

TEXTE

17/2024

Teilbericht

# Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel

Konzeptionelle Ansätze des Strukturwandels und  
Herausforderungen für sozial-ökologische  
Transformationen in den drei Braunkohlerevieren

von:

Jan Hendrik Trapp, Robert Riechel  
Deutsches Institut für Urbanistik (Difu), Berlin

Claus Barthel, Christoph Zeiss  
Wuppertal Institut (WI), Wuppertal

Markus Gräbner, Jörg Walther  
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), Cottbus

Unter Mitarbeit von Aissa Rechlin  
Ecologic Institut, Berlin

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt



TEXTE 17/2024

REFOPLAN des Bundesministeriums Umwelt,  
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3721 15 101 0

FB001386

Teilbericht

# **Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel**

Konzeptionelle Ansätze des Strukturwandels und  
Herausforderungen für sozial-ökologische  
Transformationen in den drei Braunkohlerevieren

von

Jan Hendrik Trapp, Robert Riechel  
Deutsches Institut für Urbanistik (Difu), Berlin

Claus Barthel, Christoph Zeiss  
Wuppertal Institut (WI), Wuppertal

Markus Gräbner, Jörg Walther  
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-  
Senftenberg (BTU), Cottbus

Unter Mitarbeit von Aissa Rechlin  
Ecologic Institut, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
buergerservice@uba.de  
Internet: www.umweltbundesamt.de

### **Durchführung der Studie:**

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH  
Zimmerstr. 13-15  
10969 Berlin

### **Abschlussdatum:**

Oktober 2022

### **Redaktion:**

Fachgebiet I 2.5 Nachhaltige Raumentwicklung, Umweltprüfungen  
Ulrike von Schlippenbach

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Februar 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen\*Autoren.

### **Kurzbeschreibung: Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel**

Angesichts der ökologischen Herausforderungen stellt sich die dringende Frage, wie mit dem Ausstieg aus der Förderung und Verstromung von Braunkohle eingeleitete Strukturwandelprozesse in den Revieren gezielt genutzt werden können, diese im Sinne einer sozial-ökologischen Transformation nachhaltig zu entwickeln. Die Auseinandersetzung mit den drei Revieren (Mitteldeutsches, Rheinisches und Lausitzer Revier) und den dort verfolgten Ansätzen des Strukturwandels zeigt die Herausforderungen für eine auf sozial-ökologische Transformation hin ausgerichtete Raumentwicklung auf. Gerade mit Blick auf den Umgang mit und die Rolle von innovativen technischen Infrastrukturen besteht weithin Unklarheit. In den Revieren wird auf regionaler Ebene bisher für keinen Sektor konkrete Infrastrukturentwicklungen und -bedarfe abgeleitet. Infrastrukturen kommen in der Regel dann in die Diskussion und die konkrete Planung, wenn in Projekten wie z. B. der Errichtung von Industrieparks deren Ver- und Entsorgung herzustellen ist und wenn der Bau einer Infrastruktur Gegenstand eines Strukturwandelförderprojekts ist (vgl. z. B. Wasserstoffinfrastruktur).

### **Abstract: Transformation of regional infrastructures towards a socio-ecological structural change. Conceptual approaches to structural change and challenges for socio-ecological transformations in the three lignite-mining regions in Germany**

In view of the ecological challenges, the urgent question arises as to how the structural change processes initiated in the coalfields with the phase-out of lignite mining and electricity generation can be used in a targeted manner to develop them sustainably in the sense of a socio-ecological transformation. The analysis of the three mining districts (Central German, Rhenish and Lusatian mining districts) and the approaches to structural change pursued there shows the challenges for spatial development geared towards socio-ecological transformation. There is widespread uncertainty, particularly with regard to the handling and role of innovative technical infrastructures. To date, no specific infrastructure developments and requirements have been derived for any sector at regional level in the mining districts. As a rule, infrastructures come into the discussion and concrete planning when their supply and disposal is to be established in projects such as the construction of industrial parks and when the construction of an infrastructure is the subject of a project promoting structural change (cf. e.g. hydrogen infrastructure).

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
1 Einleitung.....	9
2 Methodisches Vorgehen .....	11
3 Transformationen in Bezug auf Infrastrukturen .....	13
4 Die drei Reviere – eine deskriptive Darstellung der Rechercheergebnisse .....	15
4.1 Lausitzer Revier .....	16
4.1.1 Leitthemen des Strukturwandels im Revier.....	17
4.1.2 Nachhaltigkeit im Strukturwandel des Lausitzer Reviers .....	18
4.1.3 Governance im Strukturwandel im Lausitzer Revier .....	18
4.1.4 Potentiale und besondere Merkmale des Lausitzer Reviers .....	19
4.2 Mitteldeutsches Revier .....	19
4.2.1 Leitbilder und Leitthemen des Strukturwandels im Revier .....	21
4.2.2 Bedeutung von Nachhaltigkeit im Strukturwandel und Berücksichtigung von Umweltaspekten.....	23
4.2.3 Infrastrukturen und Bedarfe im Revier.....	23
4.2.4 Governance des Strukturwandels.....	25
4.2.5 Potentiale und besondere Merkmale des Reviers.....	25
4.3 Rheinisches Revier .....	25
4.3.1 Leitbilder des Strukturwandels im Revier.....	26
4.3.2 Leitthemen im Revier.....	27
4.3.3 Bedeutung von Nachhaltigkeit im Strukturwandel und Berücksichtigung von Umweltaspekten.....	28
4.3.4 Infrastrukturen im Revier.....	29
4.3.5 Governance des Strukturwandels.....	30
4.3.6 Potentiale und besondere Merkmale des Reviers.....	31
5 Die drei Reviere im Vergleich – Gemeinsamkeiten und Unterschiede .....	32
6 Infrastrukturentwicklung und -bedarfe in den Revieren .....	34
7 Quellenverzeichnis .....	36
A Anhang: Übersicht der Interviews.....	39
B Anhang: Leitfaden Expert*innen-Interviews.....	40
C Anhang: Liste von innovativen gekoppelten Infrastrukturlösungen.....	42

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der geförderten Braunkohle sowie der Beschäftigten, Ost- und Westdeutschland 1950–2017.....	15
Abbildung 2:	Die Lausitz mit den noch aktiven Braunkohletagebauegebieten.....	16
Abbildung 3:	Revierkarte MIBRAG des Mitteldeutschen Reviers.....	20
Abbildung 4:	Das Rheinische Braunkohlerevier.....	26
Abbildung 5:	Verzahnung aller Akteurinnen und Akteure im Rheinischen Revier.....	31

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Das Mitteldeutsche Revier in Zahlen.....	21
------------	--	----

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
AP	Arbeitspaket
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWI	Bundesministerium für Wirtschaft
BTU	Brandenburgische Technische Universität, Cottbus-Senftenberg
Difu	Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, Berlin
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V., Berlin
EPH	European Prime Hospitality Group AG
HKW	HKW Heizkraftwerksgesellschaft Cottbus mbH
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
insb.	insbesondere
InvKG	Investitionsgesetz Kohleregionen
KvbG	Kohleverstromungsbeendigungsgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LEAG	Lausitz Energie Bergbau AG, Cottbus
LR	Lausitzer Revier
MDR	Mitteldeutsches Revier
MIBRAG	Mitteldeutschen Braunkohlengesellschaft GmbH, Zeitz
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
RR	Rheinisches Revier
SMR	Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WI	Wuppertal Institut, Wuppertal



## 1 Einleitung

Angesichts der globalen ökologischen Herausforderungen stellt sich die dringende Frage, wie mit dem Ausstieg aus der Förderung und Verstromung von Braunkohle eingeleitete Strukturwandelprozesse gezielt genutzt werden können, um die Regionen im Sinne einer sozial-ökologischen Transformation nachhaltig zu entwickeln. Während Strukturwandel für gewöhnlich auf den Erhalt regionaler Wirtschaftskraft, -standorte und von Arbeitsplätzen abzielt (Berkner, 2019; BMWI, 2019; Jacob et al., 2019), adressieren Transformationsprozesse einen tiefgreifenden Wandel von einer umwelt- und klimaschädlichen hin zu einer nachhaltigen Ökonomie und Lebensgestaltung (Jacob et al., 2019; Wittmayer & Hölscher, 2017). Transformation ist explizit auf (globale) Nachhaltigkeitsziele ausgerichtet (Riechel et al., 2020; WBGU, 2016).

In Strukturwandelregionen fallen mehrere Veränderungs- und Transformationsprozesse zusammen, die in der Regel nicht klar voneinander abgrenzbar sind: die Transformation der wirtschaftlich-ökonomischen Grundlagen und Produktionsbedingungen der Region, demografische und kulturelle Veränderungen sowie Transformationen der Infrastrukturen in der Region. Ausgestattet mit Fördermitteln bieten sich diesen Regionen besondere Chancen der Gestaltung der Transformation der Region in ihren verschiedenen Dimensionen und Elementen.

Im Rahmen des Vorhabens „Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel und eine nachhaltige Raumentwicklung“ (TransIS) werden die Potentiale einer nachhaltigen Infrastrukturgestaltung für die nachhaltige Raumentwicklung in Strukturwandelregionen betrachtet. Konkret wird im Rahmen des Vorhabens TransIS untersucht, welchen Beitrag eine an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichtete Gestaltung und innovative Vernetzung der Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel leisten können. Räumliche Kulisse dieser Untersuchung sind drei Braunkohlereviere, die von dem politisch beschlossenen Ausstieg aus dem Abbau und der Verstromung von Braunkohle in Deutschland in besonderer Weise betroffen sind: das Rheinische Revier, das Mitteldeutsche Revier und das Lausitzer Revier. Der Braunkohleausstieg hat für die Reviere über energie- und klimapolitische Fragestellungen hinaus weitreichende sozial-, regional- und wirtschaftspolitische Auswirkungen.

Die technischen Infrastrukturen und die Infrastrukturplanung sollen die sich aus dem ökonomischen Strukturwandel heraus ergebenden veränderten Bedarfe an Mobilitäts-, Energie- und weiteren Ver- und Entsorgungsleistungen befriedigen. Selten werden technische Infrastrukturen als proaktiv gestaltendes Element des Strukturwandels in die strategischen Überlegungen einbezogen. Eine Ausnahme bilden Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), die - wenn sie besonders leistungsfähig ausgelegt werden - als Standortvorteil zur Ansiedlung bestimmter Betriebe oder Branchen eingesetzt werden.

Die Infrastruktursysteme der einzelnen Ver- und Entsorgungssektoren wie der Energieversorgung, Siedlungswasserwirtschaft (Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung) sowie der Mobilität und Informations- und Kommunikationstechnologien stehen seit jeher in vielfältigen Wechselbeziehungen und Abhängigkeiten zueinander. Unter dem Stichwort „Sektorkopplung“ werden aktuell etwa im Zuge der Energiewende-Debatte neue oder sich verstärkende, bekannte Kopplungen zwischen Sektoren (prägend ist hier die Elektrifizierung des Verkehrs und damit die veränderte Kopplung der Sektoren Energie und Mobilität, aber auch das Abschöpfen der Wärme im Abwasser als Kopplung der Sektoren Energie und Abwasser) und innerhalb von Sektoren zwischen Infrastruktursystemen (Power-to-X) diskutiert. Eine wichtige Infrastruktur, die diese Vertiefung und neuartige Kopplungen zwischen den Sektoren ermöglicht, sind die IKT.

Ausgangsthese des Projekts ist, dass technische Infrastruktursysteme in Leitbildern der Regionalentwicklung und des Strukturwandels zwar thematisiert werden, dies jedoch insgesamt

eher oberflächlich oder verallgemeinernd und in einer reaktiven Rolle geschieht. In der Logik einer nachholenden Infrastrukturplanung werden jedoch Potenziale neuartiger, vernetzter und ressourceneffizienter Infrastrukturen nicht bzw. nur zum Teil gehoben (Winker et al., 2017). Ebenso wenig können so mögliche Ansätze für suffiziente Infrastrukturen, d. h. Infrastrukturen die nicht auf Wachstum ausgelegt sind und suffiziente Lebensweisen, die Produktion nachhaltiger Güter und eine regionale Kreislaufwirtschaft unterstützen (Libbe et al., 2018), verfolgt werden.

Ziel des Vorhabens ist vor diesem Hintergrund, für die drei Strukturwandelregionen Rheinisches Revier, Mitteldeutsches Revier und Lausitzer Revier systematisch Potenziale einer gezielten, an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichteten Infrastrukturgestaltung zu erkunden, die in den Regionen den Strukturwandel im Sinne eines nachhaltigen, sozial-ökologischen Transformationsprozesses aufladen und ausrichten. Für die Untersuchung und Bestimmung der Potenziale in den Ver- und Entsorgungsinfrastruktursystemen Energie (Strom, Wärme, Gas), Wasserver- und Abwasserentsorgung sowie Verkehr und IKT werden insbesondere Optionen einer Vernetzung der genannten Sektoren auf Basis intelligenter, digitaler Lösungen betrachtet.

Der vorliegende Zwischenbericht stellt einen Auszug aus dem Endbericht des Vorhabens Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel und eine nachhaltige Raumentwicklung“ (TransIS) dar. Er umfasst das erste Arbeitspaket, das die Grundlagen für die Arbeiten in den weiteren Arbeitspaketen (AP) legt. Durch eine intensive Auseinandersetzung mit den drei Revieren und den dort diskutierten bzw. verfolgten Ansätzen des Strukturwandels sollen Herausforderungen einer auf sozial-ökologische Transformation hin ausgerichteten Raumentwicklung in den drei Regionen identifiziert und veränderte bzw. neu aufkommende Infrastrukturbedarfe umrissen werden.

## 2 Methodisches Vorgehen

Die Bearbeitung des Arbeitspakets war wie folgt gegliedert. Mit Hilfe einer Desktop-basierten Literaturrecherche wurden zum einen die historischen Erfahrungen im Strukturwandel und zum anderen der jeweilige Debattenstand zum Strukturwandel in den Revieren in groben Zügen aufbereitet. Das bessere Verständnis der prägenden Debattenlinien ist eine Grundvoraussetzung, um auf dieser Basis im weiteren Projektverlauf mögliche Ansätze für eine an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichtete Gestaltung und innovative Vernetzung der Infrastrukturen als Beitrag zu einem sozial-ökologischen Strukturwandel mit Schlüsselakteur\*innen in den Revieren diskutieren zu können. Dazu wurden für die jeweiligen Reviere Schlüsseldokumente (überwiegend Graue Literatur) identifiziert und ausgewertet, die die Ausgangssituation und Rahmenbedingungen sowie Ziele des Strukturwandels in den Regionen beschreiben. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf regionale Leitbilddokumente und Strategiepapiere gelegt. Soweit möglich wurden in dieser Phase bereits Hinweise auf zukünftige Infrastrukturbedarfe erhoben.

Daraufhin wurden in einem verbund-internen Workshop auf Basis der Literaturlauswertung und Reflexion der wissenschaftlichen Debatten zum Strukturwandel und Transformation erste Thesen zur Relevanz verschiedener Anforderungen (und Herausforderungen) der Infrastruktur-entwicklung in den Regionen formuliert und Leitthemen für eine sozial-ökologische Ausrichtung des Strukturwandels in den drei Revieren identifiziert. Diese Ergebnisse aus der Literaturlauswertung wurden in einem nächsten Schritt mittels leitfadengestützter Expert\*innen-Interviews vertieft und validiert und bzw. korrigiert.

Die relevanten Schlüsselakteure für revierspezifischen Expert\*innen-Interviews (vgl. Anlage A) wurden auf Basis der vorliegenden Dokumente und weiterer Quellen identifiziert. Der Interviewleitfaden ist in vier Fragencluster strukturiert: Leitbilder und Leitthemen der regionalen Entwicklung des Reviers, Infrastrukturen (wobei u. a. denkbare Sektorkopplungen abgefragt wurden) und Bedarfe an Infrastruktur, Governance des Strukturwandels sowie Stellungnahmen zu den zuvor formulierten Thesen des Vorhabens. Zudem wurden in den Interviews weitere Hinweise zu relevanten Schlüsselakteuren und möglichen Untersuchungsräumen (relevant für AP 3) abgefragt (vgl. Anlage B). So dienten die Interviews neben der Überprüfung der Ergebnisse der Literaturlauswertung zudem der Sammlung zusätzlicher Hinweise für die Arbeitspakete 2-5 und hatten damit explorativen Charakter.

Zur Validierung der Thesen und möglichen Leitthemen aus Praxisperspektive wurden pro Revier 10 leitfadengestützte Interviews vereinbart. Bei der Auswahl der Interviewpartner\*innen in den Revieren wurde darauf geachtet, dass Vertreter\*innen von Behörden (z. B. der Länder), der kommunalen Ebene, aus Infrastrukturunternehmen (Ver- und Entsorgung), Bergbauunternehmen sowie Intermediäre befragt werden konnten, um so ein möglichst facettenreiches Bild zu gewinnen.

Bis zur Berichtslegung Ende September 2022 konnten 25 Interviews mit durchschnittlich einer Stunde Gesprächszeit durchgeführt werden (eine anonymisierte Übersicht der Interviewten liegt im Anhang A zum Bericht bei). Die Interviews wurden in der Regel videogestützt durchgeführt und für die Auswertung datenschutzkonform aufgezeichnet. In der Regel waren mindestens 2 Interviewer\*innen aus dem Forschungsverbund beteiligt. Die Interviews mit Praxisakteur\*innen waren auch mit Blick auf die Verankerung des Forschungsvorhabens in den Revieren und des Filterns geeigneter Themen für die weitere Projektbearbeitung in den Untersuchungsräumen von großer Bedeutung.

Die aufgezeichneten Interviews wurden transkribiert und in Form von synthetisierenden Ergebnisprotokollen von den Interviewer\*innen aufbereitet und ausgewertet. Die Ergebnisdokumente greifen die Struktur des Leitfadens mit den vier Clustern auf. Im Anschluss erfolgte zunächst die revierbezogene Verdichtung der Aussagen aus den einzelnen Interviews. Diese wurden im Rahmen eines verbundinternen Workshops (06.09.22) in einem weiteren Schritt revierübergreifend diskutiert und auf Gemeinsamkeiten aber auch Unterschiede zwischen den Revieren hin abgeklopft.

In der Bearbeitung stellte sich immer wieder als ein methodisches Problem die Abgrenzung bzw. Zuordnung der identifizierten bzw. von den Akteuren genannten Phänomene und Entwicklungen zum Strukturwandel als solchem und anderen Veränderungsprozessen und Diskursen dar. Dies gilt insbesondere für Maßnahmen und Veränderungen im Zuge der Energiewende in Abgrenzung zum in den Revieren angestrebten Strukturwandel. Es bleibt meist unklar, welche infrastrukturellen Veränderungsprozesse und Trends im Rahmen der Energiewende ohne Strukturwandel-Impulse stattfinden und welche explizit auf Anstöße aus der Strukturwandeldebatte heraus zurückzuführen sind. Auch überlagern aktuell virulente Krisen (insb. die durch die geopolitische Krise ausgelöste Energiekrise und Inflation) und die in dem Zusammenhang dominanten Debatten zur kurzfristigen Versorgungssicherheit und Energiekosten die eher langfristig angelegten Transformations- und Strukturwandeldiskussionen.

### 3 Transformationen in Bezug auf Infrastrukturen

Aktuell steht unsere Gesellschaft von einer Vielzahl von Herausforderungen, die sich aus der langfristigen Übernutzung der Umwelt und ihrer Ressourcen herleiten lassen. Das gilt für Fragen der Biodiversität, der Flächeninanspruchnahme und nicht zuletzt der Freisetzung von fossilem Kohlenstoff mit globalen Auswirkungen auf die Atmosphäre. Im Gegensatz zu früheren Entwicklungen geht es für Gesellschaften heute nicht mehr nur darum, sich an verändernde Bedingungen wie zum Beispiel die Folgen der Industrialisierung mit ihren ökologischen und sozialen Auswirkungen anzupassen, sondern die Bedingungen gezielt innerhalb von Leitplanken einer nachhaltigen Entwicklung zu gestalten.

Vor dem Hintergrund der globalen Dimension der Klima- und Umweltkrisen, der für alle sichtbar gewordenen faktischen „Planetaren Grenzen“ (Rockström et al., 2009) und der wissenschaftlich in großen Teilen stringent beschriebenen Ursache-Wirkungszusammenhänge der Krisen ist eine sozial-ökologische Transformation unabdingbar. Dazu ist es notwendig, aus einer systemischen Perspektive heraus Ziele einer künftigen, global nachhaltigen Entwicklung zu bestimmen und verbindlich zu operationalisieren. Eine Einigung auf diese Ziele ermöglicht es, notwendige, aufeinander abgestimmte Transformationen von Technologien, Strukturen und Gesellschaft zu planen und, bei aller vorhandenen Schwierigkeit, vorausschauend umzusetzen.

Beispiele für solche Transformationen gibt es heute vielfach und sind Grundlage der Forschungsarbeit der beteiligten Institute. Dazu gehören zum Beispiel die globalen Ziele zum Erreichen der Klimaneutralität aus dem Pariser Klimaschutzabkommen und die daraus resultierenden nationalen und regionalen Transformationsziele für den Umbau des deutschen Energiesystems („Energiewende“) und der Mobilität („Verkehrswende“)<sup>1</sup>. Zunehmend sind auch Klimaanpassung und Resilienz wichtige Transformationsziele. Infrastruktursysteme sind eine zentrale Stellschraube für sozial-ökologische Transformationen.

In der Regel entstehen Infrastrukturen, sobald es einen Bedarf für die Transport- oder Nutzungsleistung von Ressourcen, Gütern oder Personen gibt, die durch Infrastrukturen bereitgestellt werden können. Durch die häufig hohen Investitionskosten in technische Infrastruktursysteme, die in der Regel im Sinne von „sunk costs“ nicht zurückgeholt werden können (Libbe, 2015), müssen sie entweder Bestandteil einer wirtschaftlich tragfähigen Wertschöpfungskette sein oder durch die öffentliche Hand als Gemeinwohlbelang (z. B. Klimaschutz) und Teil der Daseinsvorsorge (z. B. Versorgungssicherheit) finanziert werden. Dahinter stehen ökonomische oder gesellschaftlich bestimmte Bedarfe an Ver- und Entsorgung, die entweder bereits vorhanden sind, aber nicht ausreichend bzw. in entsprechender Qualität befriedigt werden, oder zeitgleich mit der Errichtung der Infrastruktur entstehen. Ein Beispiel ist die Errichtung von Strom- und Gasinfrastruktur, bei der die Netzbetreiber ihre Ausbauplanung auf Basis von Szenariorahmen und Bedarfsmodellierungen in sogenannten Netzentwicklungsplänen formulieren und in einem partizipativen Prozess abstimmen (vgl. <https://www.netzausbau.de/nep>). Der aktuelle Netzentwicklungsplan Strom nimmt die gesetzlich verankerten Klimaschutz- bzw. Emissionsminderungsvorgaben zur Grundlage der Netzausbau- bzw. Umbauplanung „(...) indem zu Szenarien, die das Jahr 2045 beschreiben, ein Übertragungsnetz entwickelt wird, das für eine vollständige Klimaneutralität notwendig ist“ (Bundesnetzagentur, 2022).

Das ist allerdings eine neue Entwicklung. Noch die Genehmigung des Szenariorahmens für den Netzentwicklungsplan 2035 (Bundesnetzagentur, 2020) vom Juni 2020 beinhaltete einen

<sup>1</sup> Der Wendebegriff wird für Transformationen in verschiedenen Politikfeldern verwendet: Agrarwende, Flächenwende.

Ausblick bis 2040, ohne den Weg in eine klimaneutrale Energiewirtschaft zumindest anzudenken. Und das nachdem schon im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung von 2016 stand: „Die deutsche Klimaschutzpolitik orientiert sich deshalb am Leitbild einer weitgehenden Treibhausgasneutralität bis 2050“ (BMU, 2016). Der zukünftige Bedarf nach Infrastrukturen in der heutigen Planung basiert daher noch hauptsächlich auf Erzeugungs- oder Nachfrageprojekten von Unternehmen, nicht jedoch auf einer Zielvorstellung eines Netzes, das im Rahmen der Zieldimensionen von Treibhausgasneutralität der Energieversorgung bis 2045 und der Sicherung der Daseinsvorsorge (u. a. Versorgungssicherheit, Erschwinglichkeit) gebraucht wird.

Die genannten Transformationen wirken auf Infrastrukturen ein – und dies zunächst unabhängig davon, ob es sich um Infrastrukturen in Strukturwandelregionen handelt oder nicht. Die Braunkohlereviere stehen jedoch vor der besonderen Aufgabe, die in der Region prägende Braunkohleförderung und -verstromung zu überwinden und damit dominante, landschaftsprägende großräumige Flächeninanspruchnahmen umzuwidmen, die auf Braunkohle ausgerichtete regionale Energieerzeugung durch erneuerbare Erzeugungsanlagen zu substituieren und auf Braunkohle basierte Wertschöpfungsketten umzustellen. Dabei können die Reviere – im Gegensatz zu anderen Regionen – jedoch auf besondere Fördermittel im Rahmen des InvKG (Investitionsgesetz Kohleregionen) zugreifen.

### Wann ist der Strukturwandel im Revier erfolgreich? – Drei „O-Töne“

#### Rheinisches Revier

„Das Rheinischen Revier ist insgesamt klimaneutral. Die Arbeitsplätze werden sich verändern, weg von Braunkohle und fossilen Technologien hin zu neuen, heute vielleicht noch gar nicht vorhandenen Technologien.“ (Interview RR 7)

#### Mitteldeutsches Revier

„Wenn die Einwohnerinnen und Einwohner der ganzen Region, das Revier als liebenswerte Gegend erachten, ausreichend Arbeitsplätze vor Ort sind, und wir als eine Zukunftsregion voller Energie betrachtet werden, wir weiterhin Wirtschaftskraft haben, Energielieferant sind – und zwar CO2 neutral.“ (Interview MDR 6)

„(...) dass wir eine Wirtschaftsstruktur vor Ort geschaffen haben, die den nachwachsenden Fachkräften, also unseren Kindern und Jugendlichen im Revier, die Möglichkeit geben, eine Wahl zu haben. (...) Eine buntere, gesündere, weniger risikoreiche Struktur. Und die Jugend dann die Wahl hat, hier zu sein oder freiwillig vielleicht mal woanders hinzugehen und später wiederzukommen. Dann haben wir einen erfolgreichen Strukturwandel gemeistert.“ (Interview MDR 1)

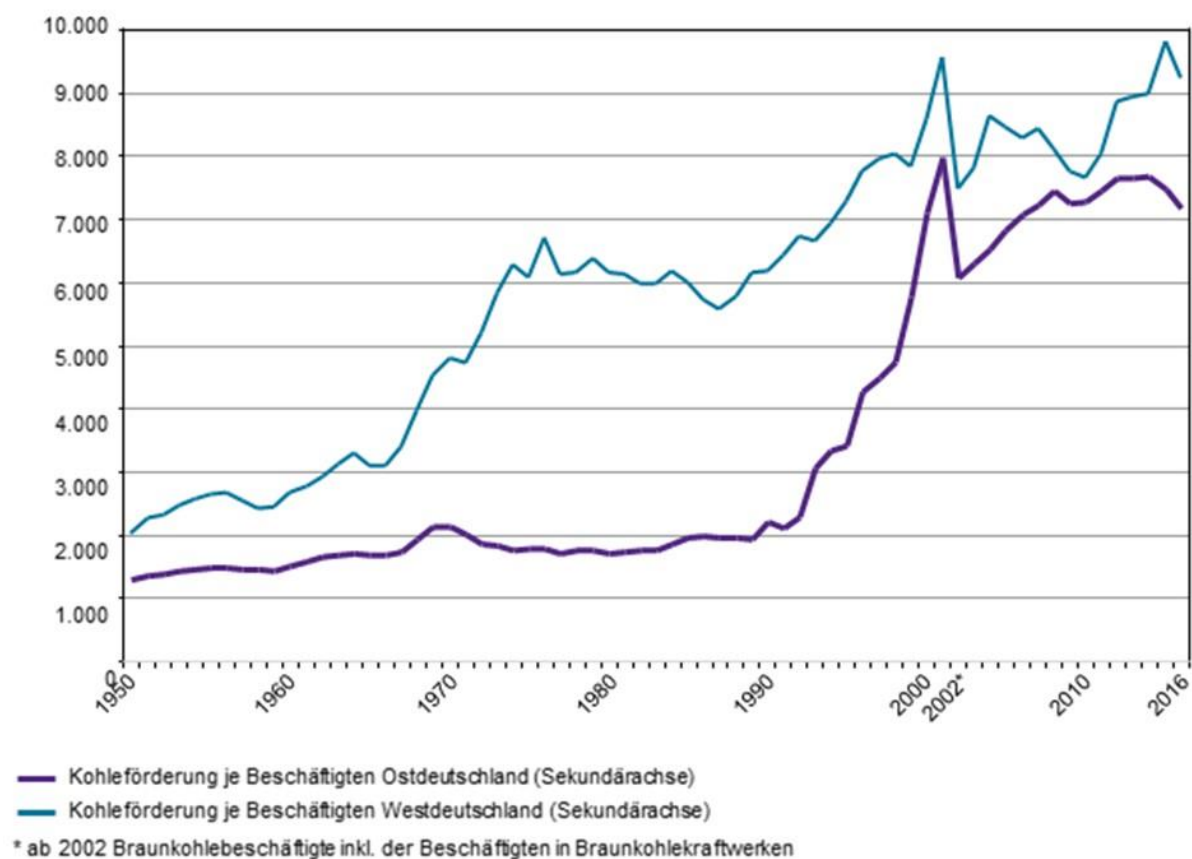
#### Lausitzer Revier

"Wir haben den Strukturwandel erfolgreich gestaltet, wenn die Lausitz eine Region geworden ist, in der man gerne lebt und arbeitet, für die Arbeit ansprechende Löhne erhält und diese Löhne sich nicht nur in Homeoffice Arbeitsplätzen widerspiegeln. Und wir sind dann erfolgreich, wenn aus der Lausitz heraus Entwicklungsimpulse nach ganz Sachsen / Brandenburg, Deutschland und Europa gesendet werden, weil hier genau die spannenden Themen stattfinden, die zukunftsstragend sind. Das heißt also, dass die Lausitz einen wichtigen Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt in Sachsen und Brandenburg sowie Deutschland leistet." (Interview LR 9)

## 4 Die drei Reviere – eine deskriptive Darstellung der Rechercheergebnisse

In Westdeutschland arbeiteten im Jahr 1950 rund 37.600 Beschäftigte in der Braunkohleindustrie – und davon die überwiegende Anzahl im Rheinischen Revier. Die Höhe der Kohleförderung lag bei 75,8 Mio. Tonnen. Während die Beschäftigtenzahl bereits 1958 mit 38.700 ihren Höchststand erreichte, stieg die Anzahl der geförderten Braunkohle mit leichten Schwankungen bis zum Jahr 1976, wo sie ihren Höchststand von 134,5 Mio. Tonnen in Westdeutschland erreichte (Dahlbeck & Gärtner, 2019).

**Abbildung 1: Entwicklung der geförderten Braunkohle sowie der Beschäftigten, Ost- und Westdeutschland 1950–2017**



Quelle: Statistik der Kohlewirtschaft e.V., eigene Darstellung des WWF (WWF 2019, S. 27)

1990 waren noch rund 127.600 Beschäftigte deutschlandweit in Tagebauen und Kraftwerken angestellt gewesen. Ein starker Rückgang der Fördermengen war dann zwischen 1990 und 2000 zu verzeichnen: Im Zuge der Wiedervereinigung fand in diesem Zeitraum deutschlandweit etwa eine Halbierung von 350 Mio. Tonnen auf etwa 170 Mio. Tonnen geförderter Braunkohle statt. Gleichzeitig wurde in den neuen Bundesländern auf eine „Umstrukturierung und Modernisierung der Braunkohlewirtschaft“ gesetzt, die zu einem Produktivitätszuwachs führte (Herman et al., 2018, S.15). Die Fördermenge an Braunkohle pro Beschäftigten stieg. Da aber ab 2000 die Fördermenge etwa konstant blieb, wurden weiterhin Arbeitsplätze abgebaut (Herman et al., 2018, S. 16).

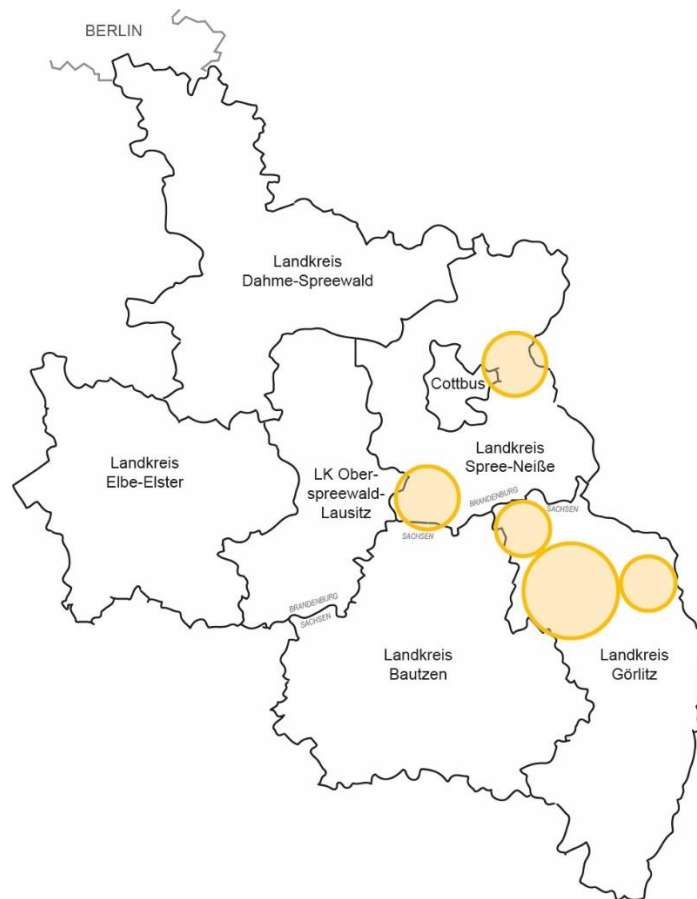
Die Zahl sank deutschlandweit bis 2017 auf 18.600 Beschäftigte, fünf von sechs Arbeitsplätzen in dem Braunkohlesektor waren damit verschwunden. Das Rheinische Revier war von diesen

Entwicklungen vergleichsweise wenig betroffen. Während in der Lausitz und im Mitteldeutschen Revier mehrere Zehntausende von Arbeitsplätzen verloren gingen, fand im Rheinischen Revier noch nicht mal eine Halbierung der Zahlen statt (von 15.300 Beschäftigten in 1990 auf 8.900 in 2017 (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung [DIW] et al., 2018, S. 79). Schätzungen gehen davon aus, dass auf jeden dieser Arbeitsplätze ein weiterer indirekter und ein induzierter Arbeitsplatz kommt.

#### 4.1 Lausitzer Revier

Das Lausitzer Braunkohlerevier ist Teil der Region Lausitz und befindet sich im Südosten Brandenburgs und Nordosten Sachsens. Die Braunkohleabbaugebiete Nochten, Reichwalde (beide Landkreis Görlitz), Welzow-Süd und Jänschwalde (beide Landkreis Spree-Neiße) bilden den noch aktiven Teil des Revieres ab. In den ländlich geprägten Landkreisen Oberspreewald-Lausitz, Elbe-Elster, Dahme-Spreewald und Bautzen befinden sich stillgelegte Tagebaubereiche, welche die einstige Ausdehnung des Reviers aufzeigen. Die LEAG AG betreibt neben dem Braunkohleabbau die noch aktiven Großkraftwerke Boxberg, Jänschwalde und Schwarze Pumpe zur Strom- und Wärmeversorgung. Neben den genannten Landkreisen ist die kreisfreie Stadt Cottbus ebenfalls Teil des Lausitzer Reviers.

**Abbildung 2: Die Lausitz mit den noch aktiven Braunkohletagebauegebieten**



\* Die gelben Kreise markieren die Gebiete, in den noch aktiv Braunkohle abgebaut wird.

Quelle: Eigene Darstellung, BTU

Nach der deutschen Wiedervereinigung im Jahre 1990 ergab sich in der Lausitzer Braunkohlenbergbau ein Strukturbruch. Von zuvor ca. 65.500 Personen sanken bis zum Jahr 2008 die direkten Beschäftigungszahlen auf ca. 5.300 Personen. Dies ging mit einer Reduktion der



Braunkohlefördermengen von 165 Millionen Tonnen auf ca. 65 Millionen Tonnen im Jahr einher (Bertenrath et al., 2018).

Die Braunkohleindustrie stellt auch heute noch eine der wichtigsten wirtschaftlichen Säulen dar. Mit ca. 8.000 Mitarbeiter\*innen ist die LEAG AG der größte Arbeitgeber in der Region. Die Kohleindustrie bindet insgesamt bis zu 13.000 Arbeitsplätze (inklusive Zuliefererbetriebe und induzierte Beschäftigung) und erreicht eine Bruttowertschöpfung von 1,4 Milliarden € im Jahr (Berger et al., 2019). Das Lausitzer Revier ist heute dennoch durch eine erhöhte Arbeitslosenquote (33,8 % über dem Bundesdurchschnitt, Stand 2020), eine durch Abwanderung und Überalterung geprägte Bevölkerungsentwicklung und durch eine Produktivität / BIP je Einwohner von 72,1 % zum Bundesdurchschnitt (Stand 2020) geprägt (Wirtschaftsregion Lausitz GmbH, 2020).

Der geplante Kohleausstieg stellt die Region erneut vor strukturwandelgeprägte Herausforderungen und erfordert ökonomische, ökologische und soziale Justierungen. Mit dem am 14. August 2020 in Kraft getretenen Gesetz zur Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung (Kohleverstromungsbeendigungsgesetz – KvbG) sind die Anforderungen an den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung geregelt. Das Investitionsgesetz Kohleregionen (InvKG) formuliert die Förderziele des Kohleausstiegs und sieht für das Lausitzer Revier ca. 6 Milliarden € Fördermittel bis zum Jahr 2038 vor.

#### 4.1.1 Leitthemen des Strukturwandels im Revier

Neben Maßnahmen und Zielstellungen, die der Gesetzgeber vorgibt, werden im Lausitzer Revier Debatten geführt und Leitbilder formuliert, die dem Strukturwandel eine Profilschärfe verleihen sollen. Anhand von Literaturquellen und explorativen Interviews konnten diese prägenden Themen des Reviers herausgearbeitet werden.

##### Substituieren von Arbeitsplätzen

Die durch die Kohleindustrie gebundenen Arbeitsplätze von bis zu 13.000 (davon 8.000 bei der LEAG AG) sollen im Kontext des Strukturwandels durch zukunftsfähige gut bezahlte Anstellungen in Branchennähe kompensiert werden (Wirtschaftsregion Lausitz GmbH, 2021).

##### Sicherung der lokalen Wertschöpfung

Die Braunkohleförderung und -verstromung generiert im Jahr eine Bruttowertschöpfung von ca. 1,4 Milliarden €. Durch die Ansiedlung innovativer Branchen, welche wiederum nachhaltig Arbeitsplätze schaffen sollen, wird eine Sicherung der lokalen Wertschöpfung angestrebt. Es gilt eine Branchenvielfalt zu etablieren (Wirtschaftsregion Lausitz GmbH, 2021).

##### Schaffung optimaler Ansiedlungsbedingungen für die Wirtschaft

Um die Sicherung der lokalen Wertschöpfung zu erreichen, ist es wichtig, dass Standortfaktoren optimiert werden, welche die Ansiedlung weiterer innovativer Unternehmen begünstigen (Wirtschaftsregion Lausitz GmbH, 2021).

##### Energiewende umsetzen

Durch den festgelegten Ausstieg aus der Braunkohleverstromung steht das Lausitzer Revier vor der Aufgabe, neue Lösungen der Energieversorgung zu erschließen. Dabei wird der Weg hin zur 100 % regenerativen Strom- und Wärmeversorgung eingeschlagen. Die bereits bestehende überregionale Energieinfrastruktur bietet die Chance das Revier weiterhin als Energieregion auszuzeichnen (Interview LR 3,6).

### Versorgungssicherheit gewährleisten

Eine umfangreiche Etablierung von regenerativen Energieträgern geht mit der Zielstellung einher, stets die Versorgungssicherheit für Industrie, Gewerbe, soziale Infrastruktur und Wohnen gewährleisten zu können. Neben der gesicherten Versorgung im Energiesektor, ist auch der Ausbau der Mobilität und somit einer zugänglichen öffentlichen Personennahverkehrsinfrastruktur ein prägendes Thema im Lausitzer Revier (Wirtschaftsregion Lausitz GmbH, 2021).

### Digitalisierung erreichen

Neben den genannten thematischen Debatten im Strukturwandel des Lausitzer Reviers wird die Digitalisierung besonders hervorgehoben. Sie stellt eine angestrebte Entwicklung dar, die in allen Sektoren eine beschleunigende Wirkung auf den Strukturwandel erwarten lässt. Aufgrund des bisher defizitären Zustandes der digitalen Infrastruktur, stellt der grundlegende Ausbau und die intensive Weiterentwicklung Chancen dar, Grundlagen für die Ansiedlung innovativer Wirtschaftszweige und Wissenschaftsstandorte zu schaffen. Digitalisierung wird im Lausitzer Revier als zukünftig wichtiger Standortfaktor kommuniziert (Wirtschaftsregion Lausitz GmbH, 2020).

#### 4.1.2 Nachhaltigkeit im Strukturwandel des Lausitzer Reviers

Die im Lausitzer Revier geführten thematischen Debatten werden von wegfallenden Arbeitsplätzen und notwendiger Versorgungssicherheit geprägt. Um einen sozial-ökologisch ausgerichteten Strukturwandel vollziehen zu können, ist es notwendig, die Entwicklung des Reviers an Nachhaltigkeitskriterien auszurichten. Die Ausprägungen der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit wurden in der Literaturrecherche sowie den Interviews untersucht.

Im Lausitzer Revier finden die Deutsche<sup>2</sup> und die Brandenburgische Nachhaltigkeitsstrategie<sup>3</sup> offiziell Berücksichtigung (Interview LR 8,9). Dabei fällt auf, dass der Fokus im voranschreitenden Strukturwandelprozess besonders auf der ökonomischen Nachhaltigkeit liegt. Die Wirtschaftlichkeit von Projekten wird als wichtigster Faktor für eine erfolgreiche Förderzuwendung beschrieben (Interview LR 8). Ökologie und Soziales weisen eine geringere Wichtigkeit in den Debatten auf. Dies ist besonders daran zu erkennen, dass durch die zuständigen Entwicklungsagenturen (Wirtschaftsregion Lausitz GmbH und Sächsische Agentur für Strukturentwicklung) ökologische Nachhaltigkeitskriterien bei einem Projektantrag zur Förderung abgefragt werden, diese aber keine wesentliche Relevanz für die Projektbewilligung darstellen. Es wird zusätzlich bemängelt, dass ökologische Ziele immer ambitionierter würden und in immer kürzeren Zeiträumen umgesetzt werden müssten.

#### 4.1.3 Governance im Strukturwandel im Lausitzer Revier

Das Lausitzer Revier zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass es sich länderübergreifend in den Bundesländern Brandenburg und Sachsen erstreckt. In den Bundesländern wurden jeweils Projektagenturen gegründet, die Kommunen bei der Entwicklung von Projekten und bei der Förderantragsstellung unterstützen. Die Wirtschaftsregion Lausitz GmbH (für Brandenburg) und die Sächsische Agentur für Strukturentwicklung GmbH (für Sachsen) sind die zentralen Akteure für die Vernetzung von Landes- und kommunaler Ebene. Sie arbeiten gezielt mit Interministeriellen Arbeitsgruppen zusammen und versuchen darüber, verschiedene fachpolitische Interessen und Expertise in den Strukturwandel einzuführen. Anhand eines etablierten

<sup>2</sup><https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1873516/3d3b15cd92d0261e7a0bc8f43b7839/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-nicht-barrierefrei-data.pdf?download=1>

<sup>3</sup> <https://www.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.697007.de>

Scoringverfahrens treffen die Agenturen eine Vorauswahl beantragter und potenziell zu fördernder Projekte. Daraufhin können bei den jeweiligen Landesbanken formal Förderanträge eingereicht werden. Kommunen können damit eine Förderung von bis zu 90 % erreichen.

Aus den explorativen Interviews ist zu entnehmen, dass Anpassungen der Förderrichtlinien als notwendig erachtet werden. So seien zum Beispiel angepasste Förderbedingungen an die jeweilige Finanzstärke der Kommunen empfehlenswert. Der prozentuale Eigenanteil einer Maßnahme sei davon bisher losgelöst und erschwere die Realisierung für finanzschwache Kommunen (Interview LR 1,4). Des Weiteren würden Anreize hinsichtlich einer regenerativen Umgestaltung der Energiewirtschaft und Etablierung innovativer Infrastrukturlösungen benötigt (Interview LR 6). Eine höhere Konzentration auf angebotsorientierte Planungen anstatt einer Bedarfsorientierung ermögliche den Kommunen, die Entwicklung des Reviers ganzheitlich zu denken und aktiv zu lenken (Interview LR 9).

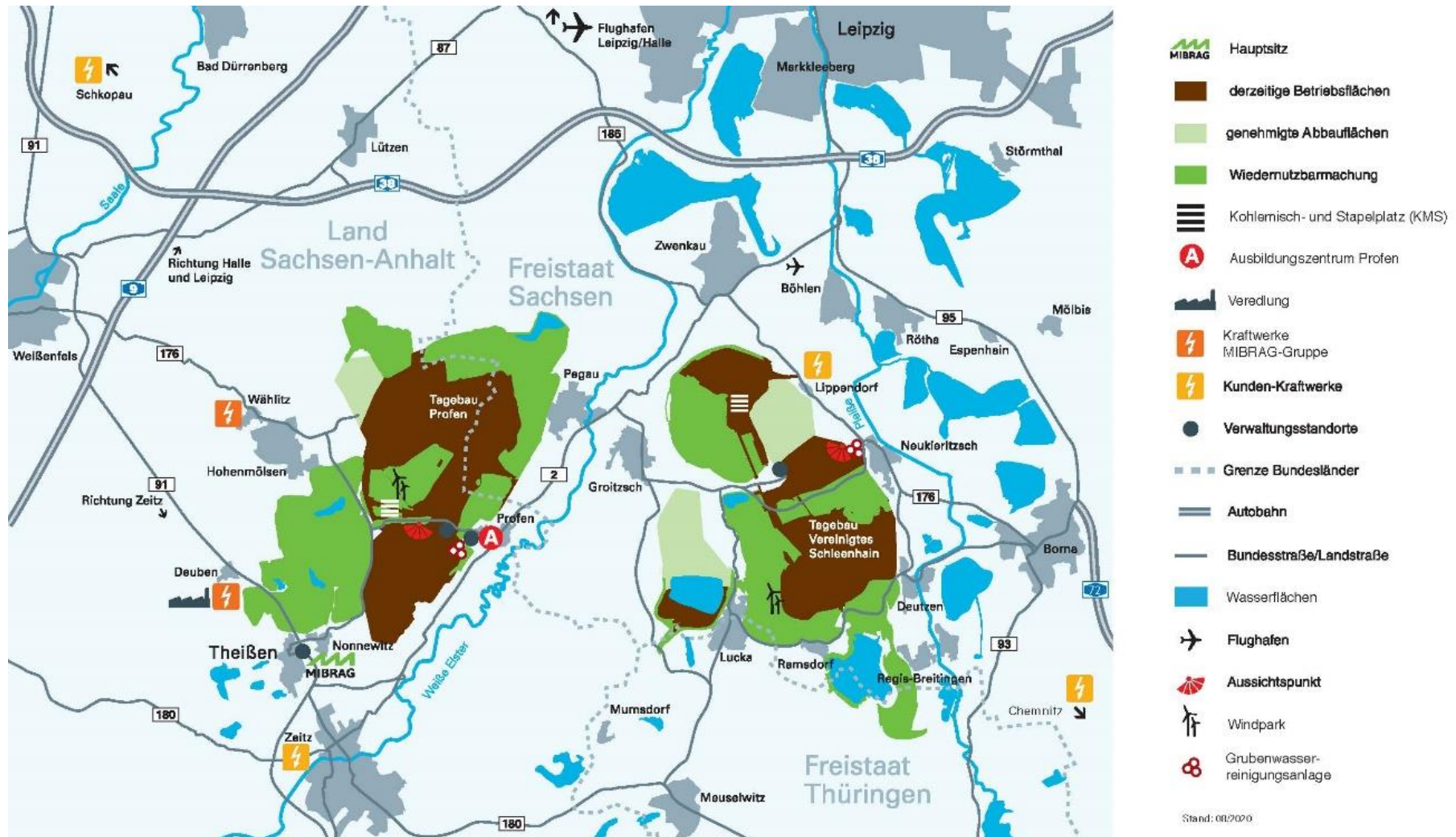
#### **4.1.4 Potentiale und besondere Merkmale des Lausitzer Reviers**

Das Lausitzer Revier befindet sich in einer besonderen geografischen Lage. Neben der Verbindung der Bundesländer Brandenburg und Sachsen befindet sich das Revier sehr zentral im europäischen Kontext. Dies birgt das Potential über die Bundesgrenzen hinaus langfristig eine prägende Rolle z. B. im europäischen Stromverteilnetz einzunehmen. Aufgrund der bestehenden überregionalen Energieinfrastrukturen hat das Revier die strukturellen Möglichkeiten eine Energieregion zu bleiben (Interview LR 9). Der Strukturwandel in der Lausitz ist aufgrund des Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung notwendig. Der große Anteil der Bruttowertschöpfung im Revier durch die Braunkohleindustrie setzt einen grundlegenden Wandlungsprozess voraus. Dieser wird aufgrund seiner Notwendigkeit als Potential für eine strukturelle Stärkung und als Grundlage einer Modellregion für Innovation angesehen (Interview LR 8,9).

## **4.2 Mitteldeutsches Revier**

Das Mitteldeutsche Revier weist eine heterogene Raumstruktur auf und ist durch urbane Zentren (Leipzig, Halle) im Kontrast zu stärker ländlich geprägten Räumen gekennzeichnet. Das Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen strebt vor diesem Hintergrund explizit auch die Vernetzung städtischer und ländlicher Räume mit urban-vitalen Quartieren an (Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen (Anlagen), 2020). Die Lage der beiden Tagebaue in diesem räumlichen Setting gibt die Revierkarte der Mitteldeutschen Braunkohlengesellschaft (MIBRAG) wieder.

Abbildung 3: Revierkarte MIBRAG des Mitteldeutschen Reviers



Quelle: [https://braunkohle.de/wp-content/uploads/2017/08/Revierkarte-MIBRAG-2020\\_August\\_quer.pdf](https://braunkohle.de/wp-content/uploads/2017/08/Revierkarte-MIBRAG-2020_August_quer.pdf) (Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH, 2020) (letzter Zugriff am 17.10.2023)

Das Mitteldeutsche Revier ist das kleinste der noch aktiven drei Reviere in Deutschland. Folglich erhält dieses Revier mit 20 % den geringsten Anteil an Fördermitteln (§3 InvKG). Auch bei der „Erweiterung und Einrichtung von Programmen und Initiativen des Bundes zur Förderung der Gebiete“ (§17 InvKG) ist das Mitteldeutsche Revier augenscheinlich weniger berücksichtigt als insb. die Lausitz (Investitionsgesetz Kohleregionen - InvKG, 2020/08.08.2020).

Es handelt sich bei dem Mitteldeutschen Revier um einen strukturell heterogenen Wirtschaftsraum mit unterschiedlichen Branchen. Entsprechend „liegt der Anteil der Beschäftigten in der Braunkohle an der gesamten sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung (...) nur im Promillebereich“ (Wörten et al., 2017). Gleichwohl ist der angestoßene Strukturwandel auch im Mitteldeutschen Revier emotional aufgeladen, da er mit dem in den Nach-Wendejahren bereits durchlebten „Strukturbruch“ in Verbindung gebracht wird, der in Interviews auch wiederholt als einschneidende Erfahrung für die Menschen im Revier und mit weitreichenden Folgen für die Region (z. B. Bevölkerungsrückgang) bezeichnet wurde (Interview MDR 4, 5, 6, 9).

**Tabelle 1: Das Mitteldeutsche Revier in Zahlen**

Merkmale	Wert
Einwohnerzahl	rund 2 Mio.
Bevölkerungsdichte	rund 270 Einwohner/km <sup>2</sup> (bundesdeutscher Durchschnitt: 230 Einwohner/km <sup>2</sup> )
Landkreise	9
Betriebsfläche	12.200 Hektar
Zugehörige Bundesländer	Sachsen-Anhalt, Sachsen
Beschäftigte in der Braunkohleindustrie	2.307 (Stand: Juli 2019)
Braunkohlevorräte	10 Mrd. Tonnen / davon wirtschaftlich abbaubar: 2 Mrd. t
Fördermenge	19,2 Mio. Tonnen (2018)
Erzeugte Leistung	ca. 3.000 Megawatt/Jahr
Aktive Braunkohleunternehmen	MIBRAG/EPH, Romonta GmbH

Quelle: Eigene Darstellung nach Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung [SMR Sachsen], 2019 (letzter Zugriff am 26.10.2023)

#### 4.2.1 Leitbilder und Leitthemen des Strukturwandels im Revier

Im Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen (Investitionsgesetz Kohleregionen - InvKG) werden verschiedene Branchen genannt, die im Rahmen des Strukturwandels gefördert werden sollen: Chemie- und Energiewirtschaft (kohlendioxid-neutrale Energieversorgung und zirkuläre Wirtschaftsprozesse), Ernährungswirtschaft, Logistik (Biologistik), Automobilsektor, Gesundheitswesen sowie Forschung und Entwicklung mit Potenzialen für leistungsfähige Life-Science-Cluster (E-Health, Biotech und Künstliche-Intelligenz-basierter Diagnostik) (Investitionsgesetz Kohleregionen - InvKG, 2020/08.08.2020).

Im „Revierkompass“ als Ergebnis eines revierinternen Beteiligungsprozesses werden vier strategische Zukunftsfelder formuliert: Wasserstoff/Grüne Gase, Bioökonomie, Cybersicherheit und Lebendige Industriekultur (Metropolregion Mitteldeutschland Management GmbH, 2022). Die beiden erstgenannten Themen werden detailliert in anderen Dokumenten aufgegriffen (Schütz, 2022; Staatskanzlei und Ministerium für Kultur des Landes Sachsen-Anhalt, 2021) und

wiederholt in allen Expert\*innen-Interviews genannt bzw. explizit betont: „Bioökonomie ist ein ganz wesentliches Leitthema“ (Interview MDR 1) – zumindest für den Teil des Reviers im Bundesland Sachsen-Anhalt.

Im Kern geht es laut der interviewten Expert\*innen beim Strukturwandel darum, die mit dem Ausstieg aus der Braunkohle wegfallenden **Arbeitsplätze** zu kompensieren bzw. zu substituieren. Es gehe jedoch gar nicht so sehr um Wachstum, sondern um „Konsolidierung“, also die aktuelle Position als Wirtschaftsraum zu behaupten (Interview MDR 2). In diesem Zusammenhang wurde in einem Interview explizit darauf hingewiesen, dass es neben dem Ziel, die Zahl der Arbeitsplätze auf dem Niveau zu halten, auch darum gehen müsse, Arbeitsplätze hoher Qualität zu schaffen (Interview MDR 5). In §4 (2) InvKG wird neben dem Erhalt und Schaffung von Arbeitsplätzen auch die „Diversifizierung der **Wirtschaftsstruktur** und die Verbesserung der Attraktivität des Wirtschaftsstandorts“ als Kriterium der Investitionsmittelvergabe und damit implizit als Ziel des Gesetzes eingeführt (Investitionsgesetz Kohleregionen - InvKG, 2020/08.08.2020). Dieser Fokus wird auch in den Interviews deutlich, wobei ein einzelner Interviewpartner in besonderer Weise den Anlass des Braunkohleausstiegs, d. h. die Klimaneutralität, betont und explizit den Ersatz fossiler Wertschöpfungsketten durch CO<sub>2</sub>-neutrale **Wertschöpfungsketten** anmahnt (Interview MDR 3).

Weitere, die Strukturwandel-Debatte prägende Themen, die in den Interviews im Mitteldeutschen Revier genannt wurden, sind: Der Ausbau **Erneuerbarer Energien** (Wind, Solar), wobei die Potenziale und aktuelle Geschwindigkeit des Windkraftausbaus auch als grundlegender Faktor für den Aufbau neuer Wertschöpfungsketten insb. der **Wasserstoff**-Industrie verstanden wird. Die Produktion und Nutzung von Grünem Wasserstoff wird als Veredelung der Erneuerbaren Energie verstanden (Interview MDR 6, 7) – wenngleich hier Grenzen der Produktion im Revier und grundsätzlicher Art von Wasserstoff als Ersatz für fossiles Erdgas gesehen werden (Interview MDR 9).

Ein weiteres Thema in Verbindung mit einer angestrebten Wasserstoff-Produktion im Revier ist das **Wasserressourcenmanagement** in der Region. Aufgrund neuer Bedarfe etwa für Wasserstoffproduktion und das Fluten der Tagebaue im Zuge der Gestaltung von Seenlandschaften bei einem Wegfall von Kühlwasserbedarfen für fossile Kraftwerke und einem sich veränderndem Wasserdargebot in Folge des Klimawandels stellen sich die Wasserregime im Revier neu auf (Interview MDR 2, 6) und könnten als limitierender Faktor für den Aufbau neuer Wertschöpfungsketten (Wasserstoff) gesehen werden (Interview MDR 5).

Ein relevantes Thema mit akutem Handlungsbedarf ist die Transformation der Fernwärme-Systeme. Durch den Wegfall der Braunkohlekraftwerke muss in einigen Orten die Fernwärmeversorgung neu aufgestellt werden (Interview MDR 2, 6, 7).

Themen mit einem eher flankierenden Charakter sind der Ausbau der Mobilitätsinfrastruktur (sowohl für MIV als auch für Schienenverkehr) und die Investition in soziale Infrastrukturen (Daseinsvorsorge). An diesem Punkt zeigen sich in den Interviews kontroverse Einschätzungen, ob der Sinnhaftigkeit und dem Nutzen der Verwendung von InvKG-Mitteln für diese Themen/Projekte. Einerseits wird argumentiert, dass InvKG-Mittel strikt bzw. ausschließlich für wirtschaftsnahe Investitionsvorhaben verwendet werden sollten (Interview MDR 3). Andererseits wird neben der Bedeutung von verkehrlichen Infrastrukturen<sup>4</sup> auch die Bedeutung „weicher Standortfaktoren“ für die Lebensqualität in der Region und damit auch für den Erfolg des Strukturwandels betont (Interview MDR 1, 4). Strukturwandel-Mittel sollten demnach neben wirtschaftsnahen Investitionen und Infrastrukturen in einer breiten Palette von

<sup>4</sup> Bestehende Erreichbarkeitsdefizite in der polyzentrischen Metropolregion Mitteldeutschland erfordern eine gut ausgebaute und gut organisierte Verkehrsinfrastruktur (Rosenfeld und Stefansky (2021))

Fördergegenständen zum Einsatz kommen. Damit ließen sich schnelle und sichtbare Maßnahmen erzielen und die Akzeptanz des Strukturwandels in der Region erhöhen/sichern (Interview MDR 1, 2, 4, 5). Viele kleine „Peanut“-Projekte vor Ort (z. B. eine Dirtbike-Stecke für Jugendliche) machten den Strukturwandel vor Ort erlebbar; sie haben primär eine soziale und kommunikative Funktion im Revier (Interview MDR 5).

Gefragt nach Leitbildern der (räumlichen) Entwicklung nehmen die Interviewpartner\*innen Bezug auf die industrielle Prägung der Region im Wechsel mit der Vorstellung einer neu entstehenden Seenlandschaft, die Natur und Produktion in Einklang bringt. Der Hoffnung ist mit diesem Raumbild eine Region mit einem attraktiven Freizeitwert zu gestalten (Interview MDR 4, 6).

#### **4.2.2 Bedeutung von Nachhaltigkeit im Strukturwandel und Berücksichtigung von Umweltaspekten**

Die Bedeutung von Nachhaltigkeit und die Berücksichtigung von Umweltaspekten im Strukturwandel wird von den Interviewpartner\*innen bestätigt. Gleichwohl betonen einige Interviewte – mehr oder weniger explizit – ein Primat der Ökonomie (Interview MDR 1, 4, 7). Nachhaltigkeit ist demnach ein Kriterium unter anderen und müsse im Zweifel auch zurücktreten – schließlich gehe es auch um „wirtschaftliche Nachhaltigkeit“ (Interview MDR 7).

Kritisch merkt ein\*e Interviewpartner\*in an, dass im eingeleiteten Strukturwandel es doch eigentlich das Ziel sein müsse, mit Investitionen eine nachhaltige Wertschöpfung zu initiieren, also eine ressourcenminimierende Art der Produktion von Waren und Dienstleistungen. Das fände sich in den Projekten und der Förderpraxis jedoch nicht wieder (Interview MDR 3).

Ökologische Aspekte wurden in den Interviews (auf Nachfrage) genannt, etwa wenn es um Investitionen in umweltfreundliche Mobilitätsformen (Interview MDR 5), in Erneuerbare Energie, Wärmewende und Grüne Gase (Interview MDR 2, 3) und in die Ausweisung und räumliche Neuordnung von Natur- und Artenschutzflächen (Interview MDR 6) geht. Umwelt wird in diesem Kontext eher traditionell gedacht, und es ist keine starke Nachhaltigkeitsperspektive z. B. mit einem direkten Hinweis auf die Einhaltung planetarer Grenzen zu verzeichnen.

Die Interviewpartner\*innen gehen überwiegend davon aus, dass Umweltaspekte im Zuge der Projektprüfung und in Planungsprozessen bzw. den darin vorgesehenen Prüfungsschritten (z. B. UVP) zum Tragen kommen. Nachhaltigkeitsdimensionen sind in den Scoringverfahren der Länder zur Projektauswahl der Fördermittelvergabe abgebildet, sodass diesem Aspekt formal Rechnung getragen wird (Interview MDR 1, 3). Umweltaspekte gehen in Sachsen mit 20 Prozent in das Scoring ein. 65 Prozent macht dann beispielsweise die Schaffung von Arbeitsplätzen im Gesamtscore aus (Interview MDR 4). Bei anderen Interviewpartner\*innen besteht der Eindruck, dass der Faktor Umwelt nicht unterrepräsentiert ist, sondern im Gegenteil z. B. bei Bauvorhaben ein ganzer Katalog an Umweltfragen abzarbeiten sei (Interview MDR 6). Dezidiert ausgewiesene Nachhaltigkeitsprojekte scheinen nach Auskunft der Interviews jedoch selten zu sein.

Um die Nachhaltigkeitsperspektive zu stärken, schlägt ein\*e Interviewpartner\*in vor, die Aspekte Ressourcenschonung und Klimaschutz als Pflichtkriterien in das Scoringverfahren aufzunehmen (Interview MDR 3).

#### **4.2.3 Infrastrukturen und Bedarfe im Revier**

In den ausgewerteten Quellen konnten keine Aussagen zu konkreten, (branchen-)spezifischen Infrastrukturbedarfen gefunden werden. Auch ergaben die Interviews hierzu keine eindeutigen Aussagen. In der ausgewerteten Literatur finden die verschiedenen Infrastruktursysteme

oftmals nur abstrakt als „Infrastruktur“ Erwähnung, ohne auf einzelne Infrastrukturen im Konkreten einzugehen. Zum Beispiel: „(...) vorhandenen Infrastrukturen an die Bedarfe der Zukunft angepasst sowie Netzanbindungen und Transportmöglichkeiten von Stoffen und Produkten ausgebaut“ (Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen (Anlagen), 2020). Oder es finden sich Textstellen, die in Form von Möglichkeitsräumen und Optionen Infrastrukturen aufgreifen, wenn Infrastrukturen zur Versorgung der energieintensiven Betriebe mit alternativen Betriebsstoffen wie beispielsweise Wasserstoff errichtet werden könnten; oder: beispielsweise kann dies durch Errichtung von Wind-, Solar- und Wasserstoffparks erfolgen (Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung, 2020).

Vergleichsweise konkret sind die Aussagen zu Infrastrukturbedarfen in der Bioökonomie-Strategie des Landes Sachsen-Anhalt: „an Verbundstandorten der Chemischen Industrie und Industriestandorten Infrastrukturen ausbauen und entwickeln, die für biobasierte Produktionsprozesse ausgelegt sind“ (Staatskanzlei und Ministerium für Kultur des Landes Sachsen-Anhalt, 2021). Und: „Leistungsfähige Infrastrukturen, um Stoffströme und Reststoffströme ressourcenschonend und ökonomisch zu gestalten und in bestehende Stoffverbünde der Industrie einzubinden“ (Staatskanzlei und Ministerium für Kultur des Landes Sachsen-Anhalt, 2021).

Die Interviewpartner\*innen taten sich erkennbar schwer, Infrastrukturbedarfe zu bestimmen bzw. aus den Zielen und den genannten Leitthemen heraus konkret abzuleiten. Wiederholt stellte sich das „Henne-Ei-Problem“ mit Blick auf Ausbau- bzw. Umbaubedarfe der technischen Infrastrukturen solange unklar ist, in welche Richtung sich die Wirtschaftsstruktur entwickelt (Interview MDR 1). Gerade mit Blick auf Wasserstoff sind die künftigen Bedarfe an Infrastruktur unklar. So seien die künftigen Wasserstoffbedarfe in Industrie und im Energiesektor vergleichsweise klar zu bestimmen; unklar seien hingegen die Wasserstoffbedarfe im Verkehrssektor und im Gebäude/Wärmesektor. Davon hingen jedoch die konkreten Bedarfe an Produktionsanlagen und vor allem Netzinfrastrukturen sowohl auf der überregionalen als auch auf der lokalen Verteilnetzebene ab (Interview MDR 7).

An dieser Stelle wird das im Mitteldeutschen Revier dem Strukturwandel zugrundeliegende Verständnis relevant. Der Staat könne mit dem Strukturwandel und den Fördermitteln des InvKG nur einen Rahmen setzen und versuchen, Impulse zu geben und Entwicklungen zu ermöglichen (Interview MDR 1, 4, 9). Wegen des Beihilferechts kann der Staat im Strukturwandel Unternehmen nicht direkt fördern. Vor diesem Hintergrund wäre eine angebotsorientierte Infrastrukturplanung ein Angebot bzw. Anreiz an Unternehmen, sich im Revier anzusiedeln. Dies ist jedoch mit dem Risiko von Fehlinvestitionen verbunden. Die Infrastrukturplanung im Strukturwandel müsse daher eine Balance wahren zwischen Angebots- und Bedarfsorientierung – auch wenn es in vielen Teilen gut wäre, stärker angebotsorientiert zu planen und in Vorleistung zu gehen (Interview MDR 4). Grundsätzlich falle eine angebotsorientierte Planung und Bau von Infrastruktur leichter, wenn der Staat die Infrastruktur bereitstellt als wenn das private Unternehmen tun sollten (Interview MDR 4, 7).

Auch unter Umweltgesichtspunkten ist interessant, dass in fast allen Interviews im Mitteldeutschen Revier die Um- bzw. Weiternutzung bestehender Infrastrukturen ein Thema spielte. Dies wurde neben Umwelt- auch mit Wirtschaftlichkeitsüberlegungen begründet.

Insgesamt scheinen Infrastrukturen als Thema und Gegenstand des Strukturwandels im Mitteldeutschen Revier eher eine nachrangige Rolle zu spielen – zumindest im Hinblick auf eine eingehende Auseinandersetzung mit der Frage nach quantifizierbaren Bedarfen. Ein Interviewpartner geht jedoch davon aus, dass es genau darum in den kommenden Monaten gehen wird (Interview MDR 5).



#### 4.2.4 Governance des Strukturwandels

In beiden Bundesländern des Reviers wurden begleitende Revier-Ausschüsse eingerichtet. „Kernaufgabe der Regionalen Begleitausschüsse ist die Mitwirkung am Projektauswahlverfahren nach der »Förderrichtlinie für Zuwendungen nach dem Investitionsgesetz Kohleregionen – RL InvKG«.“<sup>5</sup>.

Die Reviaraussschüsse nehmen eine Prüfung, Priorisierung und Auswahl der beantragten Projekte vor und stimmen diese mit der Landesebene ab ([https://strukturwandel.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Schulung/Strukturwandel/Newsmodul/2021-04-01\\_Konzept\\_Reviaraussschuss.pdf](https://strukturwandel.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Schulung/Strukturwandel/Newsmodul/2021-04-01_Konzept_Reviaraussschuss.pdf)). Ein\*e Interviewpartner\*in bemängelt jedoch, dass im Revierausschuss unklar bleibe, was der mache und welche konkreten Ergebnisse aus der Arbeit des Ausschusses entstünden (Interview MDR 6). Zudem gelingt es möglicherweise nicht, die Fördermittelvergabe angemessen zu priorisieren, wenn ein\*e Interviewpartner\*in davon ausgeht, dass die verfügbaren Mittel des InvKG im Revier mittlerweile überzeichnet seien (Interview MDR 6).

Bemängelt wurde in einzelnen Interviews die ungenügende Koordination der Aktivitäten und Projektanträge im Revier über die Bundesländergrenzen hinweg (Interview MDR 2), was zu einer Kannibalisierung der Vorhaben untereinander führen könne (Interview MDR 7). Auch das Zusammenspiel zwischen Bund, Land und Region scheint dem Eindruck einzelner Interviewpartner\*innen nach verbesserungsfähig (Interview MDR 2), indem bei Förderprojekten im Infrastruktur-Bereich die kommunale Ebene stärker mit in Entscheidungen einbezogen werden sollten und die Maßnahmen auch mit dem Regionalplan verknüpft werden müssten (Interview MDR 5).

#### 4.2.5 Potentiale und besondere Merkmale des Reviers

Das Mitteldeutsche Revier zeichnet sich durch eine diversifizierte Wirtschaftsstruktur und bereits bestehende Industriecluster (z. B. der Chemiapark Leuna) mit entsprechenden Infrastrukturausstattungen aus (Interview MDR 8). Die bestehende, aktuell mit fossilem Wasserstoff gefüllte Wasserstoffinfrastruktur soll weiter ausgebaut werden und künftig für Erzeugung und Transport von Grünem Wasserstoff genutzt werden. Für die Region in Sachsen-Anhalt ist eine klare Ausrichtung auf Bioökonomie unter Nutzung der bestehenden Industrieparks (z. B. Leuna) und den dort ansässigen Unternehmen erkennbar. Ebenso wird der Ausbau Erneuerbarer Energien hier vorangetrieben und als wichtige Voraussetzung für den angestrebten Strukturwandel begriffen.

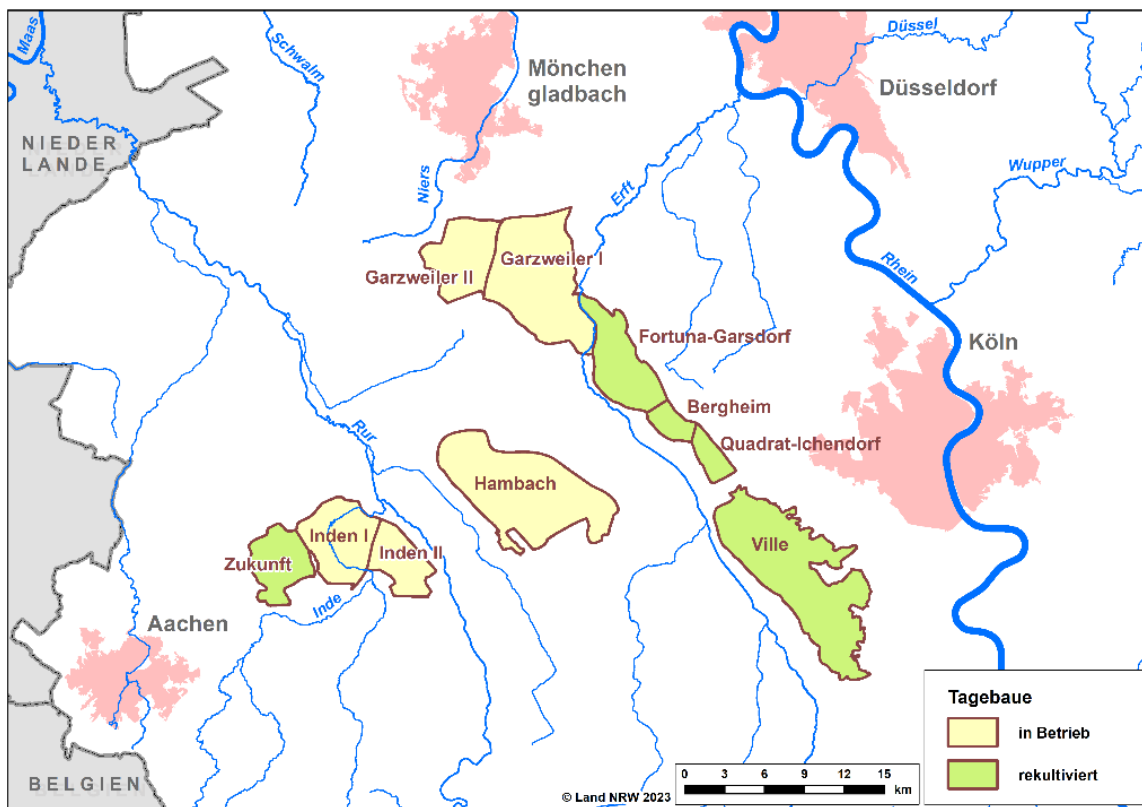
### 4.3 Rheinisches Revier

Das Rheinische Braunkohlenrevier liegt in der Niederrheinischen Bucht im Städtedreieck Aachen, Mönchengladbach und Bonn.

---

<sup>5</sup> <https://sas-sachsen.de/mitteldeutsches-revier>

**Abbildung 4: Das Rheinische Braunkohlerevier**



Quelle: <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/grundwasser/folgen-des-braunkohleabbaus/das-braunkohlerevier/> (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) (letzter Zugriff am 28.10.2022)

Es besteht aus den Kreisen Düren, Euskirchen, Heinsberg, dem Rhein-Erft-Kreis und dem Rhein-Kreis Neuss, der Städteregion Aachen und der Stadt Mönchengladbach. Die Definition hat einen politisch-wirtschaftlichen Hintergrund. Es handelt sich nicht um eine Region mit gemeinsamer Identität oder Entwicklung, sondern um einen strukturell heterogenen Wirtschaftsraum mit ländlich und urban geprägten Regionen, der 65 Städte und Gemeinde mit ca. 2,4 Millionen Einwohner\*innen umfasst.

Die Zahl der Beschäftigten im Braunkohlesektor sank im Rheinischen Revier von 15.300 Beschäftigten in 1990 auf 8.900 in 2017 (DIW et al., 2018, S. 79), die noch rund 91,5 Mio. Tonnen in Westdeutschland abgebaut und in Kraftwerken verarbeitet haben (Dahlbeck & Gärtner, 2019). Schätzungen gehen davon aus, dass auf jeden dieser Arbeitsplätze ein weiterer indirekter und ein induzierter Arbeitsplatz kommt. Im Rheinischen Revier gibt es damit nur noch 18.000 weitere indirekt oder induziert Beschäftigte durch die Braunkohleindustrie. 2019 waren im Rheinischen Revier 833.000 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt (Schnabel et al., 2020). Daraus kann gefolgert werden, dass der Strukturwandel in der Braunkohlewirtschaft im Rheinischen Revier zum Teil bereits stattgefunden hat.

#### 4.3.1 Leitbilder des Strukturwandels im Revier

Zentrale Elemente der Leitbilder des Strukturwandels im Rheinischen Revier sind im Wirtschafts- und Strukturprogramm 1.1 der Zukunftsagentur Rheinisches Revier beschrieben (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). Es soll alle grundlegenden Strategien und Ziele für

einen gelingenden Strukturwandel im Rheinischen Revier zusammenfassen. Das zugrundeliegende Wirtschafts- und Strukturprogramm 1.0 wurde mittels eines umfassenden Beteiligungsprozesses mit allen zentralen Akteuren des Reviers bis Dezember 2019 erstellt.

Darüber hinaus existiert eine Reihe von Leitbildern für das Rheinische Revier auf regionaler Ebene. Die regionalen Leitbilder sind sich sprachlich und inhaltlich sehr ähnlich, was wohl vor allem auf den umfangreichen Diskussionsprozess der Zukunftsagentur Rheinisches Revier im Vorfeld des Wirtschafts- und Strukturprogramms 1.0 und der Einbindung aller regionalen Akteure in die Zukunftsagentur zurückzuführen sein dürfte. So soll das Rheinische Revier eine Modellregion für erfolgreichen Strukturwandel mit weitreichender Strahlkraft sein (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). Weiterhin steht es für die Umsetzung des Green Deal bis 2038, was eine Industrie fast ganz ohne Energie aus Erdöl, Erdgas oder anderen nicht erneuerbaren Energiequellen mit interessanten und dauerhaft sicheren neuen Arbeitsplätzen bedeutet (ebd.). Das heißt in der Praxis, dass angestrebt wird, in der Region in Zukunft mit einer sicheren und bezahlbaren Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen nahezu klimaneutral zu wirtschaften und zu leben.

Die Vision dabei ist, dass die Industrie im Rheinischen Revier ein Wachstumstreiber für ganz Nordrhein-Westfalen sein soll und dass sich insbesondere die energieintensive Industrie durch intelligente Spezialisierung an die Weltspitze grüner Technologien setzt. Das führt dann zu einer vielfältigen Wirtschaftsstruktur aus kleinen und großen Betrieben mit neuen Geschäftsmodellen (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). Dieses sogenannte „Innovation Valley“ soll Menschen, Tieren und Pflanzen ein attraktives Umfeld bieten, in dem es sich gut leben lässt (ebd., S. 19).

Aus der Perspektive der verschiedenen Akteure bedeutet dies den Erhalt und das Schaffen von Arbeits- und Ausbildungsplätzen durch unterschiedlichste Unternehmen und Industrien, eine hoch kompetente Energiewirtschaft, eine umfangreiche Land- und Forstwirtschaft und eine renommierte Forschungs- und Bildungslandschaft (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021).

Grundsätzlich sind den Interviewten im Rheinischen Revier diese Leitbilder bekannt und werden unterstützt, wobei ganz eindeutig der Erhalt und die Schaffung von qualifizierten Arbeitsplätzen dominiert (Interview RR 1, 2, 3, 4, 5), gefolgt von nachhaltiger Weiterentwicklung der Wertschöpfung in der Industrie und im Gewerbe (Interview RR 2, 3, 4, 5) und der Gestaltung der Energiewende vor Ort (Interview RR 2, 3, 5,6). Die Idee des Innovation Valleys, Wachstumstreiber durch grüne Technologien zu sein, scheint jedoch noch nicht bei den interviewten Stakeholdern angekommen zu sein und hat daher auch keine Priorität. Auch den Aspekt der umweltverträglichen Gestaltung der Restseen hat nur eine Person genannt (Interview RR 4). Das Thema der Klimaneutralität wurde in einzelnen Interviews im Rheinischen Revier genannt (Interview RR 1, 5), eventuell zeigt sich hier ein Ergebnis des umfangreichen Beteiligungs- und Strategieprozesses der Zukunftsagentur in der Erstellung des Wirtschafts- und Strukturprogramms.

#### 4.3.2 Leitthemen im Revier

Die Zukunftsagentur des Rheinischen Reviers benennt vier **Zukunftsfelder**: Energie und Industrie, Ressourcen und Agrobusiness, Innovation und Bildung und Raum und Infrastruktur (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). Diese knüpfen an bestehenden Strukturen an, erschließen gleichzeitig aber auch neue Wertschöpfungsfelder und tragen zur Diversifizierung der Wirtschaftsstruktur bei und werden gleichberechtigt fortentwickelt (ebd., S. 21 ff).

Im Zukunftsfeld **Energie** wird die gesamte Wertschöpfungskette von der Energiebereitstellung über das Energiesystem inklusive einer Wasserstoffwirtschaft bis zur Energieanwendung adressiert (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). Im Zukunftsfeld Industrie werden

Wertschöpfungsfelder und -netzwerke insbesondere für innovative Technologien betrachtet und die Frage, welche Beratungs-, Scouting- und Transferinstrumente dafür notwendig sind (ebd., S. 40). Eine entscheidende Rolle kommt dabei der Berücksichtigung von Umweltaspekten in zirkulären Wirtschaftsprozessen zu (ebd., S.9). Sie sollen die Entkopplung von Wachstum und Ressourcennutzung fördern und zur Profilbildung des Reviers beitragen. Es besteht der Anspruch, zu einer Modellregion mit einer diversifizierten Wirtschaftsstruktur zu werden mit einer stark transformierten industriellen Wertschöpfung (ebd.). Aufgrund der vorhandenen Kompetenzen für industrielle Schlüsseltechnologien könnte hier die wettbewerbsfähigste Region Europas entstehen (ebd.). Hierzu sollten bereits jetzt Wertschöpfungsketten gesichert und konsequent ausgebaut werden, die gewährleisten, dass im Prozess angemessen und im Ergebnis nachhaltig auf den bevorstehenden Wandel in Wirtschaft und Gesellschaft reagiert werden kann (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021).

Das Zukunftsfeld **Ressourcen und Agrobusiness** befasst sich umfassend mit Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz, mit Land-, Ernährungs- und Forstwirtschaft, mit bio-basierter Wirtschaft und mit Ressourceneffizienz und zirkulärer Wirtschaft (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021).

Im Zukunftsfeld **Innovation und Bildung** sind mit den Handlungsfeldern Digitalisierung, Innovationspotenziale, Gesundheit und Life Sciences und Lebenslangem Lernen die Bildungs- und Weiterentwicklungspotenziale verortet (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021).

Im vierten Zukunftsfeld **Raum und Infrastruktur** finden sich unter dem Oberbegriff Raum die Handlungsfelder Siedlungs- und Wirtschaftsflächenentwicklung, blau-grüne Infrastrukturen und Flächenverfügbarkeit und Qualitätssicherung. Unter dem Oberbegriff Infrastruktur und Mobilität sind u.A. verschiedene Handlungsfelder wie Neue Mobilität, Dateninfrastruktur, Ver- und Entsorgung oder Wasserstoff enthalten. (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021).

Analog zur Wahrnehmung der Leitbilder drehen sich bei den interviewten Stakeholdern auch die Leit-themen hauptsächlich um Energiefragen (Interview RR 2, 3, 5, 6), die Zukunft der Industrie (Interview RR 2, 3, 4, 5) und um Innovationen, aber kaum um Bildung, Raumaspekte (Interview RR 4) und Infrastruktur (Interview RR 5). Insbesondere das Auslaufen der Kohleverstromung und deren Ersatz durch erneuerbare Energien (Interview RR 3, 6) und die Abkehr von Erdgas (Interview RR 5, 6) werden in diesem Zusammenhang genannt. Im Bereich der räumlichen Entwicklung wird die Nutzungskonkurrenz im Bereich der Flächen angeführt, die in ein harmonisches Gleichgewicht gebracht werden sollte (Interview RR 4). Auch der Umstieg auf Bio-Landwirtschaft wird nur von einer Person genannt (Interview RR 1). Des Weiteren wurde das Thema Digitalisierung als Zukunftsthema identifiziert (Interview RR 1, 4, 6)

#### **4.3.3 Bedeutung von Nachhaltigkeit im Strukturwandel und Berücksichtigung von Umweltaspekten**

Die Zukunftsagentur formuliert mit Blick auf Nachhaltigkeit und die Berücksichtigung von Umweltaspekten eine Palette wünschenswerter Visionen. So soll der Strukturwandel im Rheinischen Revier ein Modell für die Umsetzung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie sein und zu einer klimafreundlichen Lebensweise im Revier beitragen (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). Das bedeutet eine ökonomisch leistungsfähige, ökologisch verträgliche und sozial ausgewogene Entwicklung (ebd., S. 10). Durch diese Neuorientierung soll die Region ein neues Gesicht erhalten, das unter Einbeziehung der natürlichen Wachstumsprozesse im Naturraum attraktive Lebensumfelder kultivieren und neue hervorbringen soll (ebd.). Im Zusammenwirken aller Akteure sollen das Neue und Alte entdeckt und erlebt werden, wenn lebenswerte Orte existieren, die gut miteinander vernetzt sind und den Spielraum bieten, in dem Entwicklungen stattfinden und Experimente gewagt werden können (ebd.).

Zu diesem Punkt halten sich die Interviewten etwas zurück. Drei der Interviewten sagen zwar, dass die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie und Soziales) mitbetrachtet werden (Interview RR 3, 4, 5), ein Stakeholder räumt aber ein, dass ökologische Aspekte in Genehmigungsverfahren nachrangig betrachtet werden (Interview RR 5). Er plädiert dafür, dem Ausbau von Infrastrukturen ein höheres Gewicht zu geben (Interview RR 5). Sechs Interviewpartner haben hier gar kein Statement abgegeben. Insgesamt zeigen die Aussagen, dass die Berücksichtigung der ökologischen Aspekte grundsätzlich in den bestehenden Beteiligungsverfahren gesehen wird und keine darüberhinausgehende Notwendigkeit für eine stärkere Berücksichtigung ökologischer Belange gesehen wird.

#### 4.3.4 Infrastrukturen im Revier

Das Wirtschafts- und Strukturprogramm 1.1 der Zukunftsagentur Rheinisches Revier (2021) geht auch auf räumliche Aspekte und Infrastrukturen im Revier ein: Der Umgang mit Flächen soll verantwortungsvoll, interkommunal und nachhaltig geschehen, damit die Region mit moderner Infrastruktur und Mobilität vielfältig vernetzt wird (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021).

Neben einer Baulandmobilisierungsstrategie für Gewerbe und Industrie sei auch eine Förderung von interkommunaler Zusammenarbeit an geeigneten Standorten sowie die Erschließung und Aktivierung der landesbedeutsamen Gewerbe- und Industrieflächen sinnvoll (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021).

Die heute noch zentral strukturierte Energieversorgung mit großen Kohlekraftwerken als Lieferanten von Strom und Wärme soll sich dezentralisieren (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). In Zukunft soll ein Großteil des Stromes, der Wärme und der Kälte durch kleinere Einheiten weiträumiger verteilt aus unterschiedlichen erneuerbaren, fluktuierenden, diskontinuierlichen und hoch dynamischen Quellen geliefert werden (ebd.). Technische Lösungen sollen an Bedeutung gewinnen, als Beispiele werden etwa Brennstoffzellen, dezentrale Kraftwärmekopplung (KWK) oder auch Photovoltaik- (PV) und Thermosolaranlagen genannt sowie Technologien zur Wasserstoffspeicherung- und Nutzung. (ebd., S. 23 f.). Diese Entwicklungen benötigen aus Sicht der ZRR eine dynamische Netzinfrastuktur und die Nutzung vorhandener Netze für neue Energieträger (ebd.). Die Strom-, Erdgas- und Wärmenetze müssten fit werden für künftige Anforderungen, dazu gehören aus Sicht der ZRR die Umstellung von vorhandenen Nah- und Fernwärmenetzen auf niedrigere Temperaturniveaus und eine Ertüchtigung der Erdgasnetze zum Transport von Wasserstoff. (ebd.).

Auch der Umgang mit Mobilitätsfragen wird adressiert. Als wichtig wird die bedarfsgerechte Versorgungs-, Betankungs – oder Ladeinfrastruktur gesehen sowie die Einrichtung von Mobilitätshubs zur Integration unterschiedlicher Arten der Individualmobilität mit ÖPNV-Lösungen. Die Bandbreite der Antriebs- und Kraftstoffoptionen für eine klimaverträgliche Mobilität reicht von Radverkehr über batterie- und brennstoffzellenbetriebene Fahrzeuge für den Individualverkehr bis zu kohlenstoffhaltigen Kraftstoffen wie LNG und CNG für den Langstreckengüterverkehr sinnvoll (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021, S. 38).

Das erfordert laut ZRR die Konzeption von neuen Stadt- und Siedlungslandschaften im Rheinischen Revier, so dass Wohnen, Arbeiten und Freizeit wieder näher beieinanderliegen und sich lange Wege erübrigen würden (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). Ebenso könnte die Herstellung von neuen Radschnellwegen durchs Revier neue attraktive Verbindungen schaffen, die dazu beitragen, öfter mal das Auto stehen zu lassen (ebd.). Das könnte durch Reaktivierung/Umnutzung früherer Kohlebahnen für neue Wege und Trassen innerhalb einer stark veränderten Landschaft geschehen (ebd.). Der Ausbau der digitalen Infrastruktur wird als wichtiges Element einer infrastrukturellen Entwicklung identifiziert und daraus der Bedarf an

Grundlagenuntersuchungen und Machbarkeitsstudien abgeleitet und als Fördernotwendigkeit benannt (ebd., S. 108)

Zusätzlich sollen durch Ausbau der digitalen Infrastruktur zusammen mit neuen virtuellen Instrumenten und Technologien neue Formen des ortsunabhängigen Arbeitens, Kommunizierens und Einkaufens ermöglicht werden (ebd.).

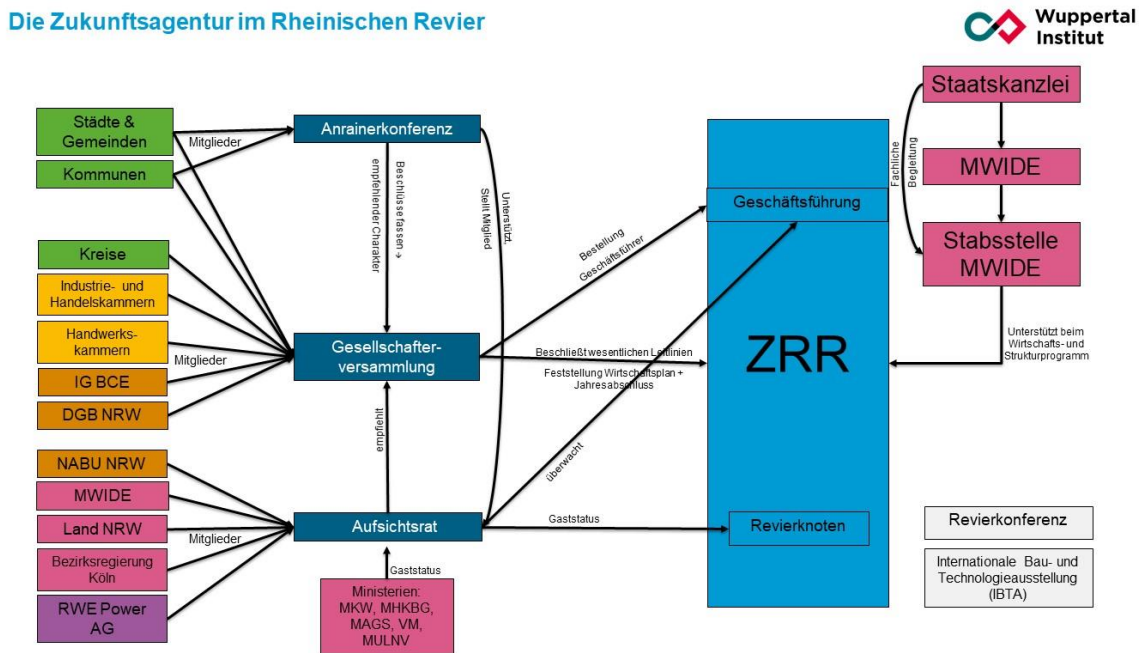
Zu Infrastrukturfragen haben sich nur wenige der interviewten Stakeholder Gedanken gemacht. So benennen sie zwar ihre Bedarfe an Leitungen bzw. Pipelines für Strom, Erdgas, H<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> und Mobilitätsangeboten, aber über die Antwort auf die Frage, wie diese Bedarfe an Infrastrukturleistung nachhaltig und umweltfreundlich bedient werden können, liegen offenbar noch keine fundierten Überlegungen vor. So wird im Themenfeld Mobilität eine gute ÖPNV-Anbindung (Interview RR 4) mit der Reaktivierung von Werkbahnen (Interview RR 3) und ein gutes Radwegenetz mit Radschnellwegen (Interview RR 1, 4) und Mobilitätsstationen (Interview RR 1) genannt. Bei der Versorgung mit Energie sollte diese preiswert und stabil sein (Interview RR 4) (dies entspricht den klassischen Prinzipien kommunaler Daseinsvorsorge) und ergänzt werden durch H<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Pipelines, um nachhaltig produzieren zu können (Interview RR 2, 5). Auch die digitale Infrastruktur, und hier insbesondere die Glasfasertechnologie, sollte ausgebaut werden (Interview RR 3, 6). Wo genau im Revier dies räumlich verortet werden sollte, welche Kapazitäten erforderlich wären und in welcher konkreten Aus-gestaltungsform dies geschehen könnte, bleibt offen.

#### **4.3.5 Governance des Strukturwandels**

Für die Zukunftsagentur Rheinisches Revier ist die enge Verzahnung aller Akteurinnen und Akteure der Region der entscheidende Faktor für den Erfolg (siehe Abb. 3). Kooperation und Koordination der Akteure erleichtern es aus Sicht des ZRR, neue Geschäftsmodelle umzusetzen sowie neue Lebens- und Arbeitsumfelder und einen hochwertigen Naturraum zu schaffen und auf diese Weise vorhandene, gesunde Strukturen zu festigen (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). Die Vernetzung ist laut Zukunftsagentur integriert, repräsentativ und inklusiv angelegt, wodurch ein niedrigschwelliger Zugang für neue Geschäftsmodelle geschaffen wird (ebd.). Damit soll der Strukturwandel auch Chancen für eine gleichberechtigte Teilhabe aller Akteure in allen Bereichen und auf allen Ebenen schaffen und so dazu beitragen, dass die Menschen im Rheinischen Revier eine gemeinsame Identität entwickeln (ebd.).

In diesem Feld scheint es noch eine große Diskrepanz zwischen dem formulierten Anspruch und der praktischen Umsetzung zu geben. So mahnen die Stakeholder eine deutliche Beschleunigung der Planungsverfahren an (Interview RR 2, 3, 4, 5). Damit verbunden ist der Wunsch nach einer besseren Ressourcen-ausstattung in den Planungs- und Genehmigungsbehörden (Interview RR 4). Auch die Strukturen der Zukunftsagentur (Interview RR 6) und die Verfahren zur Mittelvergabe (Interview RR 1, 6) werden als schwierig und zäh bezeichnet. So fände zwischen den Gemeinden oft keine Abstimmung statt (Interview RR 1). Außerdem weisen einige Stakeholder darauf hin, dass in den Förderkriterien viel mehr Augenmerk auf Nachhaltigkeit und den Ausbau erneuerbarer Energien gelegt werden sollte (Interview RR 4, 6). Auch sollte der Fokus nicht so stark auf Arbeitsplätze, sondern auch auf Umweltthemen und die Landwirtschaft gelegt werden (Interview RR 1). Zudem wird kritisiert, dass Gruppen wie Umweltverbände und Kirchen keine Förderanträge stellen können (Interview RR 1). Und ein Stakeholder würde sich eine frühzeitigere Planung für die Trassenverläufe von Pipelines wünschen (Interview RR 5).

Abbildung 5: Verzahnung aller Akteurinnen und Akteure im Rheinischen Revier



Quelle: eigene Darstellung, Wuppertal Institut (Stand Anfang 2022)

Die Darstellung in Abbildung 5 zeigt die Governancestruktur der Zukunftsagentur Rheinisches Revier zum Stand Anfang 2022. Aus ihr wird deutlich, dass die Vielfalt der Akteure im Revier aus Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft möglichst breit eingebunden werden soll. Aus dem Anspruch einer breiten Einbindung der unterschiedlichen Akteure des Strukturwandels im Revier erwuchs allerdings auch ein sehr umfangreiches und kompliziertes Verfahren zur Abstimmung von Positionen und Inhalten, die eine Zuspitzung von Strategien und Positionen erschweren. Das äußert sich z. B. in der Themenvielfalt des hier grundlegend zitierten Wirtschafts- und Strukturprogramms, auf dessen Basis vielfältige Anträge für die Förderung durch Bundesmittel erarbeitet wurden. In dem sogenannten Sterneverfahren (<https://www.rheinisches-revier.de/wie/foerderung/revier-gestalten/wie-bewerbe-ich-mich-mit-meiner-projektidee/>) werden Anträge erstellt, geprüft, ausgearbeitet und schlussendlich einem Bundesförderprogramm zugeordnet. Allerdings beginnt nach dieser umfangreichen Vorarbeit erst die eigentliche Antragsphase in dem Bundesförderprogramm, das nicht notwendigerweise die gleichen inhaltlichen Zielrichtungen wie das Wirtschafts- und Strukturprogramm der Zukunftsagentur enthält. Dadurch gibt es eine Vielzahl von Projekten aus dem Rheinischen Revier, die seit zwei Jahren in einer unklaren Antragsphase hängen oder nach Durchschreiten des Sterneverfahrens keine Förderung durch die Bundesförderprogramme bekommen. Daraus erwächst vermutlich ein Teil der durch die Interviews gezeigte Unzufriedenheit der Akteure (vgl. insb. Interview RR 1, 6).

#### 4.3.6 Potentiale und besondere Merkmale des Reviers

Das Rheinische Revier verfügt bereits jetzt über eine leistungsfähige und innovative Industrie, exzellente Hochschulen und Forschungseinrichtungen (Zukunftsagentur Rheinisches Revier, 2021). Somit bestehen aus Sicht der Zukunftsagentur gute Voraussetzungen, um wissenschaftliche Erkenntnisse in neue Produktionsverfahren, Produkte und Dienstleistungen zu überführen und leistungsfähige Technologieverwertungsketten aufzuzeigen mit dem Ziel, neben den bereits verfügbaren Technologien neue Technologien zu zeigen (ebd.).

## 5 Die drei Reviere im Vergleich – Gemeinsamkeiten und Unterschiede

Der Vergleich zwischen den Revieren gibt erste Hinweise auf möglicherweise übertragbare Ergebnisse (auch in Regionen ohne dezidiert initiierten Strukturwandel).

Folgende **Gemeinsamkeiten** der Strukturwandelprozesse in den drei Revieren mit Blick auf Leitbilder, die Governance des Strukturwandels und die Bedeutung nachhaltiger, dezidiert ökologischer Kriterien lassen sich identifizieren:

- ▶ Im Fokus der Debatten zum Strukturwandel in den drei Revieren geht es um die Substitution der in der Braunkohle wegfallenden gut bezahlten, tarifgebundenen **Arbeitsplätze** durch neue und damit den quantitativen Erhalt des Arbeitsplatzangebots in der Region (lediglich im Rheinischen Revier geht es auch explizit um Arbeitsplätzeaufwuchs). Kernelement dabei ist in allen Revieren die Diversifizierung der Wirtschafts- und Branchenstrukturen.
- ▶ **Nachhaltigkeit** wird in alle drei Revieren als Orientierungsmarke gesetzt. In der Abwägung der Nachhaltigkeitsdimensionen stehen jedoch die Ökonomie (Primat der Ökonomie) und Soziales im Vordergrund. Auch wenn auf der verbalen Ebene in den Interviews zunächst viele Interviewpartner\*innen wohl eher sozial erwünscht antworteten und Ökologie als gleichrangig benennen, werden ökologische Aspekte in allen drei Regionen in der konkreten Praxis und Entscheidung nachrangig behandelt, was z. B. in der Gewichtung in den Scoringverfahren zum Ausdruck kommt. Umweltwirkungen werden über formale Erfordernisse und Prüffragen im Planungsprozess bearbeitet.
- ▶ Alternative Leitbilder und Konzepte wie Suffizienz und neue Lebensstile oder Ansätze alternativer Ökonomie (z. B. doughnut economy) und regionalökonomischer Entwicklungsbilder kommen in den drei Revieren nicht zur Sprache – zumindest gaben die geführten Interviews hierauf keine substanziellen Hinweise.
- ▶ In allen Revieren werden vielfältige Projekte geplant und z.T. bereits gefördert, die sich jedoch in der Summe nicht in einem klar erkennbaren, stringenten Zukunftsbild widerspiegeln. Formate und Einrichtungen zur Steuerung und Vernetzung der Akteure (**Governance**) wie etwa die Zukunftsagentur Rheinisches Revier, die Metropolregion Mitteldeutschland, die Wirtschaftsregion Lausitz GmbH oder die Sächsische Agentur für Strukturentwicklung haben Potenzial, den Austausch der Akteure weiter zu stärken und ein gemeinsames Bild der Revierentwicklung im Strukturwandel zu entwickeln und geplante Projekte daraufhin abzustimmen.
- ▶ In allen drei Revieren wird die Chance erkannt, mit Hilfe der Strukturmittel Forschung und Innovationen zu fördern und somit Vorreiterpositionen in gewissen Branchen zu entwickeln. Die Notwendigkeit des Strukturwandels wird so gesehen als Chance erkannt.
- ▶ Ein gemeinsames Ergebnis der Interviews aus den Revieren ist die Aussage, dass Planungs- und **Genehmigungsverfahren** vereinfacht werden sollten. Das hängt z. B. im Rheinischen Revier (aber genauso in den anderen Revieren) damit zusammen, dass der Ausbau der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien aufgrund des absehbar wachsenden Bedarfs der Industrie massiv steigen muss und die Landesregierung in NRW möglichst viele Hebel ansetzen möchte, damit das schnell erfolgen kann. Umfangreiche Planungs- und Beteiligungsverfahren gelten hier als Bremse. Die etablierten Verfahren stellen aber auch sicher, dass eine gesellschaftliche Beteiligung und eine Prüfung der Umweltauswirkungen erfolgen und es damit zu einem ausgewogenen Interessensausgleich kommen kann. Die Interviews aus den Revieren haben ergeben, dass die Akteure vor Ort die



Berücksichtigung möglicher Umweltauswirkungen durch diese Planungsverfahren gewährleistet sehen, aber auch keine darüber hinaus gehenden Ansprüche oder Prozesse gesehen haben. Damit könnte sich eine Verschlankung oder Verkürzung der Planungs- und Beteiligungsverfahren negativ auf die Einbeziehung von Bürger\*inneninteressen oder auf die Berücksichtigung von Umweltauswirkungen von Infrastrukturmaßnahmen auswirken. Ein gesellschaftlicher Diskurs zur Abwägung des Zielkonflikts zwischen Geschwindigkeit in der Planung und Umsetzung von Infrastrukturvorhaben und öffentlicher Beteiligung und Abwägung scheint notwendig.

Neben den genannten Gemeinsamkeiten zeigen sich aber auch **Unterschiede** zwischen den Revieren:

- ▶ In und zwischen den Revieren existieren keine einheitlichen Verfahren und Strukturen zur **Beantragung von Fördermitteln** sowie der darauffolgenden Bewilligungsprozesse. Im Rheinischen Revier wird mit einem (aufwendigen) Sternbewertungssystem in der Vorauswahl der Projekte verfahren (weshalb sich Entscheide über die Fördermittelvergabe hier verzögern). Im Lausitzer und Mitteldeutschen Revier sind diese vorgeschalteten Verfahren schlanker gehalten. Allerdings erstrecken sich die beiden ostdeutschen Reviere jeweils über mehrere Bundesländer, wobei die Länder keine einheitlich normierten Verfahren der Fördermittelvergabe und Projektbewilligung haben.

Unterschiede zeigen sich insb. aufgrund der regionalen Ausgangsbedingungen der Reviere:

- ▶ Ausgehend von den bestehenden Infrastrukturen (z. B. Wasserstoffpipeline) und bereits heute diversifizierten **Branchenstrukturen** können das Mitteldeutsche und das Rheinische Revier den Strukturwandel stärker aus einer Anpassungsperspektive bestehender Industrien und Infrastrukturen heraus angehen. Hier kann Bestehendes weiterentwickelt und transformiert werden. Demgegenüber steht in der Lausitz der Aufbau neuer Branchen und Wertschöpfungsketten stärker im Fokus. Vor dem Hintergrund der unterschiedlich diversifizierten Wirtschaftsstrukturen hat der Braunkohleabbau im Lausitzer Revier aufgrund fehlender ökonomischer Säulen mit ähnlicher Wirtschaftskraft einen höheren Stellenwert als in den beiden anderen Revieren. Im Mitteldeutschen und Rheinischen Revier sind hohe Wertschöpfungsanteile auch auf andere Wirtschaftszweige (z. B. Chemie, Stahlbau etc.) verteilt.
- ▶ Der ökonomische Stellenwert der Braunkohle in den Revieren bedingt auch eine unterschiedliche Ausprägung gesellschaftlich relevanter **Revieridentitäten**. In der Lausitz scheint die Identität als Braunkohle- und Energieregion am stärksten ausgeprägt zu sein.

## 6 Infrastrukturentwicklung und -bedarfe in den Revieren

Der voranschreitende Strukturwandel in den drei noch aktiven Braunkohleregionen Deutschlands bringt neue Anforderungen an Infrastrukturentwicklungen mit sich. Für das Projektvorhaben ist es zielführend herauszufinden, welche konkreten Infrastrukturbedarfe im Zuge des Strukturwandels in den Revieren auftreten. Aus den Analysen und Interviews können folgende Schlüsse in Bezug auf die Infrastrukturentwicklung und mögliche Infrastrukturbedarfe in den Revieren gezogen werden.

Mit dem Ausstieg aus der Braunkohleverstromung geht die Zielstellung der Dekarbonisierung der Energieversorgung einher. Folgerichtig lässt sich in allen Revieren die Notwendigkeit einer Transformation zur klimaneutralen Gesellschaft aus den übergeordneten Strategiepapieren ablesen, auch wenn die Interviews mit den Einzelakteuren deutlich gemacht haben, dass der Stellenwert der Klimaneutralität je nach Revier und Akteur unterschiedlich eingeordnet wird. Die drei betrachteten Reviere erklären es als Ziel, die Strom- und Wärmeversorgung künftig auf regenerativer Basis zu ermöglichen. Dabei ist es wichtig, die Infrastrukturen flexibel miteinander zu vernetzen, sodass die Versorgungssicherheit jederzeit gewährleistet ist. Eine vorausschauende und integrierte **Infrastrukturplanung** fehlt in allen drei Revieren (vgl. zu Infrastrukturen Kapitel 5). Infrastrukturbelange wie unterschiedlich geeignete Technikooptionen, Sektorenkopplungen und räumlich verortete Bedarfsanalysen werden auf Revierebene und in Bezug auf die strategischen Leitbilder der Revierentwicklung (bisher) kaum diskutiert.

Eine Dekarbonisierung des Energiesektors birgt erhöhte Anforderungen an das bestehende Stromnetz. Durch eine zunehmend regenerative Produktion von Strom und eine erhöhte Nachfrage sind Anpassungen am Stromnetz notwendig. Besonders die Ansiedlung von Großunternehmen (z. B. neues ICE-Werk der Deutschen Bahn in Cottbus) erfordert eine **Kapazitätserweiterung bestehender Stromnetze**.

Die untersuchten Braunkohlereviere streben die **Etablierung von Wasserstoffinfrastruktur** an. Wasserstoff wird aufgrund der Anwendungsvielfalt als Flexibilitätsoption und Speicher bei der Produktion von überschüssigem regenerativen Strom eine hohe Bedeutung im Strukturwandel zugerechnet. Das Mitteldeutsche und angrenzend an NRW-Netze das Rheinische Revier können auf umfangreiche **bestehende Wasserstoffinfrastrukturnetze** zurückgreifen. So wird in beiden Revieren intensiv über den Anschluss an ein zukünftiges deutschlandweites Wasserstoffnetz bzw. den regionalen Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur und damit verknüpfter Industrien diskutiert. Im Lausitzer Revier sind diese Überlegungen nicht in diesem Maße konkret. Eine zukünftig umfangreiche Verwendung von Wasserstoff wird jedoch auch im Lausitzer Revier in Leitbildern und Interviews genannt. Gleichzeitig haben die Untersuchungen im Projekt Hinweise gegeben, dass die notwendigen Infrastrukturen für eine Wasserstoffwirtschaft überwiegend von Einzelprojekten aus gedacht werden und es keine übergreifenden Infrastrukturkonzepte oder ein Bild für einen Zielzustand mit der dazu passenden Infrastruktur gibt. Die konkreten Bedarfe einer Wasserstoffinfrastruktur sind aus den Leitbildprozessen und explorierten Interviews nicht ablesbar.

Es ist grundsätzlich zu erkennen, dass in den Revieren für keinen Sektor konkrete Infrastrukturentwicklungen und -bedarfe abgeleitet werden. Infrastrukturen kommen dann in die Diskussion und die konkrete Planung, wenn in Projekten wie z. B. der Errichtung von Industrieparks deren Ver- und Entsorgung herzustellen ist und wenn der Bau einer Infrastruktur Gegenstand eines Strukturwandelförderprojekts ist (vgl. z. B. Wasserstoffinfrastruktur). Aussagen bleiben besonders im Energiesektor vage. Dies ist unter anderem auf die aktuelle geopolitische Lage zurückzuführen, die von großen Unsicherheiten geprägt ist. Die Schlussfolgerung lässt sich durch eine Abfrage in den Interviews bestätigen. Anhand einer Liste von innovativen gekoppelten Infrastrukturlösungen (vgl. Anlage 3) mit IKT Unterstützung waren die

Befragten in den Interviews angehalten Einschätzungen abzugeben, welche Infrastruktur-lösungen in den jeweiligen Revieren Relevanz entfalten werden. Besonderes Augenmerk bei der qualitativen Auswertung lag auf den Antworten der Ver- und Entsorgungsunternehmen. Es ist zu festzustellen, dass nur wenige gekoppelte Infrastrukturlösungen, denen regionale Relevanz zugemessen wird, mit einem konkreten zeitlichen Bezug zur Umsetzung hinterlegt sind. Daraus lässt sich erkennen, dass sich die Ver- und Entsorgungsunternehmen in den Revieren noch auf keine zukünftigen Technologien festlegen können. Dies verhindert die Ableitung konkreter Infrastrukturentwicklungen und -bedarfe im Vorhaben. In allen drei Revieren zeigt sich hier das „Henne-Ei-Problem“ in der Infrastrukturplanung: wo kein Bedarf an Infrastrukturleistung gegeben ist, wird auch in der Regel keine Infrastruktur gebaut. Und wo keine Infrastruktur existiert, siedeln sich auch keine Unternehmen als Abnehmer von Infrastrukturleistungen an. Die Synchronisation der Planungsprozesse und der Abstimmung der Akteure der Angebots- und Bedarfsseite von infrastrukturellen Leistungen scheint in allen drei Revieren ein Knackpunkt/eine Herausforderung zu sein.

Des Weiteren ist anzumerken, dass aktuelle infrastrukturelle Entwicklungen weiterhin auf eine Verbesserung/Anpassung der bestehenden Systeme setzen, damit nicht der innovativen Sektorenkopplung mit IKT Unterstützung zuzurechnen sind und somit in der Umfrage keine Beachtung fanden. Als Beispiel ist der Ausbau des Heizkraftwerkes Cottbus zu nennen. Im Januar 2022 wurde die Umrüstung der Anlage auf Erdgas-BHKWs fertiggestellt (HKW Heizkraftwerksgesellschaft Cottbus mbH, 2022). Der Energieträger Braunkohle sollte damit abgelöst werden, um durch Anlagen mit hohem Wirkungsgrad die Brücke zu zukünftigen regenerativen Lösungen zu schlagen. Aufgrund der hohen Investitionssumme wurde mit zwei Jahrzehnten Mindestlaufzeit gerechnet (Interview LR 6). Innovative Ansätze der Sektorenkopplung mit IKT Unterstützung wurden für diese Infrastrukturentwicklung nicht mitbedacht.

Durch notwendige technische Anpassungen der Infrastrukturen werden neben den ökonomischen auch sozial-ökologische Anforderungen an den Strukturwandelprozess gestellt. Der konkrete Beitrag innovativer Infrastrukturlösungen am sozial-ökologischen Strukturwandel ist jedoch nach bisherigem Projekt-stand noch nicht abschätzbar. Dabei kommt es darauf an, Themen wie Wasserressourcenmanagement, Etablierung regenerativer Energien, Digitalisierung und Umgestaltung von Verteilnetzen im Sinne der Nachhaltigkeit zu durchdenken und zu etablieren.

## 7 Quellenverzeichnis

- Berger, W., Lademann, S., Schnellenbach, J., Weidner, S. & Zundel, S. (2019). Standortpotentiale Lausitz: Studie im Auftrag der Zukunftswerkstatt Lausitz. <https://opus4.kobv.de/opus4-UBICO/frontdoor/index/index/docId/25436>
- Berkner, A. (2019). Herausforderung Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung: Bestandsaufnahme und Perspektiven für die Braunkohlenreviere in Deutschland. Informationen zur Regionalplanung. Leipzig.
- Bertenrath, R., Bähr, C., Kleissner, A. & Schaefer, T. (2018). Folgenabschätzung Klimachutzplan: Strukturwandel in den Braunkohleregionen: Gutachten für den Deutschen Braunkohlen-Industrie-Verein e.V. DEBRIV. Köln. <https://www.iwkoeln.de/studien/roman-bertenrath-cornelius-baehr-thilo-schaefer-strukturwandel-in-den-braunkohleregionen.html>
- BMU. (2016). Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze der Bundesregierung.
- BMWi (Hrsg.). (Januar 2019). Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“: Abschlussbericht. [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile)
- Bundesnetzagentur. (2020). Genehmigung des Szenariorahmens 2021-2035. Bonn. [https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/Szenariorahmen\\_2035\\_Genehmigung\\_1.pdf](https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/Szenariorahmen_2035_Genehmigung_1.pdf)
- Bundesnetzagentur. (2022). Bestätigung Netzentwicklungsplan 2021-2035: Bedarfsermittlung 2021-2035. Bonn. [https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/NEP2035\\_Bestaetigung.pdf](https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/NEP2035_Bestaetigung.pdf)
- Dahlbeck, E. & Gärtner, S. (2019). Gerechter Wandel für Regionen und Generationen: Erfahrungen aus dem Strukturwandel im Ruhrgebiet. [https://www.wwf.de/fileadmin/user\\_upload/WWF\\_Studie\\_Gerechter\\_Wandel\\_fuer\\_Regionen\\_und\\_Generationen.pdf](https://www.wwf.de/fileadmin/user_upload/WWF_Studie_Gerechter_Wandel_fuer_Regionen_und_Generationen.pdf)
- Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen, Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 37 (2020 & i.d.F.v. 08.08.2020).
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wuppertal Institut & Ecologic Institut. (2018). Die Beendigung der energetischen Nutzung von Kohle in Deutschland. Berlin, Wuppertal. Wuppertal Institut; Ecologic Institut; DIW Berlin. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwilqdCwrJGCaxXTRfEDHS\\_eDR4QFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fpub.wupperinst.org%2Ffiles%2F7231%2F7231\\_Kohlereader.pdf&usg=AOvVaw3ZQ1P90cxATxMPLzOSPvon&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwilqdCwrJGCaxXTRfEDHS_eDR4QFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fpub.wupperinst.org%2Ffiles%2F7231%2F7231_Kohlereader.pdf&usg=AOvVaw3ZQ1P90cxATxMPLzOSPvon&opi=89978449)
- Herman, H., Schumacher, K. & Förster, H. (2018). Beschäftigungsentwicklung in der Braunkohleindustrie: Status quo und Projektion. Dessau-Roßlau. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwictbL1qpGCaxVOR\\_EDHQYiCLUQFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fmedien%2F3521%2Fpublikationen%2F2018-07-25\\_climate-change\\_18-2018\\_beschaeftigte-braunkohleindustrie.pdf&usg=AOvVaw3Kag5Q26sf09nk9LpFv9fs&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwictbL1qpGCaxVOR_EDHQYiCLUQFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fmedien%2F3521%2Fpublikationen%2F2018-07-25_climate-change_18-2018_beschaeftigte-braunkohleindustrie.pdf&usg=AOvVaw3Kag5Q26sf09nk9LpFv9fs&opi=89978449)
- HKW Heizkraftwerksgesellschaft Cottbus mbH (Hrsg.). (2022). Heizkraftwerk morgen. <https://heizkraftwerk-cottbus.de/heizkraftwerk-morgen/>
- Jacob, K., Wolff, F., Graaf, L. & Heyen, D. A. (2019). Transformative Umweltpolitik. Ansätze zur Förderung gesellschaftlichen Wandels. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-01-15\\_texte\\_07-2020\\_transformative-umweltpolitik.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-01-15_texte_07-2020_transformative-umweltpolitik.pdf)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Das Rheinische Braunkohlerevier. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/grundwasser/folgen-des-braunkohleabbaus/das-braunkohlerevier/>

Libbe, J. (2015). Transformation städtischer Infrastruktur: Perspektiven und Elemente eines kommunalen Transformationsmanagements am Beispiel Energie.

Libbe, J., Petschow, U., Trapp, J., Arndt, W.-H. & Floeting, H. (2018). Diskurse und Leitbilder zur zukunftsfähigen Ausgestaltung von Infrastrukturen: Abschlussbericht im Rahmen des Projekts "Notwendigkeiten und Möglichkeiten zur klimaresilienten und zukunftsfähigen Ausgestaltung von nationalen und grenzüberschreitenden Infrastrukturen".

Metropolregion Mitteldeutschland Management GmbH. (Juni 2022). Kompass für Innovation und Wertschöpfung: Mitteldeutsches Revier veröffentlicht länderübergreifende Strukturwandel-Strategie [Pressemitteilung]. Leipzig.

Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (Hrsg.). (2020). Revierkarte. [https://braunkohle.de/wp-content/uploads/2017/08/Revierkarte-MIBRAG-2020\\_August\\_quer.pdf](https://braunkohle.de/wp-content/uploads/2017/08/Revierkarte-MIBRAG-2020_August_quer.pdf)

Riechel, R., Scheller, H., Trapp, J., Libbe, J. & Walker, B [Benedikt] (2020). Vom Städtebau zur städtischen Transformationsstrategie.

Rieve, C., Herpich, P., Brandes, L., Oei, P.-Y., Kemfert, C. & Hirschhausen, C. R. von. (2021). Kein Grad weiter - Anpassung der Tagebauplanung im rheinischen Braunkohlerevier zur Einhaltung der 1,5-Grad-Grenze. DIW Berlin: Politikberatung kompakt: Bd. 169. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW).

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., III, F. S. C., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., Wit, C. A. de, Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., K. Snyder, P., Costanza, R., Svedin, U., . . . Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(24), 472–475.

Rosenfeld, M. T. & Stefansky, A. (Hrsg.). (2021). Metropolregion Mitteldeutschland aus raumwissenschaftlicher Sicht (Arbeitsberichte der ARL 30). Hannover. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0156-42954>

Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung (SMR Sachsen). (2019). Das Mitteldeutsche Revier - Strukturentwicklung in den sächsischen Braunkohlerevieren. <https://www.strukturentwicklung.sachsen.de/das-mitteldeutsche-revier-4419.html>

Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung. (2020). Handlungsprogramm zur Umsetzung des Strukturstärkungsgesetzes Kohleregionen des Bundes in den sächsischen Braunkohlerevieren.

Schnabel, F., Heydkamp, C., Schmitz, M., Braun, S., Albrecht, P., Lonien, J., Rothballer, C., Jacobi, N., Robrecht, H. & Ullrich, P. (Juni 2020). Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht. Dessau-Roßlau.

Schütz, S. (2022). WASSERSTOFFNETZ MITTELDEUTSCHLAND: Kurzfassung Machbarkeitsstudie. Leipzig. <https://www.mitteldeutschland.com/de/machbarkeitsstudie-schlaegt-laenderuebergreifendes-wasserstoffnetz-mitteldeutschland-vor/>

Staatskanzlei und Ministerium für Kultur des Landes Sachsen-Anhalt. (2021). Strukturentwicklungsprogramm: Mitteldeutsches Revier Sachsen-Anhalt. Magdeburg. [https://strukturwandel.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Schulung/Strukturwandel/SEP/Strukturentwicklungsprogramm\\_\\_Druckfassung\\_\\_01.pdf](https://strukturwandel.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Schulung/Strukturwandel/SEP/Strukturentwicklungsprogramm__Druckfassung__01.pdf)

Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen (Anlagen), BGBl. I S. 1795 (2020).

WBGU. (2016). Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte [1. Auflage]. WBGU Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen.

Winker, M., Trapp, J. H., Libbe, J. & Schramm, E. (Hrsg.). (2017). Edition Difu - Stadt, Forschung, Praxis: Bd. 16. Wasserinfrastruktur: Den Wandel gestalten: Technische Varianten, räumliche Potenziale, institutionelle Spielräume. Deutsches Institut für Urbanistik.

Wirtschaftsregion Lausitz GmbH. (2020). DIGITAL@LAUSITZ: Die Digitalisierungsstrategie für die Lausitz. Im Auftrag der Zukunftswerkstatt Lausitz. Cottbus. [https://zw-lausitz.de/fileadmin/user\\_upload/01-content/03-zukunftswerkstatt/02-downloads/studie-digital-lausitz-digitalisierungsstrategie.pdf](https://zw-lausitz.de/fileadmin/user_upload/01-content/03-zukunftswerkstatt/02-downloads/studie-digital-lausitz-digitalisierungsstrategie.pdf)

Wirtschaftsregion Lausitz GmbH (Hrsg.). (2021). Entwicklungsstrategie Lausitz 2050. Cottbus.

Wittmayer, J. & Hölscher, K. (2017). Transformationsforschung: Definitionen, Ansätze, Methoden. Texte / Umweltbundesamt: 2017, 103. Umweltbundesamt. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-11-08\\_texte\\_103-2017\\_transformationsforschung.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-11-08_texte_103-2017_transformationsforschung.pdf) <https://doi.org/3714>

Wörten, C., Keppler, L. & Holzhausen, G. (2017). Arbeitsplätze in Braunkohleregionen–Entwicklungen in der Lausitz, dem Mitteldeutschen und Rheinischen Revier. Berlin. arepo consult. [https://arepoconsult.com/wp-content/uploads/2019/11/2017\\_gruene\\_arbeitsplaetze-braunkohle\\_kurzstudie.pdf](https://arepoconsult.com/wp-content/uploads/2019/11/2017_gruene_arbeitsplaetze-braunkohle_kurzstudie.pdf)

Zukunftsagentur Rheinisches Revier (Hrsg.). (Juni 2021). Wirtschafts- und Strukturprogramm 1.1 für das rheinische Zukunftsrevier. Jülich.

## A Anhang: Übersicht der Interviews

### Lausitzer Revier

Code	Institution	Datum
LR 1	Stadt Cottbus/Chóśebuz	15.06.2022
LR 2	Landratsamt Görlitz	17.08.2022
LR 3	Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald	09.06.2022
LR 4	Lausitz Energie Bergbau AG	26.07.2022
LR 5	IHK Cottbus	02.08.2022
LR 6	Stadtwerke Cottbus GmbH	27.06.2022
LR 7	LWG Lausitzer Wasser GmbH & Co. KG	16.06.2022
LR 8	Wirtschaftsregion Lausitz GmbH	22.07.2022
LR 9	Sächsische Agentur für Strukturentwicklung GmbH (SAS)	30.06.2022
LR10	Stadtwerke Weißwasser GmbH	30.08.2022

### Mitteldeutsches Revier

Code	Institution	Datum
MDR 1	Staatskanzlei und Ministerium für Kultur des Landes Sachsen-Anhalt	09.06.2022
MDR 2	Regionaler Planungsverband Leipzig Westsachsen	16.08.2022
MDR 3	Metropolregion Mitteldeutschland Management GmbH	08.08.2022
MDR 4	Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung	07.07.2022
MDR 5	DGB Sachsen	30.06.2022
MDR 6	Stadt Hohenmölsen	02.08.2022
MDR 7	VNG AG	06.07.2022
MDR 8	InfraLeuna GmbH	15.09.2022
MDR 9	Stadtwerke Zeitz	27.09.2022

### Rheinisches Revier

Code	Institution	Datum
RR 1	Stadtwerke Düren	05.07.2022
RR 2	Speira (Aluminiumhersteller)	15.06.2022
RR 3	RWE	08.07.2022
RR 4	Rhein-Kreis Neuss	21.07.2022
RR 5	In4climate NRW im Rheinischen Revier	18.07.2022
RR 6	Wirtschaftsförderungs-gesellschaft Kreis Heinsberg	11.08.2022

## B Anhang: Leitfaden Expert\*innen-Interviews

### Fragencluster Leitbilder und Leitthemen der regionalen Entwicklung des Reviers

Was sind die aus Ihrer Sicht prägenden Themen / thematischen Debatten im Kontext des Strukturwandels in der Region? (Einstiegsfrage)

Spielen Ziele der Nachhaltigen Regionalentwicklung aus Ihrer Sicht eine Rolle in der Diskussion? Und wenn ja: Was genau wird dabei unter Nachhaltigkeit verstanden?

Wann wäre für Sie der Strukturwandel im Revier erfolgreich? (Wenn wir uns in das Jahr 2045 versetzten: Welche Strukturen/Ergebnisse müssten dann vorliegen?)

### Fragencluster Infrastrukturen

Schauen wir auf die Infrastrukturen im Strukturwandel; im Vorhaben interessieren uns insb. die technischen Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen (Strom, Gas, Wärme, Wasser/Abwasser, Verkehr, IKT).

Welche Bedarfe sehen Sie an infrastrukturell erbrachten Dienstleistungen, wie z. B. bestimmten Qualitäten der Energieversorgung, Mobilitätsangeboten etc.?

Inwiefern werden in der Strukturwandelregion die Umweltwirkungen neuer Infrastrukturlösungen mitbetrachtet/beachtet/eingeschätzt?

Welche der im Folgenden genannten Sektorenkopplungen werden nach Ihrer Einschätzung im Revier Relevanz entfalten?

- ▶ Abwasserwärmenutzung: Die Nutzung von im Abwasser anfallender thermischer Energie zur Wärmeversorgung.
- ▶ Bidirektionales Laden batterieelektrischer Fahrzeuge: Das Laden und Entladen von E-Fahrzeugen zum bedarfsgerechten Einsatz der elektrischen Energie.
- ▶ iKWK - Innovative Kraft-Wärme-Kopplung: Die Vernetzung einer KWK-Anlage mit einer erneuerbaren Wärmeerzeugung und einem elektrischen Wärmeerzeuger (Power-to-Heat) über ein zentrales Steuerungs- und Regelungssystem.
- ▶ Niedertemperatur Fernwärme: Absenkung der Netztemperatur als Grundlage zur adäquaten Implementierung von regenerativen Wärmeerzeugern und Dekarbonisierung der Fernwärme.
- ▶ Power-to-Heat: Die Nutzung (überschüssiger) regenerativer elektrischer Energie zur Bereitstellung von Wärme durch einen Elektrodenkessel.
- ▶ Power-to-Gas: Die Nutzung (überschüssiger) regenerativer elektrischer Energie zur Herstellung von Gasen wie z. B. Wasserstoff oder Methan.
- ▶ Schwarmkraftwerke/ Virtuelle Kraftwerke: Die Vernetzung und Zusammenschaltung von dezentralen Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen durch ein zentrales Steuerungs- und Regelungssystem zu einer Kraftwerkseinheit.
- ▶ SmartEnergyTechnology (Exytron): Produktion synthetischer Gase mithilfe regenerativer elektrischer Energie, Gas-Zwischenspeicherung und anschließende KWK-gestützte Strom und Wärmeerzeugung auf Basis dieser synthetischen Gase in einem geschlossenen Kreislauf unter Nutzung der Abwärme der Umwandlungsprozesse.



- ▶ Smart Grid (Intelligentes Stromnetz): Das (primär lokale) Management von Stromerzeugung, -speicherung, -netz und -verbrauch in Echtzeit zur Reduzierung von Leistungsschwankungen und Überdimensionierung der Netze.
- ▶ Stromgeführte KWK-Technik mit Wärmespeicher: Die Produktion von Strom nach dem Prinzip Kraft-Wärme-Kopplung mit einer Speicherung der zusätzlich anfallenden thermischen Energie zur zeitlichen Entkopplung der Bereitstellung beider Zielenergien.

### Fragencluster Governance des Strukturwandels

Welche Instrumente, Strukturen und Verfahren bräuchte es, um Umwelt- und Infrastrukturbelange und deren Verknüpfung im Strukturwandel in Ihrem Revier zu stärken?

Haben Sie Ideen, wie man die Vergabe von Fördermitteln für Infrastrukturen ökologisch nachhaltiger gestalten könnte? Wenn ja, wo sehen Sie Prioritäten? Und welche Kriterien könnte man hierfür nutzen?

### Fragencluster Thesen

Zum Schluss möchten wir Ihnen noch ein paar Aussagen/Thesen vorlesen, zu denen Sie bitte sagen, ob Sie diese teilen oder nicht. (Antwortmöglichkeiten: stimme voll und ganz zu, stimme zu, teils-teils, stimme nicht zu, stimme überhaupt nicht zu; Keine Antwort möglich)

**These 1:** Es geht im Strukturwandel des Reviers primär um wirtschaftliches Wachstum und Arbeitsplätze.

**These 2:** Eine Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch kann im Strukturwandel hier im Revier etabliert werden.

**These 3:** Die Visionen und Leitbilder gehen auf technische Infrastrukturen ein. Infrastrukturbedarfe werden in den regionalen Leitbildern und strategischen Planungen stringent abgeleitet.

**These 4:** Es wird implizit davon ausgegangen, dass Infrastrukturplanung die Leitbilder/Ziele der räumlichen und wirtschaftlichen Entwicklung nachvollzieht und ermöglicht. (Infrastrukturplanung ist reaktiv.)

**These 5:** Die möglichen Umweltauswirkungen von notwendigen Infrastrukturen werden mitbetrachtet und spielen in der regionalen Planung eine Rolle.

**These 6:** Der strukturwandelbedingte Infrastrukturausbau erfolgt „konventionell“, d. h. unter Anwendung bereits etablierter technischer Systeme. Neuartige Techniken bzw. Lösungen werden eine untergeordnete Rolle spielen.

### Fragencluster zum weiteren Vorgehen im Projekt

Wir suchen für eine Szenarienerstellung Untersuchungsräume oder Vorhaben (?) im Revier, bei deren Entwicklung der Infrastrukturausbau eine zentrale Rolle spielt bzw. spielen wird. Welche Teilräume/Gebiete würden Sie uns im Revier empfehlen? Welche Akteure sollten wir im Revier bzw. dem Untersuchungsraum unbedingt berücksichtigen?

## C Anhang: Liste von innovativen gekoppelten Infrastrukturlösungen

- ▶ Abwasserwärmenutzung: Die Nutzung von im Abwasser anfallender thermischer Energie zur Wärmeversorgung.
- ▶ Bidirektionales Laden batterieelektrischer Fahrzeuge: Das Laden und Entladen von E-Fahrzeugen zum bedarfsgerechten Einsatz der elektrischen Energie.
- ▶ iKWK - Innovative Kraft-Wärme-Kopplung: Die Vernetzung einer KWK-Anlage mit einer erneuerbaren Wärmeerzeugung und einem elektrischen Wärmeerzeuger (Power-to-Heat) über ein zentrales Steuerungs- und Regelungssystem.
- ▶ Niedertemperatur Fernwärme: Absenkung der Netztemperatur als Grundlage zur adäquaten Implementierung von regenerativen Wärmeerzeugern und Dekarbonisierung der Fernwärme.
- ▶ Power-to-Heat: Die Nutzung (überschüssiger) regenerativer elektrischer Energie zur Bereitstellung von Wärme durch einen Elektrodenkessel.
- ▶ Power-to-Gas: Die Nutzung (überschüssiger) regenerativer elektrischer Energie zur Herstellung von Gasen wie z. B. Wasserstoff oder Methan.
- ▶ Schwarmkraftwerke/ Virtuelle Kraftwerke: Die Vernetzung und Zusammenschaltung von dezentralen Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen durch ein zentrales Steuerungs- und Regelungssystem zu einer Kraftwerkseinheit.
- ▶ SmartEnergyTechnology (Exytron): Produktion synthetischer Gase mithilfe regenerativer elektrischer Energie, Gas-Zwischenspeicherung und anschließende KWK-gestützte Strom und Wärmeerzeugung auf Basis dieser synthetischen Gase in einem geschlossenen Kreislauf unter Nutzung der Abwärme der Umwandlungsprozesse.
- ▶ Smart Grid (Intelligentes Stromnetz): Das (primär lokale) Management von Stromerzeugung, -speicherung, -netz und -verbrauch in Echtzeit zur Reduzierung von Leistungsschwankungen und Überdimensionierung der Netze.
- ▶ Stromgeführte KWK-Technik mit Wärmespeicher: Die Produktion von Strom nach dem Prinzip Kraft-Wärme-Kopplung mit einer Speicherung der zusätzlich anfallenden thermischen Energie zur zeitlichen Entkopplung der Bereitstellung beider Zielenergien.