIFA - Fédération Internationale de Football Association (2016): Reglement – FIFA Fußball-Weltmeisterschaft Russland 2018™. <https://resources.fifa.com/image/upload/fifa-fussball-wm-russland-2018tm-reglement-2843522.pdf?cloudid=nk4dq3wte-vacire6vbg2>
- Frank, Susanne (2010): Rückkehr der Natur. Die Neuerfindung von Natur und Landschaft in der Emscherzone. <http://www.emscherplayer.de/main.yum?mainAction=magazin&id=49786>
- Fuhr, Lili; Hällström, Niclas (2014): Der Mythos von den Netto-Null-Emissionen. Heinrich Böll Stiftung. <https://www.boell.de/de/2014/12/10/der-mythos-von-den-netto-null-emissionen>
- Gehrke, Birgit; Schasse, Ulrich (2015): Die Umweltschutzwirtschaft in Deutschland: Produktion, Umsatz und Außenhandel. Berlin: Umweltbundesamt. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/die-umweltschutzwirtschaft-in-deutschland>
- Georg-Eckert-Institut für internationale Schulbuchforschung (o.J.): Essen im Zeitalter der Industrialisierung – Einwanderung ins Ruhrgebiet. <http://www.urban-kaleidoscope.eu/de/materialien/thema/multithnische-bevoelkerungs-struktur/essen-industrialisierung/einwanderung-ins-ruhrgebiet.html>
- Gertec (2016): Regionales Klimaschutzkonzept zur „Erschließung der Erneuerbaren Energien-Potenziale in der Metropole Ruhr“. Herausgegeben vom Regionalverband Ruhr. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Umwelt_Oekologie/Klima/Dokumente/2016_Klimaschutzkonzept_kurz_RVR.pdf
- GMCA – Greater Manchester Combined Authority & tfgm – Transport for Greater Manchester (2014): Greater Manchester Cycling Strategy. Juli 2014. <https://assets.ctfassets.net/nv7y93idf4jq/2wuMOKT-vne66soUuYSwMi8/doi11677eb549665b76deed71e8a5b55/Cycling-Strategy-summary.pdf>
- Grass, Hubertus (2019): War watt? Der Klimawandel kommt schneller als erwartet. Stiftung Energie & Klimaschutz. <https://www.energie-klimaschutz.de/war-watt-der-klimawandel-kommt-schneller-als-erwartet/>
- Greenpeace Magazin (2020): Die 15-Minuten-Stadt. <https://www.greenpeace-magazin.de/aktuelles/die-15-minuten-stadt>
- Grindau, Georg; Sagolla, Winfried (2012): Nahverkehr – Lokales Verkehrswesen. In: Kratzsch, Ernst (Stadt Bochum); Raskob, Simone (Stadt Essen); Lürwer, Martin (Stadt Dortmund); Carow, Ulrich (Regionalverband Ruhr) (Hrsg.) (2012): Memorandum zur Bewerbung der Metropole Ruhr als „Grüne Hauptstadt Europas 2015“. Bochum/Essen/Dortmund. https://ratsinfo.muelheim-ruhr.de/buerger/tmp/tmp/45-181-136406845255/406845255/00362197/97-Anlagen/02/Memorandum_Gruene_Hauptstadt_Teil2_K.pdf

- Grunewald, K., Richter, B., Meinel, G., Herold, H. und Syrbe, R.-U. (2016): Vorschlag bundesweiter Indikatoren zur Erreichbarkeit öffentlicher Grünflächen. Bewertung der Ökosystemleistung "Erholung in der Stadt". https://www.researchgate.net/publication/304894485_Vorschlag_bundesweiter_Indikatoren_zur_Erreichbarkeit_oeffentlicher_Gruenflaechen_Bewertung_der_Okosystemleistung_Erholung_in_der_Stadt
- Hamburg Institut (2015): Kommunale Finanzierungsinstrumente des ÖPNV – Kurzgutachten für die Rosa-Luxemburg-Stiftung. Autoren: Christian Maaß, Raphael Weyland. Hamburg. https://www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/sonst_publicationen/Gutachten_OPNV-Finanzierungsinstrumente_final.pdf
- Handelsblatt (2020): North2 – Shell plant größtes Wasserstoff-Projekt Europas. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/north2-shell-plant-groesstes-wasserstoff-projekt-europas-/25588358.html?ticket=ST-548170-RoDel-jnl9q7ao3jgFQHX-ap3>
- Hebling, C., Ragwitz, M., Fleiter, T., Groos, U., Härle, D., Held, A., Jahn, M., Müller, N., Pfeifer, T., Plötz, P., Ranzmeyer, O., Schaadt, A., Sensfuß, F., Smolinka, T., & Wietschel, M. (2019): Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland. Fraunhofer ISI; Fraunhofer ISE; Fraunhofer IMWS; Fraunhofer IKTS. <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/wissenschaftspolitik/Positionen/Fraunhofer-Wasserstoff-Roadmap.pdf>
- Heinrich, Christian (2017): Energie – Motor des Fortschritts. <https://www.schaeffler-tomorrow.com/tomorrow/55/index.html>
- Hennicke, Peter; Koska, Thorsten; Rasch, Jana; Reutter, Oscar; Seifried, Dieter (2021): Nachhaltige Mobilität für alle. Ein Plädoyer für mehr Verkehrsgerechtigkeit. oekom Verlag.
- Hölling, M., Weng, M., & Gellert, S. (o. J.): Bewertung der Herstellung von Eisenschwamm unter Verwendung von Wasserstoff. ArcelorMittal. <https://germany.arcelormittal.com/icc/arcelor/med/b8e/b8e0c15a-102c-d51d-b2a9-147d7b2f25d3,11111111-1111-1111-1111-111111111111.pdf>
- Howard-Cofield, Stuart (2016): Building a greater Manchester for cycling. Artikel vom 29.8.2016. <https://www.bikecitizens.net/cycling-in-greater-manchester/>
- Husqvarna (2021): Husqvarna Urban Green Space Index - Quantifying the greenness of global cities. <https://hugsi.green>
- IASS – Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung (2021): Das Bundesverfassungsgerichtsurteil zum Klimaschutzgesetz: Die tragende Rolle von Gerechtigkeit in der Klimakrise. Artikel vom 7.5.2021. <https://www.iass-potsdam.de/de/blog/2021/05/bundesverfassungsgerichtsurteil-zum-klimaschutzgesetz>
- IHK Köln (Hrsg.) (2021): Ohne ÖPNV geht's nicht – die Bedeutung des ÖPNV für die regionale Wirtschaft. https://www.ihk-koeln.de/upload/Ohne_OePNV_gehts_nicht_Studie_87901.pdf
- ILO – International Labour Organization (2012): Working towards sustainable development – Opportunities for decent work and social inclusion in a green economy, Geneva: ILO. https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_181836/lang--en/index.htm
- ILO – International Labour Organization (2021): Frequently Asked Questions on green jobs. http://www.oit.org/global/topics/green-jobs/WCMS_214247_EN/lang--en/index.htm
- infas – Institut für angewandte Sozialwissenschaft (o.J.): Mobilität in Deutschland – MiD: Grafiken zum Radverkehr und Fußverkehr. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-analysen-rad-fussverkehr-bilder.pdf?__blob=publicationFile
- infas – Institut für angewandte Sozialwissenschaft (2019a): Mobilität in der Europäischen Metropolregion Stuttgart. https://nachhaltige-mobilitaet.region-stuttgart.de/wp-content/uploads/2020/04/infas_Praesentation_Mobilitaetskongress-2019.pdf
- infas – Institut für angewandte Sozialwissenschaft (2019b): Mobilität in Deutschland. Kurzreport: Europäische Metropolregion Stuttgart. https://eu-metropolregion-stuttgart.de/wp-content/uploads/2019/03/infas_Kurzreport_Stuttgart_MiD2017_20190301.pdf

- infas – Institut für angewandte Sozialwissenschaft (2019c): Mobilität in Deutschland. Kurzreport: Stadt München, Münchner Umland und MVV-Verbundraum. Bonn. <https://www.muenchen-transparent.de/dokumente/5499206/datei>
- infas – Institut für angewandte Sozialwissenschaft (2019d): Mobilität in Deutschland – MiD. Regionalbericht: Metropolregion Hamburg und Hamburger Verkehrsverbund GmbH. <https://metropolregion.hamburg.de/content/blob/12993612/097d17d2ed340bca93128bf4ea8doacb/data/mid-studie.pdf>
- INFRAS (2019): Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland. Straßen-, Schienen-, Luft- und Binnenschiffverkehr 2017. Im Auftrag von Allianz pro Schiene e.V., Zürich. <https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2019/08/190826-infras-studie-externe-kosten-verkehr.pdf>
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate (2018). Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (Hrsg.)]. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf
- IVT – Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V. (2011): Eignung einer City-Maut als Instrument der Verkehrs- und Umweltpolitik in der Freien und Hansestadt Hamburg. Heilbronn und Mannheim. AutorInnen: H. Hautzinger, F. Fichert, M. Fuchs, W. Stock. <http://www.hamburg.de/contentblob/2929662/data/city-maut.pdf>
- IW Consult GmbH & Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik e.V. (Hrsg.) (2020): Auf dem Weg zu einer starken Region. Zukunftspotenziale der Metropole Ruhr. Köln/Bochum. https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2020/Gutachten_IWConsult_Ruhrgebiet_IWC_RUFIS_2020_final.pdf
- IW Köln – Institut der deutschen Wirtschaft IW Consult Köln (2020): Wasserstoffranking 2020: Wo steht das Ruhrgebiet im Metropolenvergleich? https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/08_Presse/Pressemeldungen/RVR/2020/12_2020/2020_12_14_Studie_nationales_Wasserstoff-Ranking.pdf
- IW Köln – Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult (2021): CO₂-Kompass Metropole Ruhr. Wasserstoff als Lösung auf dem Weg zur Klimaneutralität. Studie für den Regionalverband Ruhr. Köln. https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2021/Studie_CO2-Kompass_final.pdf
- Jansen, Ulrich; Koska, Thorsten; Müller, Miriam; Schäfer-Sparenberg, Carolin (2016): Mobilität in Nordrhein-Westfalen. Situation und Zukunftsperspektiven. Studie im Auftrag der Rosa-Luxemburg-Stiftung. https://www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/Studien/Studien_11-2016_Mobilit%C3%A4t_in_NRW.pdf
- Jansen, Ulrich; Reutter, Oscar (2020): Flottenwende. Zur Elektrifizierung leichter Nutzfahrzeuge in kommunalen Flotten – Anforderungen der Praxis. RaumPlanung 207, 4/2020, S. 68-75.
- Kaltenegger, Oliver (2015): Statistische Erfassung der Umweltwirtschaft. Aktualisierung der Methodenbeschreibung aus der Gemeinschaftsveröffentlichung 2013 des Arbeitskreises Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder einschließlich berechneter Ergebnisse für die Bundesländer, Bayern in Zahlen 3/2015, S. 143-166.
- Klima-Allianz Deutschland (2021): Das deutsche Klimaschutzgesetz muss jetzt an das Pariser Klimaabkommen und das neue EU-Klimaziel angepasst werden. https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/klimawandel/klimawandel_klimaschutzgesetz_verbaendeappell.pdf
- Klima-Bündnis (o.J.a): Kommunaler Klimaschutz. <http://www.klimabuendnis.org/ueberuns/klimaschutz/kommunaler-klimaschutz.html?page=454>

- Klima-Bündnis (o.J.b): Klimanotstand. <https://www.klimabuendnis.org/kommunen/klima-notstand.html>
- Korsten, David (2017): Zeit im Fluss. 100 Jahre Ruhrverband. Artikel vom 31.01.2017. <https://www.davidkorsten.de/blog/2017/01/31/zeit-im-fluss-100-jahre-ruhrverband/>
- Kreis Unna (2013): 1. Nachhaltigkeitsbericht Kreis Unna. http://www.kreis-unna.de/fileadmin/user_upload/Kreishaus/kfp/pdf/1_Nachhaltigkeitsbericht_Kreis_Unna.pdf
- Kreis Unna (2018): 3. Nachhaltigkeitsbericht Kreis Unna. https://www.kreis-unna.de/fileadmin/user_upload/Kreishaus/62/pdf/Nachhaltigkeitsbericht-2018.pdf
- Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V. Naturfreunde Deutschlands (2017): Bewerbung zur Flusslandschaft des Jahres 2018/19, Die Lippe in Nordrhein-Westfalen.
- Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2015): Radschnellwege werden Landesstraßen gleichgestellt. Pressemitteilung vom 8.12.2015. <https://www.land.nrw/de/pressemitteilung/radschnellwege-werden-landesstrassen-gleichgestellt>
- Landesregierung Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2016a): heute handeln. Gemeinsam für nachhaltige Entwicklung in NRW. Nachhaltigkeitsstrategie für Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. https://www.nachhaltigkeit.nrw.de/fileadmin/download/nrw-nachhaltigkeitsstrategie_broschuere.pdf
- Landesregierung Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2016b): Nachhaltigkeitsindikatoren Nordrhein-Westfalen. Bericht 2016. https://www.nachhaltigkeit.nrw.de/fileadmin/download/nachhaltigkeits-indikatorenbericht_2016.pdf
- Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2019): Grüne Infrastruktur im Ruhrgebiet: Landschaftspark Duisburg Nord hat Vorbildcharakter. Pressemitteilung vom 20.05.2019. <https://www.land.nrw/de/pressemitteilung/gruene-infrastruktur-im-ruhrgebiet-landschaftspark-duisburg-nord-hat>
- Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2020): Neue Perspektiven für das Ruhrgebiet: Auftakt für das 5-Standorte-Programm zur Begleitung des Kohleausstiegs. Pressemitteilung vom 10. Juni 2020. <https://www.land.nrw/de/pressemitteilung/neue-perspektiven-fuer-das-ruhrgebiet-auftakt-fuer-das-5-standorteprogramm-zur>
- Landtag NRW (2021): Klimaanpassungsgesetz Nordrhein-Westfalen (KlAnG). https://www.landtag.nrw.de/home/dokumente_und_recherche/gesetzgebungsportal/aktuelle-gesetzgebungsverfahren/klimaanpassungsgesetz.html
- Landwirtschaftskammer NRW (2020): Düngeverordnung 2020. <https://www.landwirtschaftskammer.de/Landwirtschaft/ackerbau/pdf/du-ev-2020-kompakt.pdf>
- LANUV NRW – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (o.J.a): Wirkungen von Stickstoffdioxid (NO₂). <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/umweltmedizin/wirkungen-von-luftschadstoffen/schadstoffe/stickstoffdioxid-no2/>
- LANUV NRW – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (o.J.b): Kreuzkröte. https://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amph_rept/kurzbeschreibung/102329
- LANUV NRW – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2017): Flächenentwicklung in Nordrhein-Westfalen – Berichtsjahr 2016. https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/boden/pdf/Bericht_zur_Flaechenentwicklung_2016.pdf
- LANUV NRW – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2018): Auswertung der Ergebnisse aus dem biologischen WRRL-Monitoring der Fließgewässer in NRW. https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30081.pdf
- LANUV NRW – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2020): Flächenentwicklung in Nordrhein-Westfalen – Berichtsjahre 2017-2019. Daten von IT.NRW. https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/boden/pdf/20210301_LANUV_Bericht_zur_Flaechenentwicklung_2017_-_2019.pdf

- Link, Heike (2011): Verkehr und Wirtschaft – Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Verkehrs. In: Schwedes, Oliver (Hrsg.): Verkehrspolitik – Eine interdisziplinäre Einführung, S. 91-114. VS Verlag, Wiesbaden.
- LokalKlick (2020): RadEntscheid Essen schafft Pop-Up-Radweg am Berliner Platz. Artikel vom 16.05.2020. <https://lokalclick.eu/2020/05/16/radentscheid-essen-schafft-pop-up-radweg-am-berliner-platz/>
- LokalKlick – Online Zeitung Rhein-Ruhr (2021): Einstieg in Wasserstofftechnologie ab 2024 geplant. <https://lokalclick.eu/2021/03/27/einstieg-in-wasserstofftechnologie-ab-2024-geplant/>
- Lokalkompass (2019): Grenzverkehr erhitzt noch immer die Gemüter in Schönebeck. Mögliche Stilllegung der Tramlinie 104 löst Proteste auf Essener Stadtgebiet aus. https://www.lokalkompass.de/essen-borbeck/c-ratgeber/grenzverkehr-erhitzt-noch-immer-die-gemueter-in-schoenebeck_a1150962
- Maxwell, S. L., Milner-Gulland, E. J., Jones, J. P. G., Knight, A. T., Bunnefeld, N., Nuno, A., Bal, P., Earle, S., Watson, J. E. M., & Rhodes, J. R. (2015): Being smart about SMART environmental targets. *Science*, 347(6226), 1075–1076. <https://science.science-mag.org/content/347/6226/1075>
- MBWSV NRW – Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (2014): Urbanes Grün in der integrierten Stadtentwicklung - Strategien, Projekte, Instrumente. Düsseldorf. https://www.ils-forschung.de/files/publikationen/pdfs/Urbanes_Gruen.pdf
- Microsoft (2020): Microsoft will 2030 mehr CO₂ aus der Atmosphäre entfernen als produzieren. Pressemitteilung vom 16.01.2020. <https://news.microsoft.com/de-de/co2-klimaschutzprogramm/>
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2019): Personenverkehr in Stadt und Land. Befragungsergebnis Mobilitätsverhalten 2017. https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/Broschüren_Publikationen/Personenverkehr-Befragung_Broschüre_191031.pdf
- MKULNV NRW – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2010): Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Essen. https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/handbuch_stadtklima_kurzfassung.pdf
- MKULNV NRW – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2015a): Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen – Klimaschutz und Klimafolgenanpassung. Düsseldorf. https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/klimaschutzbericht_nrw_151201.pdf
- MKULNV NRW – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2015b): Abfallwirtschaftsplan Nordrhein-Westfalen – Teilplan Siedlungsabfälle, Düsseldorf. https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/abfallwirtschaftsplan_nrw_broschuere.pdf
- MKULNV NRW – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2015c): Biodiversitätsstrategie NRW. https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/biodiversitaetsstrategie_nrw_broschuere.pdf
- Müller, Miriam (2011): Das NRW-Semesterticket: Akzeptanz, Nutzung und Wirkungen dargestellt am Fallbeispiel der Universität Bielefeld. Wuppertal Institut: Wuppertal. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/3936/file/WSA1_Mueller.pdf
- Müller, Miriam (2016): Semester tickets for university students in Germany: a success story for 25 years. In: *World transport policy and practice* 21/4, S. 7-18. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6303/file/6303_Mueller.pdf

- Müller, Miriam; Reutter, Oscar (2017): Vision Development towards a Sustainable North Rhine-Westphalia 2030 in a Science-Practice-Dialogue. In: Sustainability 2017, 9(7), 1111. <https://doi.org/10.3390/su9071111>
- Müller, Miriam; Reutter, Oscar (2020): Benchmark: climate and environmentally friendly urban passenger transport: the concepts of the European Green Capitals 2010-2020. In: World transport policy and practice 26/2, S. 21-43. https://epub.wupperinst.org/front-door/deliver/index/docId/7501/file/7501_Mueller.pdf
- Müller, Miriam; Reutter, Oscar (2021): Course change: Navigating urban passenger transport toward sustainability through modal shift. International Journal of Sustainable Transportation. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15568318.2021.1919796>
- Müller, Miriam; Stengel, Oliver; Waluga, Gregor; Böhler-Baedeker, Susanne (2012): Klimafreundliche Mobilität: Zukunftsmodell Bürgerticket. In: Chanc/ge 2(3), S. 36-38.
- MULNV NRW (o.J.a): Emscherumbau. <https://www.umwelt.nrw.de/umwelt/umwelt-und-wasser/abwasser/emscherumbau>
- MULNV NRW – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (o.J.b): Klimaresiliente Region mit internationaler Strahlkraft. Projektbeschreibung. <https://www.ruhr-konferenz.nrw/entscheiden/projektvorschlag-71>
- MULNV NRW – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (o.J.c): Das ökologische Potenzial. <https://www.flussgebiete.nrw.de/das-oekologische-potenzial-7390>
- MULNV NRW – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (o.J.d): Seseke: Wiederbelebung von Schmutzwasserläufen im Ruhrgebiet. <https://www.flussgebiete.nrw.de/seseke-wiederbelebung-von-schmutzwasserlaeufen-im-ruhrgebiet-302>
- MULNV NRW - Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (o.J.e): Umwelt: Grüne Infrastruktur Metropolregion Ruhr. <https://www.ruhr-konferenz.nrw/zuhoeren/themenforum-14>
- MULNV NRW - Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2020a): Die globalen Nachhaltigkeitsziele konsequent umsetzen. Weiterentwicklung der Strategie für ein nachhaltiges Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. https://www.nachhaltigkeit.nrw.de/fileadmin/user_upload/Nachhaltigkeitsstrategie_PDFs/NRW_Nachhaltigkeitsstrategie_2020.pdf
- MULNV NRW - Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2020b): Umweltwirtschaftsbericht 2020. https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/NRW_Umweltwirtschaftsbericht_2020.pdf
- MULNV NRW – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2020c): EU zeichnet vom Land gefördertes Netzwerk Greentech.Ruhr der Business Metropole Ruhr aus. Pressemitteilung vom 17.11.2020. <https://www.umwelt.nrw.de/presse/detail/eu-zeichnet-vom-land-gefoerdertes-netzwerk-greentechruhr-der-business-metropole-ruhr-aus-1605617315>
- MULNV NRW – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2020d): Steckbriefe der Planungseinheiten in den nordrhein-westfälischen Anteilen von Rhein, Weser, Ems und Maas, Entwurf des 3. Bewirtschaftungsplans 2022-2027 für NRW, Steckbriefe für das Gebiet Emscher, Lippe und Ruhr. <https://www.flussgebiete.nrw.de/entwurf-des-bewirtschaftungsplans-2022-2027-fuer-nordrhein-westfalen-8914>
- MUST (2021): Lebenswerte Straßen, Orte & Nachbarschaften. Neuer Graben. Köln (unveröffentlicht).
- MWIDE NRW – Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (o.J.): Best Practice – Carbon2Chem. <https://www.in4climate.nrw/best-practice/projekte/2019/carbon2chem/>

- MWIDE NRW – Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2020a): Kabinett beschließt verschärftes Klimaschutzgesetz und bundesweit erstes Klimaanpassungsgesetz. Pressemitteilung vom 21.12.2020. <https://www.klimaschutz.nrw.de/aktuelles/detail/kabinett-beschliesst-verschaerftes-klimaschutzgesetz-und-bundesweit-erstes-klimaanpassungsgesetz>
- MWIDE NRW – Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2020b). Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen. https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/mwide_br_wasserstoff-roadmap-nrw_web-bf.pdf
- MWIDE NRW – Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2021): Das Klimaschutzgesetz. <https://www.klimaschutz.nrw.de/instrumente/klimaschutzgesetz>
- NABU – Naturschutzbund Deutschland (o.J.): Städte gut entwickeln – so grün wie möglich, so dicht wie nötig. Unser Lösungsvorschlag: „Doppelte Innenentwicklung“. <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/bauen/hintergrund/innenentwicklungversusgruen.html>
- NABU – Naturschutzbund Deutschland, LV NRW, BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, LV NRW, LNU – Landesgemeinschaft Naturschutz und Umwelt NRW (2015): Stellungnahme zum überarbeiteten Entwurf für einen Landesentwicklungsplan Nordrhein Westfalen vom 22.09.2015. https://nrw.nabu.de/imperia/md/content/nrw/stellungnahmen/stellungnahme_lep_bund_lnu_nabu_160114.pdf
- NABU NRW – Naturschutzbund Landesverband Nordrhein-Westfalen (2017): Artenreiches Stadtgrün in NRW. Düsseldorf. https://nrw.nabu.de/imperia/md/content/nrw/stellungnahmen/nabu-position_artenreiches_stadtgruen_in_nrw.pdf
- Neue Züricher Zeitung (2018): Adieu, Kumpel: Was das Ende der Steinkohle für eine Stadt im Ruhrgebiet bedeutet. <https://www.nzz.ch/wirtschaft/adieu-kumpel-was-das-ende-der-steinkohle-fuer-eine-stadt-im-ruhrgebiet-bedeutet-ld.1445424>
- Neumayer, Ingo (2016): Nordrhein-Westfalen: Ruhrgebiet. Beitrag bei planet wissen vom 23.06.2016. https://www.planet-wissen.de/kultur/nordrhein_westfalen/ruhrgebiet/index.html
- Novello, Amanda; Carlock, Greg (2019): Redefining Green Jobs for a Sustainable Economy, NYC: The Century Foundation. https://production-tcf.imgix.net/app/uploads/2019/11/02131209/Green-Jobs_Final_PDF31.pdf
- Østergro (2021): Welcome to Østergro. <https://www.oestergro.dk/in-english>
- Otto Group (2020): Otto Group verpflichtet sich zu Klimaneutralität bis 2030. Pressemitteilung vom 18.02.2020. Hamburg. <https://www.ottogroup.com/de/newsroom/meldungen/Otto-Group-verpflichtet-sich-zu-Klimaneutralitaet-bis-2030.php>
- Pfeiffer, Carsten (2020): Neue EU-Ziele mit großen Auswirkungen auf den nationalen Energiemix. In: energate messenger vom 28.09.2020. <https://www.energate-messenger.de/news/205875/-neue-eu-ziele-mit-grossen-auswirkungen-auf-den-nationalen-energiemix->
- Philips (o.J): Klimaneutralität für alle Geschäftsprozesse. <https://www.philips.de/a-w/ueber-philips/nachhaltigkeit/climate-action.html>
- Philips (2021): Philips schließt Nachhaltigkeitsprogramm “Healthy people, Sustainable planet“ erfolgreich ab und setzt sich neue Ziele für die kommenden fünf Jahre. Pressemitteilung vom 1.3.2021. <https://www.philips.de/a-w/about/news/archive/standard/news/2021/20210301-philips-nachhaltikeitsprogramm-hpsp.html>
- Pieper, Kira (2020): Pop-up-Radwege in Berlin umfassen bereits zehn Kilometer. Artikel vom 30.04.2020. https://www.rbb24.de/politik/thema/2020/coronavirus/beitraege_neu/2020/04/pop-up-radweg-radsspur-verkehrswende-verkehr-berlin.html
- Presseportal (2021): BVR Bundesverband der Deutschen Volksbanken und Raiffeisenbanken. Umfrage zum 51. Jugendwettbewerb "Bau dir deine Welt!": Junge Bundesbürger halten urbane Grünflächen für wichtiger denn je.

- https://www.presseportal.de/pm/40550/4823908?fbclid=I-wAR3YGsXnEJaT1_RiPVXIofonJsbIbgHS6MGLvJPnUg-1kFDfNIJ_Z6HHWE
- Prognos, Öko-Institut e.V. (2009): Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050. <http://www.oeko.de/uploads/oeko/oekodoc/971/2009-003-de.pdf>
- Quarks (2020): Sechs tickende Zeitbomben, die unser Klima radikal verändern würden. <https://www.quarks.de/umwelt/klimawandel/diese-5-kippelemente-beschleunigen-die-klimaerwaermung/>
- Reutter, Oscar; Berg, Holger; Büttgen, Alexandra; Fishedick, Manfred; Müller, Miriam; Treude, Mona; Welfens, Maria J. (2015): Nachhaltiges Nordrhein-Westfalen 2030 – Das Leitbild. Bericht zum AP 8.1 im Rahmen des Zuwendungsprojektes „Konzeptionelle Analysen und Überlegungen zur Ausgestaltung einer Nachhaltigkeitsstrategie NRW aus wissenschaftlicher Sicht. https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/NHS NRW AP8-1 Leitbild.pdf
- Reutter, Oscar; Müller, Miriam; Esken, Andrea; Fekkak, Miriam; Gröne, Marie-Christine; Treude, Mona; Richard, Jochen (2017): Die Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr dargestellt anhand von 15 Umweltindikatoren. In: Regionalverband Ruhr (Hrsg.): Bericht zur Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr 2017, S. 34-139. <https://shop.rvr.ruhr/artikel/bericht-zur-lage-der-umwelt-in-der-metropole-ruhr-2017>
- Reutter, Oscar; Müller, Miriam; Schwarze, Björn; Spiekermann, Klaus; Wegener, Michael; Huber, Felix; Brosch, Kristine (2018): Verkehr verlagern! Szenarioanalysen zu Modal-Shift-Potenzialen im Personenverkehr im Ruhrgebiet 2050. In: Straßenverkehrstechnik 62/1, S. 7-18. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6951/file/6951_Reutter.pdf
- RNE – Rat für nachhaltige Entwicklung (2007): Erfolgsfaktoren zur Reduzierung des Flächenverbrauchs in Deutschland. https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/migration/documents/Broschuere_Evaluation_30_ha_02.pdf
- Rudolph, Frederic; Merten, Frank; Arnold, Karin; Schneider, Clemens (2019): Strom- und H₂-Bedarf für einen dekarbonisierten Verkehrssektor in Deutschland. Kurzstudie im Auftrag der Greenpeace Energy eG. Wuppertal Institut: Wuppertal. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7430/file/7430_H2-Bedarf.pdf
- Ruhr 24 (2020): Baden in der Ruhr: Nächste Ruhrgebiets-Stadt will Ufer freigeben. Artikel vom 30.4.2020. <https://www.ruhr24.de/ruhrgebiet/bochum-dahlhausen-ruhr-baden-nrw-stadt-schwimmen-fluss-sommer-2021-13746265.html>
- Ruhr Group (2020): Willkommen bei der Ruhr Group. https://ruhr-group.de/us_main_page_section/gruppe/
- Ruhrfischereigenossenschaft (o.J.): Aufgaben der Ruhrfischereigenossenschaft – Wehre und Durchgängigkeit. <https://www.ruhrfischereigenossenschaft.de/rfg/durchgaengigkeit.html>
- Ruhrverband (o.J. a): Die Aufgabenteilung zwischen Ruhr, Emscher und Lippe. <https://sichere-ruhr.de/tag/wasserqualitaet/>
- Ruhrverband (o. J. b): Zwischen Acker und Fluss – Landwirtschaft und Gewässerschutz. <https://sichere-ruhr.de/zwischen-acker-und-fluss-landwirtschaft-und-gewaesserschutz/>
- Ruhrverband (2020): Auswirkungen des Klimawandels im Einzugsgebiet der Ruhr sind deutliche zu spüren. Pressemitteilung vom 18.09.2020. <https://www.ruhrverband.de/presse/pressemitteilungen/detailansicht/news///auswirkungen-des-klimawandels-im-einzugsgebiet-der-ruhr-sind-deutlich-zu-spueren/>
- RVR – Regionalverband Ruhr (o.J.): Offensive Grüne Infrastruktur 2030. <https://www.rvr.ruhr/themen/oekologie-umwelt/gruene-infrastruktur/>
- RVR – Regionalverband Ruhr (2012): Fachdialog Regionale Grünzüge. Fachvortrag am 29.06.2012. https://klausriepen.de/wp-content/uploads/2014/11/Gruenzuege_Druckfassung_5_11_12.pdf

- RVR – Regionalverband Ruhr (2014a): Perspektiven für die räumliche Entwicklung der Metropole Ruhr. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Regionalplanung_Entwicklung/Regionaler_Diskurs/2013_Entwurf_Perspektiven.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2014b): Machbarkeitsstudie Radschnellweg Ruhr RS1. Essen. Bearbeitet von Planersocietät, Planungsbüro DTP, Planungsbüro VIA eG, orange edge. https://www.radschnellwege.nrw/fileadmin/user_upload/projekte/rs1/downloads/RS1_Machbarkeitsstudie_web.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (2016): IGA Metropole Ruhr 2027. Internationale Gartenausstellung Metropole Ruhr 2027. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Umwelt_Oekologie/Internationale_Gartenausstellung/2016_09_23_IGA2027_Bewerbung.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2017a): Bericht zur Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr 2017. <https://shop.rvr.ruhr/artikel/bericht-zur-lage-der-umwelt-in-der-metropole-ruhr-2017>
- RVR – Regionalverband Ruhr (2017b): ruhrFIS-Flächeninformationssystem Ruhr – Monitoring Daseinsvorsorge 2017. https://shop.rvr.ruhr/media/pdf/3d/1a/de/ruhrFIS_Monitoring_Daseinsvorsorge_2017.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (2018a): Regionalplan für das Verbandsgebiet des Regionalverbands Ruhr. Stand April 2018. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Regionalplanung_Entwicklung/Regionalplan_Ruhr/01_Planentwurf/02_Inhaltsverzeichnis_und_Einleitung/20180827_Inhaltsverzeichnis_Einleitung_TeilA_Regionalplan_Ruhr.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (2018b): Regionale Freiraumentwicklung - Gewässer als Freizeit- und Erholungsräume und Imagefaktor für die Region. https://www.ruhrverband.de/fileadmin/pdf/wissen/Fachveranstaltungen/Flussgebietsmanagement/2018/14_Mann_2018-11-20-FRK-Gewässer_02.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (2018c): Regionalstatistik Ruhr kompakt - Wohnungsbestand und Bautätigkeit am 31.12.2016. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/03_Daten_Digitales/Regionalstatistik/03_Publikationen/2018-03_Regionalstatistik_kompakt_Wohnen.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2018d): Bericht zur „Weiterentwicklung des Konzepts für das Regionale Radwegenetz in der Metropole Ruhr“, Entwurf Stand 15.06.2018. Bearbeitet von Planersocietät und Planungsbüro VIA eG. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Mobilitaet/Radwegenetz/13-1399_RRWN_Anlage01_Bericht.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2019a): Regionales Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr. Entwurf des Endberichts zur 2. Stufe des Regionalen Mobilitätsentwicklungskonzeptes für die Metropole Ruhr. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Mobilitaet/Mobilitaetskonzepte/Entwurf_Endbericht_Regionales_Mobilitaetsentwicklungskonzept.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (2019b): ruhrImpulse. Beiträge zur Regionalentwicklung. Band 2: Flächennutzung. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Regionalplanung_Entwicklung/Ruhrimpulse/RuhrImpulse_Band2_Flaechennutzungen_2019.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (2020a): Energie- und Treibhausgas-Bilanz für die Metropole Ruhr. Fortschreibung der Zeitreihe für die Jahre 2012-2017. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/08_Presse/Presse-meldungen_RVR/2020/12_2020/2020_12_02_Treibhausgasbilanz_Langfassung.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (2020b): Gesetz über den Regionalverband Ruhr. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/01_Politik_Regionalverband/Gesetzliche_Grundlagen/RVRG_Stand_01-11-2020.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (2020c): Bevölkerung. Vielfalt aus Tradition. <https://www.rvr.ruhr/daten-digitales/regionalstatistik/bevoelkerung/>

- RVR – Regionalverband Ruhr (2020d): Zuwanderung in der Metropole Ruhr – Wahrnehmung und Wirklichkeit. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/03_Daten_Digitales/Regionalstatistik/03_Publikationen/2020-09_Regionalstatistik_Ruhr_Zuwanderung_in_der_Metropole_Ruhr.pdf
- RVR – Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (geplante Veröffentlichung 2021): Zweiter Bericht zur Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr.
- RVR – Regionalverband Ruhr (2021a): Internationale Gartenausstellung (IGA). Pressemitteilung vom 23.04.2021. <https://www.rvr.ruhr/themen/oekologie-umwelt/internationale-gartenausstellung-2027/>
- RVR – Regionalverband Ruhr (2021b): Regionales Gründachkataster. Kooperationsprojekt mit der Emschergenossenschaft. <https://www.rvr.ruhr/themen/oekologie-umwelt/startseite-klima/gruendachkataster/>
- RVR – Regionalverband Ruhr (2021c): Ausbau der grünen Infrastruktur in der Metropole Ruhr: 5 Millionen Bäume bis zur IGA Metropole Ruhr 2027. Pressemitteilung vom 23.03.2021. <https://www.rvr.ruhr/service/presse/pressemitteilung-detailseite/news/ausbau-der-gruenen-infrastruktur-in-der-metropole-ruhr-5-millionen-baeume-bis-zur-iga-metropole-ruhr-2027/>
- Schneider, C., Samadi, S., Holtz, G., Kobiela, G., Lechtenböhrer, S., & Witecka, W. (2020). Klimaneutrale Industrie. Ausführliche Darstellung der Schlüsseltechnologien für die Branchen Stahl, Chemie und Zement. Agora Energiewende; Wuppertal Institut. https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Dekarbonisierung_Industrie/166_A-EW_Klimaneutrale_Industrie_Ausfuhrliche-Darstellung_WEB.pdf
- Schoenemann, Britta; Jardin, Norbert (2015): Baden in Fließgewässern. Ein Handlungsleitfaden am Beispiel der Unteren Ruhr im Rahmen des BMBF-Projekts Sichere Ruhr. http://www.ruhrverband.de/fileadmin/pdf/wissen/Forschung_u_Entwicklung/sichere_ruhr_handlungsleitfaden_final.pdf
- Schwarze, Björn; Spiekermann, Klaus; Wegener, Michael; Huber, Felix; Brosch, Kristine; Reuter, Oscar; Müller, Miriam (2017): Städte und Klimawandel: Ruhrgebiet 2050 – Integriertes Modelle Ruhrgebiet und Regionaler Modal Shift. Dortmund/Wuppertal. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6747/file/6747_Ruhrgebiet.pdf
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (1999): Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen: Umwelt und Gesundheit – Risiken richtig einschätzen. Deutscher Bundestag, 14. Wahlperiode, Drucksache 14/2300 vom 15.12.1999. http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/1999_SG_UmweltundGesundheit.pdf?__blob=publicationFile
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU). (2019). Für die Umsetzung ambitionierter Klimapolitik und Klimaschutzmaßnahmen. Offener Brief vom 16. September 2019. https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2019_09_Brief_Klimakabinett.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2020): Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Umweltgutachten 2020. https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutachten_Entschlossene_Umweltpolitik.pdf;jsessionid=48960D6B956184A613B8169DE7877E3B.2_cid321?__blob=publication-File&v=31
- Stadt Dortmund (o.J.): Emissionsfreie Innenstadt. https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/verkehr/emissionsfreie_innenstadt/index.html
- Stadt Dortmund (2017): Zielkonzept zum Masterplan Mobilität 2030. Überarbeitete Fassung nach Workshop, ergänzt um Kommentare vom Arbeitskreis und Anmerkungen der Verwaltung. Überarbeitung vom 22. Juni 2017. Dortmund. https://www.dortmund.de/media/p/masterplan_mobilitaet/downloads_24/veranstaltungen_im_rueckblick/2_Dialogveranstaltung_Zielkonzept.pdf

- Stadt Duisburg (2021): Wasserstoff treibt uns an – Gründung des Wasserstoffvereins Hy.Region.Rhein.Ruhr. https://www.duisburg.de/guiapplications/newsdesk/publications/Stadt_Duisburg/102010100000120490.php
- Stadt Essen (o.J.): Baden in der Ruhr. https://www.essen.de/leben/sport_und_freizeit/schwimmen/baden_in_der_ruhr.de.html
- Stadt Essen (2014a). Bewerbung zur Grünen Hauptstadt Europas 2017 – 1. Klimawandel: Schadensminderung und Anpassung. https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/59/gruene_hauptstadt_europas_1/01_GHE_Themenfeld_Klimawandel_web.pdf
- Stadt Essen (2014b): Bewerbung als Grüne Hauptstadt Europas 2017, Themenfeld 02: Nahverkehr, Essen. https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/59/gruene_hauptstadt_europas_1/02_GHE_Themenfeld_Nahverkehr_web.pdf
- Stadt Essen (2014c): ESSENTials. Präsentation zur Bewerbung um den Titel der Europäischen Kommission „European Green Capital 2017“. https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/EGC-2017_Final_Presentation_ESSEN_11.06.2015.pdf
- Stadt Essen (2014d): Themenfeld 05: Luftqualität. Bewerbung zur Grünen Hauptstadt Europas. https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/59/gruene_hauptstadt_europas_1/05_GHE_Themenfeld_Luftqualitaet_web.pdf
- Stadt Essen (2019): Modal Split 2035: Handlungskonzept im Rat diskutiert. Pressemitteilung vom 25.09.2019. https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung_1326741.de.html
- Stadt Frankfurt am Main (2021): Frankfurt frischt auf - 50 % Klimabonus. Förderung von mehr Grün an, auf und hinterm Haus. <https://frankfurt.de/de-de/themen/klima-und-energie/stadtklima/klimabonus>
- Stadt Freiburg im Breisgau (2019): Richtlinie zum Förderprogramm Klimafreundlich Wohnen der Stadt Freiburg im Breisgau. Baustein 3: Stromerzeugung erneuerbar. https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params_E-2020819747/1439577/Foerderrichtl_2020_Stromerzeugung.pdf
- Stadt Karlsruhe (2013): Verkehrsentwicklungsplan. Karlsruhe. <https://www.karlsruhe.de/b3/mobilitaet/verkehrsplanung/verkehrsentwicklungsplan.de>
- Stadt München (o. J): Der Isar-Plan – Befreiung der Isar aus ihrem Korsett, Projektdokumentation. <https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/baureferat/freizeitsport-natur/isar/isar-plan.html>
- Stadt Wien (2021): "Coole Straßen Plus". Bis Herbst 2020 wurden 4 Straßen Wiens dauerhaft in klimaangepasste Straßen umgestaltet. <https://www.wien.gv.at/verkehr/stras-sen/coole-strassen-plus.html>
- Stadwerke Dinslaken (o.J.): Fernwärmeverbund Niederrhein Duisburg/Dinslaken GmbH & Co. KG. <https://www.stadwerke-dinslaken.de/privatkunden/fernwaerme/fernwaerme-uebersicht/wir-ueber-uns/fernwaermeschiene-niederrhein/fernwaermeverbund-niederrhein-duisburgdinslaken-gmbh-co-kg.html>
- Stahlinstitut VDEh (2018): Abwärmenutzungspotenziale in Anlagen integrierter Hüttenwerke der Stahlindustrie. Herausgegeben vom Umweltbundesamt, TEXTE 07/2019. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-01-21_texte_07-2019_abwaermenutzungspotenziale-huettenwerke.pdf
- Statista (2020): Entwicklung der Pro-Kopf-CO₂-Emissionen in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2019. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153528/umfrage/co2-ausstoss-je-einwohner-in-deutschland-seit-1990/>
- Statista (2021a): Typische Lebensdauer von Autos in Deutschland nach Automarken (Stand: 2014). <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/316498/umfrage/lebensdauer-von-autos-deutschland/>
- Statista (2021b): Anzahl der Personenkraftwagen in Deutschland in den Jahren 1913 bis 2010. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1156096/umfrage/personenkraftwagen-in-deutschland/>

- Statistisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (o.J.): Flächenergebung nach Art der tatsächlichen Nutzung. <https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online?operation=themes&levelindex=0&levelid=1613052172481&code=33#abreadcrumb>
- Straßen.NRW (o.J.): Radschnellwege in NRW: Das Konzept. <https://www.strassen.nrw.de/de/projekte/radwege/radschnellwege/das-konzept.html>
- Straßenbahnmagazin (2012): Essen-Mülheims Linie 104: Kaputtgespart? <https://strassenbahn-magazin.de/leseprobe/essen-muelheims-linie-104-kaputtgespart>
- Süddeutsche Zeitung (2019): Artensterben und Klimawandel sind Zwillingskrisen. Artikel vom 10.05.2019. <https://www.sueddeutsche.de/wissen/klimawandel-artensterben-umweltschutz-1.4435719>
- Süddeutsche Zeitung (2021a): Naturschützer zu Emscher-Umbau; „Ein echter Gewinn“. Artikel vom 21.03.2021. <https://www.sueddeutsche.de/wissen/umwelt-essen-naturschuetzer-zu-emscher-umbau-ein-echter-gewinn-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-210321-99-907790>
- Süddeutsche Zeitung (2021b): Bürgermeisterwahl: Grünes Zagreb. Artikel vom 29.5.2021. <https://www.sueddeutsche.de/politik/zagreb-buergermeister-tomasevic-1.5306451>
- Sustainlabour in collaboration with Fundación Biodiversidad (2012): Green jobs for Sustainable Development. A case study of Spain, Madrid: Paralelo Edición. https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/Green_Jobs_for_Sustainable_Development_A_Case_Study_of_Spain_ILO.pdf
- Tagesschau (2020): E-Bike-Boom in Deutschland. Beitrag vom 28.09.2020. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/e-bikes-in-deutschland-101.html>
- Tagesschau (2021a): Förderprogramm angekündigt: Auf dem Weg zu grünem Stahl. Beitrag vom 03.05.2021. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/stahlindustrie-wasserstoff-klimaschutz-101.html>
- Tagesschau (2021b): MOSAIC-Expedition: Schlechte Nachrichten aus der Arktis. Beitrag vom 15.06.2021. <https://www.tagesschau.de/ausland/arktisexpedition-mosaic-polarstern-101.html>
- Tagesschau (2021c): Klimaklage gegen Shell – Ein Urteil wie ein „Paukenschlag“. Beitrag vom 26.05.2021. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/klimaschutz-shell-prozess-101.html>
- Tagesschau (2021d): Klimaschutzgesetz in Teile verfassungswidrig. Beitrag vom 20.04.2021. <https://www.tagesschau.de/inland/klimaschutzgesetz-bundesverfassungsgericht-101.html>
- TASPO (2020): Wien macht Fassadenbegrünung bei Neubauten zur Pflicht. <https://taspo.de/wirtschaft-und-politik/wien-macht-fassadenbegruenung-bei-neubauten-zur-pflicht/>
- Tebert, Christian (2018): Stickstoffdioxid-Emissionen aus Kohlekraftwerken, Minderungspotenzial auf Basis von Messdaten der Jahre 2016 und 2017, Gutachten. https://www.klima-allianz.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Bilder/Content/Mitglieder/Dokumente/Studie_ÖKOPOL_NOx-aus-Kohlekraftwerken.pdf
- tfgm – Transport for Greater Manchester (2017): Greater Manchester: Doing things differently – Greater Manchester Transport Strategy 2040. 2. Auflage Januar 2021. https://assets.ctfassets.net/nv7y93idf4jq/01xbKQONWoZYLzYvcj1z7c/4b6804acd572food8d728194ef62bb89/Greater_Manchester_Transport_Strategy_2040_final.pdf
- The Climate Pledge (o.J.): 106 Unterzeichner. Diese Unternehmen und Organisationen haben sich verpflichtet, bis 2040 CO₂-neutral zu arbeiten. <https://www.theclimatepledge.com/de/de/Signatories>
- Thiede, Inga (2020): Verzweifelter Kampf: Das Sterben der Innenstädte. Beitrag auf plusminus vom 29.10.2020. <https://www.daserste.de/information/wirtschaft-boerse/plusminus/sendung/plusminus-corona-innenstadt-100.html>

- thyssenkrupp (o.J.a): Klimastrategie und Klimaziele. <https://www.thyssenkrupp.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie-und-klimaziele>
- thyssenkrupp (o.J.b): Mit Wasserstoff zur klimaneutralen Stahlproduktion. <https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie/>
- thyssenkrupp (2021): Effizienzsteigerung: thyssenkrupp nimmt innovative SIP-Hochofentechnologie in Betrieb. <https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/newsroom/pressemitteilungen/effizienzsteigerung-thyssenkrupp-nimmt-innovative-sip-hochofentechnologie-in-betrieb.html>
- Tiedt, Michael (2009): Grafiken zur Entwicklung der Zahl und Größe der Zechen. <http://www.ruhrkohlenrevier.de/histozechen.html>
- Transbay Joint Powers Authority (2021): Salesforce Park. <https://salesforcetransit-center.com/salesforce-park/>
- Tredje Natur (2021): The first climate district. <https://www.tredjenatur.dk/en/portfolio/the-first-climate-district/>
- Treepedia (2021): Green View Index. <http://senseable.mit.edu/treepedia>
- TU Dresden – Technische Universität Dresden (o.J.): Mobilität in Städten – SrV 2003. Dresden.
- TU Dresden – Technische Universität Dresden (2010): Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2008“ – Städtevergleich. Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Dresden.
- TU Dresden – Technische Universität Dresden (2020): Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2018“. AutorInnen: Regine Gerike, Stefan Hubrich, Frank Ließke, Sebastian Wittig, Rico Wittwer. Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Dresden. https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/ressourcen/dateien/SrV2018_Staedtevergleich.pdf?lang=de
- UBA – Umweltbundesamt (2008): Kipp-Punkte im Klimasystem. Welche Gefahren drohen? <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3283.pdf>
- UBA – Umweltbundesamt (2011): Umweltbundesamt: Der Himmel über der Ruhr ist wieder blau! <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/umweltbundesamt-der-himmel-ueber-der-ruhr-ist>
- UBA – Umweltbundesamt (2013): Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgasneutrales-deutschland-im-jahr-2050-0>
- UBA – Umweltbundesamt (2015): Monitoringbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Dessau. <https://www.umweltbundesamt.de/monitoringbericht-2015-startseite>
- UBA – Umweltbundesamt (2016): DynAKlim – Dynamische Anpassung regionaler Planungs- und Entwicklungsprozesse an die Auswirkungen des Klimawandels in der Emscherlippe-Region (Nördliches Ruhrgebiet). <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/projekt-katalog/dynaklim-dynamische-anpassung-regionaler-planungs>
- UBA – Umweltbundesamt (2017a): Die Stadt für Morgen: umweltfreundlich mobil, lärmarm, grün, kompakt, durchmischt. Veranstaltungsdokumentation des UBA Forum vom 30./31. März 2017. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/ubaforum_doku_satz_v7_170829_bf.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2017b): Ökologischer Zustand der Fließgewässer. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/oekologischer-zustand-der-fliessgewaesser#oekologischer-zustand-der-flusse-und-bache>
- UBA – Umweltbundesamt (2017c): Flächensparende Straßennetzgestaltung. UBA-Texte 74/2017. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-08-28_texte_74-2017_flaechensparende-strassennetzgestaltung.pdf

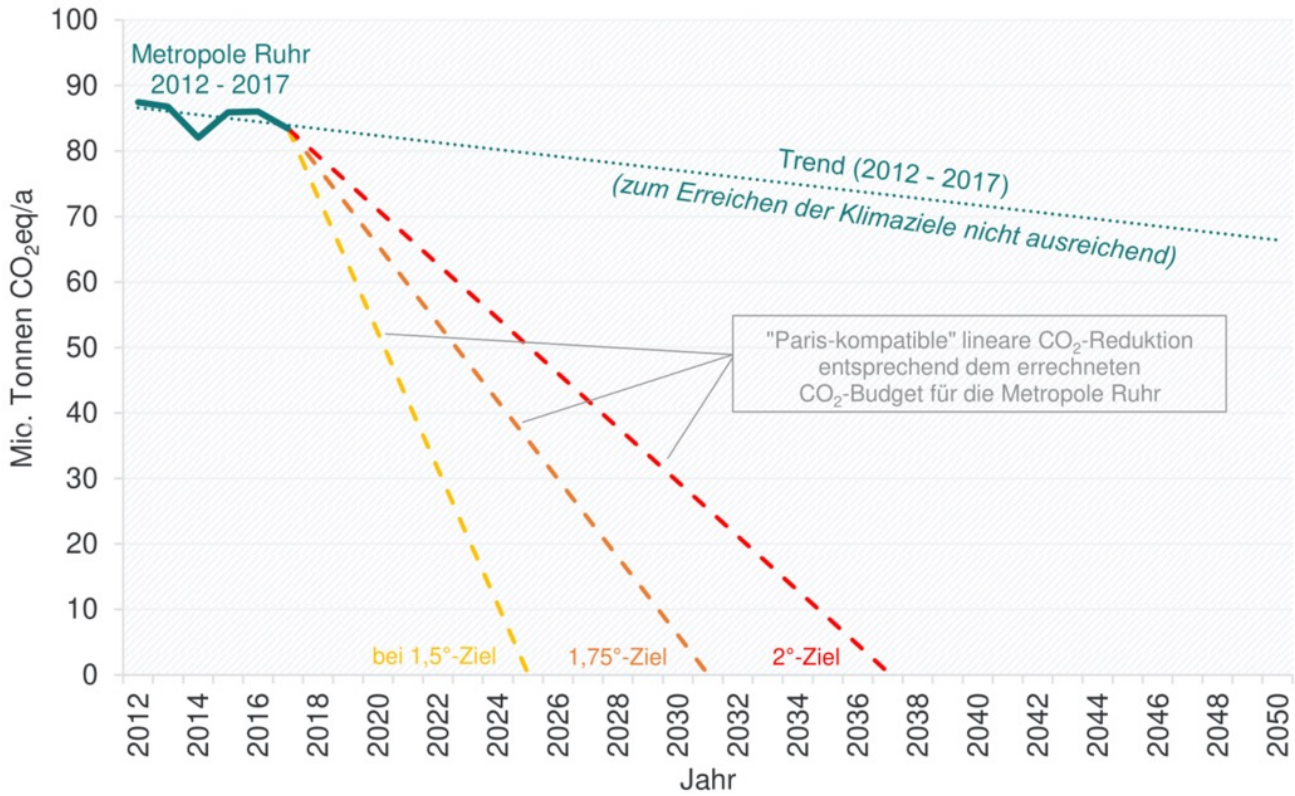
- UBA – Umweltbundesamt (2017d): Straßen und Plätze neu denken. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/180109_uba_broschuere_strassen_und_plaetze_neu_denken.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2018a): Quantifizierung von umweltbedingten Krankheitslasten aufgrund der Stickstoffdioxid-Exposition in Deutschland. Umwelt & Gesundheit 01/2018. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/abschlussbericht_no2_krankheitslast_final_2018_03_05.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2018b): Siedlungs- und Verkehrsfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. Dessau. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#textpart-1>
- UBA – Umweltbundesamt (2019a): Lärmaktionsplanung. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/umgebungs-laermrichtlinie/laermaktionsplanung>
- UBA – Umweltbundesamt (2019b): Renaturierungsmaßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands. <https://www.umweltbundesamt.de/renaturierungsmassnahmen-zur-verbesserung-des?sprungmarke=durchgaengigkeit#massnahmen-zur-renaturierung-von-fliessgewassern->
- UBA – Umweltbundesamt (2020a): Weltweite Temperaturen und Extremwetterereignisse seit 2010. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/weltweite-temperaturen-extremwetterereignisse-seit#Chronik>
- UBA – Umweltbundesamt (2020b): Stickstoffdioxid-Belastung. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/stickstoffdioxid-belastung#belastung-durch-stickstoffdioxid>
- UBA – Umweltbundesamt (2020c): Stickstoff-Emissionen – Entwicklung seit 1990. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland/stickstoffoxid-emissionen#entwicklung-seit-1990>
- UBA – Umweltbundesamt (2020d): Emissionen von Wärmekraftwerken und anderen Verbrennungsanlagen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/emissionen-von-waermekraftwerken-anderen#umweltbelastende-emissionen-aus-waermekraftwerken-und-anderen-verbrennungsanlagen->
- UBA – Umweltbundesamt (2020e): Luftqualität 2019: NO₂-Rückgang setzt sich fort. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/luftqualitaet-2019-no2-rueckgang-setzt-sich-fort>
- UBA – Umweltbundesamt (2020f): Unsere Bäche und Flüsse, renaturieren-entwickeln-naturnah unterhalten. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/unserefluesse_online_04e.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2020g): Pflanzenschutzmittel in der Umwelt. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/chemikalien/pflanzenschutzmittel-in-der-umwelt#zahl-der-wirkstoffe-in-pflanzenschutzmitteln>
- UBA – Umweltbundesamt (2020h): Chemische Qualitätsanforderungen und Bewertung. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/fluesse/ueberwachung-bewertung/chemisch#chemische-bewertungssysteme>
- UBA – Umweltbundesamt (2021a): Carbon Capture and Storage. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage#grundlegende-informationen>
- UBA – Umweltbundesamt (2021b): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung>
- UBA – Umweltbundesamt (2021c): Planspiel Flächenhandel. <https://www.umweltbundesamt.de/flaechenhandel-das-planspiel>
- UN – United Nations (o.J.): Make the SDGs a Reality. <https://sdgs.un.org>
- UN – United Nations (2015a): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. <https://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>
- UN – United Nations (2015b): Paris Agreement. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

- VCI – Verband der chemischen Industrie e.V. (2016): Den Industrie- und Chemiestandort Deutschland sichern. Industriepolitische Standpunkte des VCI. https://www.bayerische-chemieverbaende.de/wp-content/uploads/2016/09/broschuere_industrie-und-chemiestandort-d-sichern.pdf
- VDV – Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (2019): Freifahrt oder 365-Euro-Tickets: Kosten und Wirkung für die Verkehrswende. <https://www.vdv.de/positionspapier-freifahrt-und-365-euro-ticket-vdv.pdf>
- VRS – Verkehrsverbund Rhein-Sieg (2020): Fußverkehrs Checks NRW 2020: Corona-Pandemie verstärkt den Wunsch nach mehr Platz für Fußverkehr. <https://www.vrs.de/presse/artikel/fussverkehrs-checks-nrw-2020-corona-pandemie-verstaerkt-den-wunsch-nach-mehr-platz-fuer-fussverkehr>
- WAZ (2015): Mülheim lässt die Straßenbahn 110 ausrollen. Artikel vom 4.10.2015 von Frank-Rainer Hesselmann. <https://www.waz.de/staedte/muelheim/muelheim-laesst-die-strassenbahn-110-ausrollen-id11155091.html>
- WAZ (2021): Ruhrbahn stellt Busflotte bis 2033 auf Wasserstoff um. Beitrag vom 29.03.2021. <https://www.waz.de/staedte/muelheim/ruhrbahn-stellt-busflotte-bis-2033-auf-wasserstoff-um-id231910017.html>
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2009): Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz. Berlin. <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/kassensturz-fuer-den-weltklimavertrag-der-budgetansatz>
- WDR – Westdeutscher Rundfunk (2020a): Lehren aus Sturm "Ela": Starke Bäume für Essen. <https://www1.wdr.de/nachrichten/ruhrgebiet/starke-baeume-in-essen-geplant-100.html>
- WDR – Westdeutscher Rundfunk (2020b): Duisburg: Erster Wasserstoff-Müllwagen fährt ab Januar. Beitrag vom 03.12.2020. <https://www1.wdr.de/nachrichten/ruhrgebiet/erster-muellwagen-mit-wasserstoff-antrieb-100.html>
- WDR – Westdeutscher Rundfunk (2020c): ÖPNV-Abgabe: Grüne wollen das Bürgerticket. <https://www1.wdr.de/nachrichten/landespolitik/gruene-antrag-buergerticket-nahverkehr-100.html>
- WDR – Westdeutscher Rundfunk (2021): Duisburg: Der Weg zum klimaneutralen Wasserstoff. Beitrag vom 28.04.2021. <https://www1.wdr.de/nachrichten/ruhrgebiet/wasserstoff-klimaziele-duisburg-100.html>
- Wermuth, Manfred (2016): Personenwirtschaftsverkehr: Die empirische Analyse eines unterschätzten Teils des Straßenverkehrs. In: Schwedes, Oliver; Canzler, Weert; Knie, Andreas (Hrsg.) (2016): Handbuch Verkehrspolitik, S. 295-322, 2. Auflage, Springer VS, Wiesbaden.
- WHO – World Health Organization (2009): Night Noise Guidelines for Europe. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf
- WHO – World Health Organisation (2016): Urban green spaces and health. A review of evidence. Copenhagen. https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/321971/Urban-green-spaces-and-health-review-evidence.pdf
- WHO – World Health Organisation (2017): Urban green spaces: A brief for action. Copenhagen. https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/342289/Urban-Green-Spaces_EN_WHO_web3.pdf%3Fua=1%20S.%2011
- WHO – World Health Organization (2018a): Gesundheit als Menschenrecht. <https://www.euro.who.int/de/about-us/partners/news/news/2018/12/health-is-a-human-right>
- WHO – World Health Organization (2018b): Ambient (outdoor) air pollution. [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- WHO Regionalbüro für Europa (2013): Wie sich Hitze auf die Gesundheit auswirkt. <https://www.euro.who.int/de/health-topics/noncommunicable-diseases/cardiovascular-diseases/news/news/2013/07/how-hot-weather-affects-health>

- WHO Regionalbüro für Europa (2018): Leitlinien für Umgebungslärm. Kopenhagen. <https://www.euro.who.int/de/publications/abstracts/environmental-noise-guide-lines-for-the-european-region-2018>
- Wuppertal Institut (2013a): Metropole Ruhr – Grüne Hauptstadt Europas. Auswertung und Aufbereitung der Sachinformationen (Daten) für die Bewerbung der Metropole Ruhr um die EU-Auszeichnung „Grüne Hauptstadt Europas / European Green Capital“: Antworten zum EU-Fragenkatalog 2012. Mit Planungsbüro Richter-Richard und Regionalverband Ruhr. Wuppertal. http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Metropole_Ruhr_Endbericht.pdf
- Wuppertal Institut (Hrsg.) (2013b): Emscher 3.0: Von Grau zu Blau – oder wie der blaue Himmel über der Ruhr in die Emscher fiel. Verlag Kettler. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4818/file/4818_Emscher_3.pdf
- Wuppertal Institut (2016): Nahmobilität. In: Wuppertal Institut (Hrsg.) (2016): Systematische Analyse ausgewählter Handlungsfelder und Identifikation konkreter Strategieelemente, S. 101-108. Wuppertal. https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/NHS_NRW_AP4-1_Strategieelemente.pdf
- Wuppertal Institut (2020a): CO₂ neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5°-C-Grenze. https://epub.wupperinst.org/files/7606/7606_CO2-neutral_2035.pdf
- Wuppertal Institut (2020b): Integrierte Klima-Industriepolitik als Kernstück des europäischen Green Deal. Wuppertaler Impulse zur Nachhaltigkeit, In brief 09/2020. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7482/file/7482_Klima-Industriepolitik.pdf
- Wuppertal Institut (2021): Stellungnahme des Wuppertal Instituts für den Ausschuss für Heimat, Kommunales, Bauen und Wohnen. April 2021. <https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST17-3862.pdf>
- Wuppertaler Stadtwerke (2021): Mit Wasserstoff durchs ganze Tal. <https://www.wsw-online.de/wsw-mobil/mehr-service/aktuelles/wasserstoffbusse/>
- ZDF (2019): „Alles hängt mit allem zusammen“ – 250 Jahre Alexander von Humboldt. Medienbeitrag vom 14.09.2019. <https://www.zdf.de/nachrichten/heute/reisejahre-250-jahre-alexander-von-humboldt-neu-100.html>
- Zeit online (2021): Umweltschutz – Tag der Abrechnung. Artikel von Heike Buchter vom 27.05.2021. <https://www.zeit.de/wirtschaft/2021-05/big-oil-exxonmobil-oelkonzern-umweltschutz-aufsichtsrat-investor>
- ZENIT GmbH – Zentrum für Innovation und Technik in NRW (2021): Ruhrgebiet bei Wasserstoff „Spitze“ in Deutschland: ZENIT berät KMU. Beitrag vom 29.01.2021. <https://www.zenit.de/ruhrgebiet-bei-wasserstoff-spitze-in-deutschland-zenit-beraet-kmu/>

8 Anhang

8.1 Anhang zum Indikator „Treibhausgasemissionen“



Ziele der Emissionsminderung – verbleibendes CO₂-Budget für die Metropole Ruhr (angelehnt an die Temperaturziele des Pariser Klimaschutzabkommens). © RVR 3 von 4

Quelle der Abbildung: RVR – Regionalverband Ruhr (o.J.): Energie- und Treibhausgas (THG)-Bilanzen. <https://www.rvr.ruhr/themen/oekologie-umwelt/treibhausgas-bilanz/>

Abbildung 8-1: Ziele der Emissionsminderung – verbleibendes CO₂-Budet für die Metropole Ruhr (angelehnt an die Temperaturziele des Pariser Klimaschutzabkommens)

8.2 Anhang zum Indikator „Modal Split“

Regionales Radwegenetz

- Beschluss VV 28.06.2019, Drucksache 13/1399 -

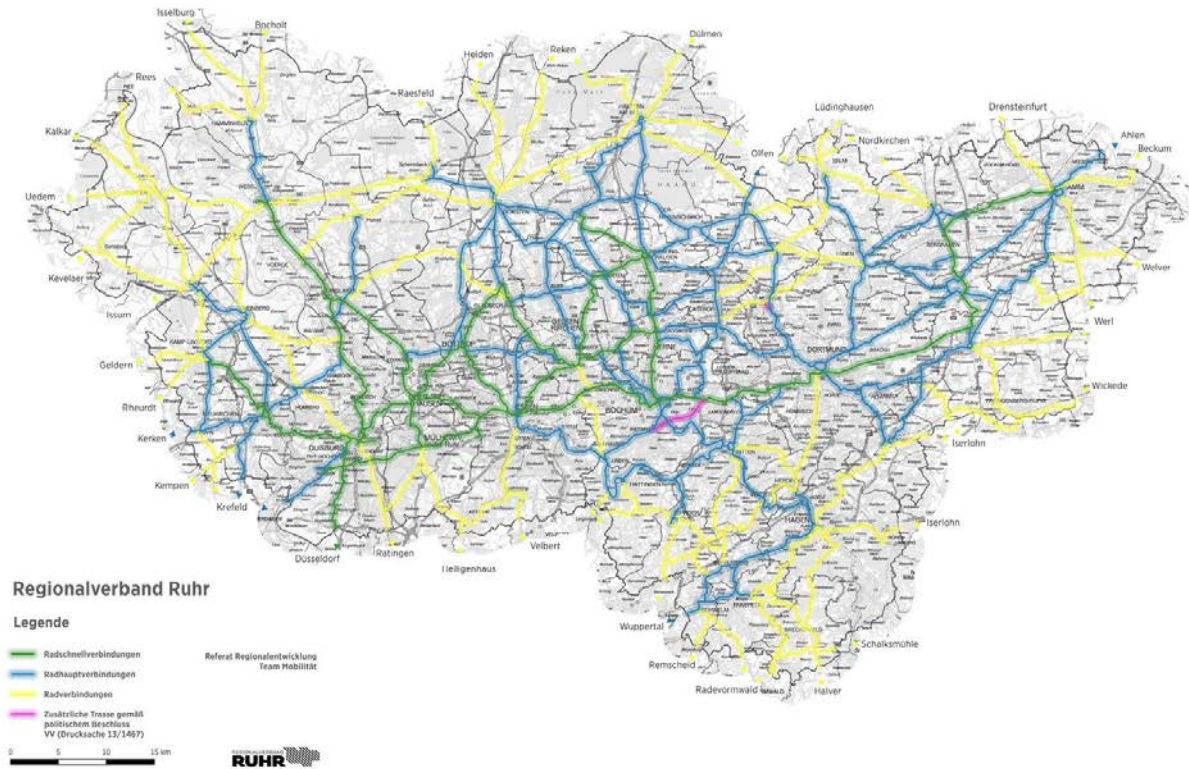


Abbildung des RVR, Stand Juli 2019

Quelle: Webseite „Regionales Radwegenetz“ <https://www.rvr.ruhr/themen/mobilitaet/bedarfsplan-radwegenetz/>

Abbildung 8-2: Vom Regionalverband Ruhr (RVR) geplantes Regionales Radwegenetz

8.3 Anhang zum Indikator „Ökologischer und chemischer Zustand der Fließgewässer“

Zur Umsetzung der EG-WRRL mit dem Ziel des Erreichens des guten ökologischen Zustands für natürliche Wasserkörper oder des guten ökologischen Potenzials für erheblich veränderte oder künstliche Wasserkörper können bei der Europäischen Kommission Fristverlängerungen über das Jahr 2027 hinaus beantragt werden.

Eine Überschreitung der Frist ist nur dann möglich, wenn alle notwendigen Maßnahmen ergriffen wurden und lediglich die natürlichen Gegebenheiten zu einer Verzögerung der Fristerreicherung führen. Bei den zulässigen Gründen werden drei Fälle unterschieden. Fristverlängerungen sind demnach möglich, wenn

- die notwendigen Verbesserungen des Gewässerzustands aufgrund natürlicher Gegebenheiten nicht fristgerecht erreicht werden können,
- die vorgesehenen Maßnahmen nur schrittweise in einem längeren Zeitraum technisch durchführbar sind oder
- die Einhaltung der Frist mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand und unverhältnismäßigen Kosten verbunden wäre.

Zusätzlich werden von der Europäischen Kommission begründete Ausnahmen akzeptiert, wenn trotz Fristverlängerung kein guter/s Zustand/Potenzial des Gewässers erreicht werden kann. Für solche Fälle besteht die Möglichkeit, weniger strenge Bewirtschaftungsziele festzulegen oder Ausnahmen von den Bewirtschaftungszielen in Anspruch zu nehmen (MULNV NRW 2020, Planungssteckbriefe Emscher, S. 99ff). Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die in den jeweiligen Planungseinheitensteckbriefen vorgesehenen Fristverlängerungen für einzelne Wasserkörper zum Entwurf des dritten Bewirtschaftungsplans für NRW 2022-2027 über diesen Zeitraum hinaus.

Für die Wiederherstellung des guten ökologischen Potenzials als auch für den guten chemischen Zustand (ohne ubiquitäre Stoffe) in der Emscher, Lippe und Ruhr gibt es bereits Teilabschnitte von Fließgewässerkörpern, für die keine Fristverlängerung vorgesehen ist und die bis zum Jahr 2021 den guten Zustand erreicht haben, wie z.B. in der Planungseinheit der unteren Ruhr beim Deilbach oder der Elspe (natural water bodies, NWB) (MUNLV 2020, Planungseinheitensteckbriefe Ruhr, S. 270 ff).

Fluss	Planungseinheit/ Wasserkörper	Vorgesehene Fristverlängerungen		Gründe für Fristverlängerungen
		Chemischer Zustand	Ökologischer Zustand/ Ökologisches Potenzial	
Emscher	Ost - Wasserkörper (WK) Dortmund bis Holzwickede HMWB ¹¹⁴	Jahr 2039	Jahr 2039	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
	Ost - WK Dinslaken-Stapp bis Dortmund-Mengede HMWB	Jahr 2039	Jahr 2045	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
Lippe	Wesel-Dorsten – WK Lippemdg. bis Einmdg. Hammbach NWB	Jahr 2039	Jahr 2033	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
	Dorsten-Lünen – WK Einmdg. Hammbach bis östl. v. Dorsten HMWB	Jahr 2033	Jahr 2045	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
	Lünen-Lippborg – WK Lippe südl. v. Alstedde bis Einmdg. Lausbach Stockum NWB	Jahr 2033	Jahr 2039	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
Ruhr	Untere Ruhr – WK Duisburg bis Kettwig HMWB	Jahr 2039	Jahr 2033	Unverhältnismäßige Kosten
	WK Kettwig bis Kupferdreh HMWB	Jahr 2033	Jahr 2033	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
	WK Hattingen Niederwienigern bis Hattingen-Baak NWB	Jahr 2039	Jahr 2039	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
	WK Hattingen-Baak bis Witten-Gedern HMWB	2021 guter Zustand erreicht	Jahr 2039	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
	WK Witten-Gedern bis Wasserwerk Volmarstein HMWB	Jahr 2033	Jahr 2039	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
	WK Wasserwerk Volmarstein bis Eisenbahnbrücke Wandhofen HMWB	Jahr 2039	Jahr 2039	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
	Mittlere Ruhr – WK Eisenbahnbrücke Wandhofen bis Wehr Villigst NWB	2021 guter Zustand erreicht	Jahr 2039	Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit
	WK Wehr Villigst bis Haus Füchten HMBW	Jahr 2039	Jahr 2033	Verzögerung bei der Wiederherstellung der Wasserqualität, Unverhältnismäßige Kosten und Probleme bei der technischen Durchführbarkeit

Tabelle 8-1: Vorgesehene Fristverlängerungen zum Erreichen des guten chemischen und ökologischen Zustands/Potenzials in den Planungseinheiten der Fließgewässer in der Metropole Ruhr gegenüber den möglichen Nachfristen der Jahre 2021 und 2027

¹¹⁴ HMWB = Heavy modified water body – erheblich veränderte Gewässer, AWB = artificial water body – künstliche Gewässer, NWB = natural water body

Endnoten

ⁱ Beim UN-Klimagipfel in Paris 2015 haben 195 Staaten ein neues Abkommen gegen die Erderwärmung beschlossen und im Nachlauf ratifiziert. Dabei setzen sich die Staaten das Ziel, die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf ‚weit unter‘ zwei Grad Celsius zu beschränken. Es sollen zusätzliche Anstrengungen unternommen werden, den Temperaturanstieg bereits bei 1,5 Grad zu stoppen“ (UN 2015b).

ⁱⁱ Vgl. hierzu IPCC 2018

ⁱⁱⁱ Im Dezember 2020 wurde das EU-Klimaziel zur Reduzierung der Treibhausgase für das Jahr 2030 von 40% auf 55% gegenüber dem Basisjahr 1990 verschärft, worauf sich auch die Mitgliedsstaaten mit EU-Parlament im April 2021 geeinigt haben. Das EU-Parlament hatte zuvor eine noch ambitioniertere Reduzierung um 60% bis 2030 gefordert (Aktuelles Europäisches Parlament 2020). Bis zum Jahr 2050 soll die EU komplett klimaneutral werden (Europäische Kommission 2020).

^{iv} Am 12. Mai 2021 hat die Bundesregierung den Entwurf für die Änderung des Bundesklimaschutzgesetzes vorgelegt (BMU 2021a), als Reaktion auf das erhöhte EU-Klimaziel 2030 und das Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 24.3.2021. Das Bundesverfassungsgerichts hat geurteilt, dass im ersten Bundesklimaschutzgesetz aus dem Jahr 2019 ausreichende Vorgaben für die Emissionsminderung ab dem Jahr 2031 fehlen und die dann noch bestehende radikale Reduktionslast die Freiheitsrechte nachfolgender Generationen verletze (Bundesverfassungsgericht 2021; Tagesschau 2021d). Der Gesetzentwurf sieht vor, dass das CO_{2eq}-Minderungsziel für das Jahr 2030 von -55% auf -65% gegenüber 1990 verschärft wird. Umweltschutzverbände hatten eine Reduzierung von mindestens -70% gefordert (Klima-Allianz Deutschland 2021). Bis zum Jahr 2040 sollen die Emissionsreduktionen auf -88% erhöht werden (vorher: -70%). Treibhausgasneutralität soll bis zum Jahr 2045 erreicht werden (bisher: bis zum Jahr 2050) (Bundesregierung 2021). Die Novelle des Klimaschutzgesetzes wurde am 24.6.2021 vom Bundestag beschlossen (BMU 2021b) und einen Tag später vom Bundesrat gebilligt (Bundesrat 2021).

^v Am 1.7.2021 hat das NRW-Landeskabinett die Verschärfung der Zielwerte zur Reduzierung der THG-Emissionen des NRW-Klimaschutzgesetzes vom 7.2.2013 beschlossen, womit NRW die THG-Einsparungsziele der Bundesregierung übernimmt, einschließlich des um fünf Jahre vorgezogenen Ziels der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 statt 2050. Zudem wurden im Gesetz Zwischenziele für die Jahre 2030 und 2040 ergänzt (MWIDE NRW 2020a & 2021). In einem früheren Gesetzesentwurf vom 21.12.2020 waren zunächst weniger ambitionierte Ziele zur Reduzierung der THG-Emissionen vorgesehen gewesen (MWIDE NRW 2020a). Neben dem verschärften NRW-Klimaschutzgesetz wurde gleichzeitig erstmals ein NRW-Klimaanpassungsgesetz (KIAnG) verabschiedet (Landtag NRW 2021).

^{vi} Klima-Bündnis o.J.a

^{vii} Zielsetzung der Stadt Essen aus der Bewerbung um den Titel der Europäischen Kommission als „Grüne Hauptstadt Europas 2017“, vgl. Stadt Essen 2014a, S. 10.

^{viii} Zielvorschlag des Wuppertal Instituts (RVR geplante Veröffentlichung 2021). Ziel-Vorschlag für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen (absolut) in der Metropole Ruhr in Anlehnung an die 1,5 °C Studie des Wuppertal Instituts und langfristig an die gesetzlich verankerten Ziele des Landes NRW im Klimaschutzgesetz NRW bzw. dem Entwurf zu dessen Novellierung. Die 1,5° C Studie des Wuppertal Instituts schlägt vor, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr

2025 um 60% und bis zum Jahr 2035 um 85% im Vergleich zu 1990 zu senken (Wuppertal Institut 2020a).

In der beabsichtigten Regionalbewerbung der Metropole Ruhr zur Grünen Hauptstadt Europas hat sich das Ruhrgebiet 2012, also vor der Verabschiedung des Klimaschutzgesetzes NRW am 23. Januar 2013, in Anlehnung an das Bundesziel das Ziel gesetzt, die CO₂-Emissionen bis 2020 um 40% zu reduzieren, bis 2035 um 65% und bis 2050 um 80-95% gegenüber 1990 (Wuppertal Institut 2013a, S. 19).

Der Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die pro-Kopf-CO_{2eq}-Emissionen im Ruhrgebiet basiert auf den Zielen des Klimabündnisses, die Treibhausgasemissionen auf 2,5 Tonnen CO_{2eq} pro EinwohnerIn pro Jahr zu reduzieren (ohne Zieljahr). Als Zieljahr für das 2,5 Tonnen-Ziel schlägt das Wuppertal Institut in Anlehnung an die 1,5 °C Studie des Wuppertal Instituts (Wuppertal Institut 2020a) das Jahr 2035 vor. Als Zwischenziel werden 5 Tonnen CO_{2eq} pro Kopf bis zum Jahr 2030 vorgeschlagen. Das Zieljahr 2030 ist aus zwei verschiedenen Zielen abgeleitet. Zum einen aus den Minderungszielen für die absoluten CO_{2eq} Emissionen der Bundesregierung (-65% bis 2030) und der Stadt Essen (-55% bis 2030). Zum anderen aus dem Ziel des Klima-Bündnisses, die CO_{2eq} Emissionen pro Kopf bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 1990 um 50% zu senken (Klima-Bündnis o.J.a). Für das Jahr 2045 wird vorgeschlagen, dass die Treibhausgasemissionen bei unter einer Tonne CO_{2eq} pro Kopf liegen sollten. Dies ist abgeleitet aus dem Budgetansatz des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) und den verschärften Klimaschutzzielen der Bundesregierung und Landesregierung NRW (Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 statt 2050). In der WBGU-Studie wird angegeben, welche Gesamtemissionen für die Einhaltung des 2-Grad-Ziels bis zum Jahr 2050 pro Kopf in den verschiedenen Ländern und im Zeitverlauf bis 2050 noch emittiert werden dürfen. Bis zum Jahr 2050 sollten die Emissionen bei etwa 1 Tonne CO₂ pro Kopf liegen (WBGU 2009, S. 3). Auch im „Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050“ wird als Zielwert für das Jahr 2050 eine Tonne Treibhausgase pro Kopf genannt (Prognos, Öko-Institut e.V. 2009, S. 1), ebenso wie vom Umweltbundesamt in der Studie „Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050“ (UBA 2013, S. 27).

^{ix} Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019): Europäische Energiepolitik. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/europaeische-energiepolitik.html>.

^x Bundesregierung (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. http://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/_Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf?__blob=publicationFile&v=5, Seite 4.

^{xi} Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts: Anlehnung der Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in der Metropole Ruhr an die Erneuerbare-Energien-Ziele der Bundesregierung von 2010 für das Jahr 2050. Da der derzeitige Anteil der erneuerbaren Energien am Nettoenergieverbrauch in der Metropole Ruhr mit ca. 2,7% (Bezugsjahr 2017) wesentlich geringer ist als auf Bundesebene (15,9%), wird kein kurzfristiger Zielwert vorgeschlagen. Als Zwischenziel für das Jahr 2030 wird ein Wert von 21% vorgeschlagen. Für das Jahr 2040 wird ein Zielwert von 40% empfohlen. Das sind die Zwischenwerte, die bei einer linearen Erhöhung auf 60% im Jahr 2050 ausgehend vom Wert für 2017 entstehen. Da momentan für die Metropole Ruhr der Endenergieverbrauch ohne Leitungsverluste und Eigenverbrauch der Kraftwerke erhoben wird, werden die Ziele nicht wie auf anderen Ebenen auf den Bruttoendenergieverbrauch bezogen, sondern auf den Nettoendenergieverbrauch. Der Unterschied zwischen Brutto- und Endenergieverbrauch ist vernachlässigbar gering (3 Prozent in 2010, vgl. RVR geplante Veröffentlichung 2021, Indikator „Erneuerbare Energien“).

^{xii} Beim Endenergieverbrauch (netto) werden Leitungsverluste und der Eigenverbrauch der Kraftwerke im Strom und Wärmebereich nicht mit eingerechnet.

^{xiii} GERTEC/RVR (2019/20): Metropole Ruhr – Endenergieverbrauch gesamt nach Energieträgern in 2012 und 2017 (unveröffentlichte Daten).

^{xiv} Vgl. Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien, Statistik (AGEE Stat) (2020): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland.

<https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2018.html>.