

Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel

Technische Infrastrukturen als Treiber der sozial-ökologischen Transformationen in den drei Braunkohlerevieren?

Erkenntnisse aus drei Beispielprojekten

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet I 2.5 Nachhaltige Raumentwicklung,
Umweltprüfungen
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Autorinnen und Autoren:

Jan Hendrik Trapp, Robert Riechel
(Deutsches Institut für Urbanistik)
Christoph Zeiss, Dietmar Schüwer (Wuppertal Institut)
Markus Gräbner, Jörg Walther (Brandenburgische
Technische Universität Cottbus-Senftenberg)
unter Mitwirkung von Dr. Aissa Rechlin, Mandy Hinzmann
(Ecologic Institut)

Redaktion:

Ulrike von Schlippenbach (Umweltbundesamt)

Satz und Layout:

Satz-Rechen-Zentrum Hartmann + Heenemann GmbH & Co. KG
Sabine Wagner (Deutsches Institut für Urbanistik)

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildquellen:

Titelbild: Adobe Stock/LianeM, S. 6: Adobe Stock/Erik
Schumann, S. 9: Adobe Stock/ahockwin, S. 11: Adobe
Stock/Tilo Grellmann, S. 12: Adobe Stock/EwaStudio,
S. 14: Adobe Stock/LianeM, S. 16: Adobe Stock/Michael
Zöphel, S. 17: Adobe Stock/Mario Hoesel, S. 18: Adobe
Stock/Gilbert Gulben, S. 27 Stock/Robert; S. 28 und 29
Jan Hendrik Trapp, S. 34: Adobe Stock/mitifoto,
S. 37: Adobe Stock/wkbilder

Stand: Oktober 2025

ISSN 2363-832X [nur Online]



Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel

**Technische Infrastrukturen als Treiber der
sozial-ökologischen Transformationen in den
drei Braunkohlerevieren?**

Erkenntnisse aus drei Beispielprojekten

Abbildungen

Abbildung 1	
Infrastrukturen als Vermittler/Scharniere sozialökologischen Strukturwandels	10
Abbildung 2	
Die Braunkohlereviere nach § 2 Strukturstärkungsgesetz	15
Abbildung 3	
Verortung des Green Areal Lausitz im Lausitzer Revier	19
Abbildung 4	
Der ehemalige Flugplatz Cottbus-Drewitz	20
Abbildung 5	
GRAL – Rendering zur möglichen Ausgestaltung des Areals	21
Abbildung 6	
Verortung der bestehenden Bahntrasse im Mitteldeutschen Revier	24
Abbildung 7	
Streckenführung der Nebentrasse vom Bahnhof Böhlen zum Industriepark Espenhain	25
Abbildung 8	
Die bestehende Bahnstrecke in der Nähe des Industrieparks Espenhain	26
Abbildung 9	
Verortung des Gewerbe- und Industrieparks Elsbachtal im Rheinischen Revier	32
Abbildung 10	
Blick auf die Fläche des geplanten Industrieparks Elsbachtal in Richtung Garzweiler und Jüchen	33
Abbildung 11	
Integriertes Wärme- und Kältekonzept für das Elsbachtal auf Basis einer Unternehmensbefragung und von Zielperspektiven der lokalen Akteure	35

Inhalt

1	Einleitung	6
2	Theoretischer Hintergrund im Überblick	9
3	Die drei deutschen Braunkohlereviere im Überblick	14
4	Fallstudien eines sozial-ökologischen Strukturwandels	17
	A Lausitzer Revier: Entwicklung eines Industrie- und Gewerbegebiets mit CO₂-neutraler Energieversorgung und Produktion (Green Areal Lausitz)	19
	B Mitteldeutsches Revier: Entwicklungsoptionen regionaler Bestandsinfrastrukturen im Südraum Leipzig – Alternative Nutzungen von Schienennebenstrecken	24
	C Rheinisches Revier: Flächenentwicklung in der Tagebaufolgelandschaft – Gewerbe- und Industriepark Elsbachtal	31
5	Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel gestalten: Fazit und zentrale Botschaften	37
	Literaturverzeichnis	40

1

EINLEITUNG



Bis spätestens 2038 wird Deutschland aus dem Braunkohlebergbau aussteigen – so wurde es politisch im Deutschen Bundestag im Jahr 2020 beschlossen. Für die deutschen Braunkohleregionen – das Lausitzer, das Mitteldeutsche und das Rheinische Revier – sind damit grundlegende Strukturwandelprozesse eingeleitet worden. Dies verändert die wirtschaftlich-ökonomischen Grundlagen und Produktionsbedingungen der Regionen, ihren Branchenbesatz, ihre Wertschöpfungsketten und das Arbeitsplatzangebot. Gleichzeitig gehen mit dem Strukturwandel auch demografische und kulturelle Veränderungen in den Braunkohlerevieren einher. Die Auswirkungen des Strukturwandels gehen dabei weit über die unmittelbaren Abbaugebiete und Kraftwerksstandorte hinaus. Sie betreffen die regionale Ausstattung mit technischen Infrastrukturen der Ver- und Entsorgung, veränderte Raumbeziehungen, Funktionszusammenhänge und Mobilitätsbedarfe, grundlegende Überformungen von Landschaft und Siedlungsstrukturen sowie Bildungs- und Wissenschaftseinrichtungen. Der Ausstieg aus der Förderung und Verstromung von Braunkohle hat für die Reviere folglich über energie- und klima- bzw. umweltpolitische Fragestellungen hinaus weitreichende sozial-, regional- und wirtschaftspolitische sowie infrastrukturelle Auswirkungen und macht die Entwicklung neuer Perspektiven und Zukunftsoptionen erforderlich.

In den Strukturwandelregionen fallen mehrere Veränderungs- und Transformationsprozesse räumlich und zeitlich zusammen. Sie sind nicht immer klar voneinander abgrenzbar und in der Lebenswirklichkeit der Menschen unterschiedlich präsent. Gleichzeitig mit den regionalen Veränderungsprozessen werden globale ökologische Herausforderungen und Handlungserfordernisse immer dringlicher. Dazu gehören die Klimakrise, die Biodiversitätskrise, die Verschmutzung der Umwelt an Land und Wasser sowie der zunehmende Ressourcenverbrauch. Eine nachhaltige Entwicklung innerhalb der „Planetaren Grenzen“ (Rockström et al., 2009) erfordert jedoch einen tiefgreifenden Wandel, indem Lebens- und Wirtschaftsweisen an den globalen Nachhaltigkeitszielen ausgerichtet werden (Jacob et al., 2019; Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen [WBGU], 2016; Wittmayer & Hölscher, 2017). Aus Umweltperspektive stellen sich Fragen nach neuen räumlichen Funktionszusammenhängen und der Neugestaltung technischer Infrastrukturen

sowie von Raum- und Siedlungsstrukturen nach dem Ende des Braunkohlebergbaus.

Um die negativen Folgen des Strukturwandels abzufedern, werden den deutschen Braunkohleregionen im Rahmen des Strukturstärkungsgesetzes finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt. Im Vordergrund steht dabei traditionell der Erhalt regionaler Wirtschaftskraft, von Produktionsstandorten und von Arbeitsplätzen (Berkner, 2019). Darüber hinaus bieten die vorhandenen Fördermittel aber auch besondere Chancen, den sozial-ökologischen Umbau regionaler Infrastrukturen voranzutreiben und die Transformationsprozesse nachhaltig zu gestalten. Aus Forschungsperspektive stellt sich die Frage, wie eine an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichtete Infrastrukturgestaltung zur Lösung umweltbezogener Herausforderungen in den Braunkohlerevieren und zu einem sozial-ökologisch aufgeladenen Strukturwandel beitragen kann. Von besonderer Bedeutung sind hierbei neben Energie (Strom, Wärme, Gas) Infrastrukturen der Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung sowie Verkehr, Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Doch trotz ihrer besonderen Bedeutung und Funktion werden Infrastruktursysteme in den maßgeblichen Strategiedokumenten zum Strukturwandel in den Braunkohleregionen lediglich abstrakt thematisiert. Ökologische Implikationen werden eher oberflächlich oder verallgemeinernd behandelt. Das Vorhaben „Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel (TransIS)“ setzt hier an und hat in den Jahren 2021–2024 für die drei Braunkohlereviere Potenziale einer gezielten, an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichteten Infrastrukturgestaltung untersucht.

Die Ergebnisse des Vorhabens TransIS sowie das wissenschaftliche Vorgehen sind in einem umfangreichen Abschlussbericht detailliert dargelegt und können dort nachvollzogen werden (Trapp et al., 2026).

Zielgruppe

Diese Fachbroschüre richtet sich an die Akteure in Kommunen und Regionen, die mit der Umsetzung von Infrastrukturvorhaben und Strukturwandelprojekten befasst sind. Drei Fallstudien geben Anregungen, wie sich der Strukturwandel als Gelegenheitsfenster für eine nachhaltige Infrastrukturgestaltung im Rahmen der sozial-ökologischen Transformation nutzen lässt.

Untersuchungsansatz

In jedem der drei Reviere wurde ein Untersuchungsraum mit einem geeigneten Umsetzungsvorhaben bzw. einer bereits fortgeschrittenen Projektidee mit Infrastrukturbezug ausgewählt. In explorativen Fallstudien wurden die Rolle der Infrastrukturen untersucht, Szenarien entwickelt und diese in einem partizipativen Dialogprozess mit den regionalen Akteuren weiterentwickelt. Die Szenarien wurden auf räumliche Gegebenheiten und regionale Entwicklungsstrategien zugeschnitten und die Bedarfe und Interessen der Akteure vor Ort berücksichtigt. Dabei wurden neue Perspektiven und Zukunftsoptionen der Infrastrukturgestaltung in den Untersuchungsräumen diskutiert sowie geklärt, wie die Akteure vor Ort sich darin wiederfinden und wie dabei Umweltaspekte gestärkt werden können.

Im Ergebnis wurden auf dieser Basis – je nach Revier in unterschiedlicher Gewichtung – Nachhaltigkeitswirkungen innovativ vernetzter Infrastrukturen im Untersuchungsraum abgeschätzt sowie Raum-bilder für eine nachhaltige Regionalentwicklung und sozial-ökologische Transformation qualitativ weiterentwickelt. Zudem konnte das Vorhaben mit seinem prozessbegleitenden Ansatz für die lokalen Akteure wichtige Hinweise zur Stärkung der Umweltperspektive in den Strukturwandelprojekten vor Ort geben.

Besonderer Dank

Die Ergebnisse des Projekts sind unter aktiver Mitwirkung zahlreicher Fachleute in den Braunkohlerevieren entstanden. Dies gilt in besonderem Maße für die in dieser Broschüre präsentierten Praxisbeispiele. Ohne ihre Ausgangsideen für die Projekte sowie ihre kritische Diskussion der wissenschaftlichen Impulse zur Weiterentwicklung ließen sich Praxisnähe und Anwendungsbezug eines solchen Forschungsprojekts nicht erreichen. Dafür möchten wir uns an dieser Stelle bei allen Mitwirkenden herzlich bedanken.

2

THEORETISCHER HINTERGRUND IM ÜBERBLICK



Das Vorhaben hat technische Infrastruktursysteme mit ihrer Rolle für die sozial-ökologische Transformation, den Strukturwandel und regionale Strukturpolitik betrachtet:

Technische Infrastrukturen

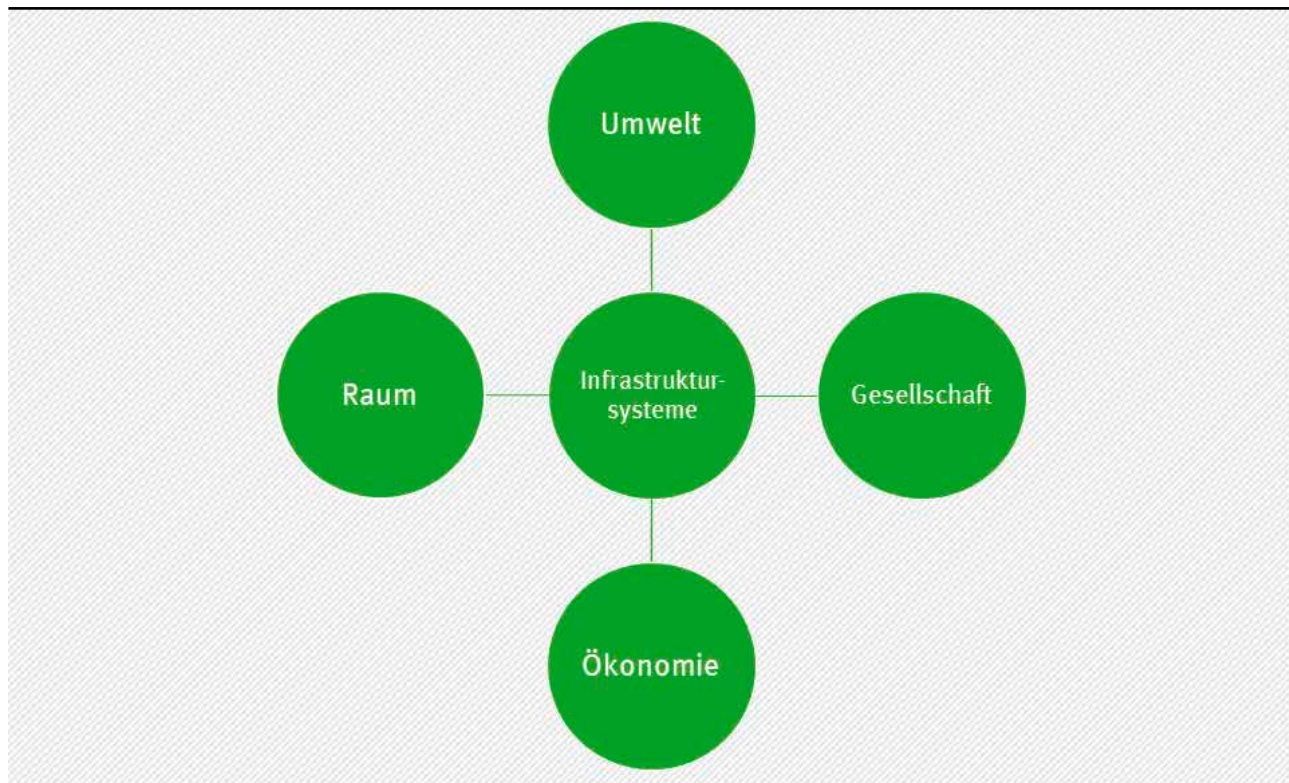
Technischen Infrastrukturen kommt eine Schlüsselfunktion in der Transformation für einen sozial-ökologischen Strukturwandel und eine nachhaltige Regionalentwicklung zu. Sie übernehmen eine Scharnierfunktion und vermitteln zwischen verschiedenen Dimensionen: Infrastrukturen dienen der Räumerschließung und der Erbringung gesellschaftlich erforderlicher, öffentlicher Dienstleistungen der Daseinsvorsorge. Sie gewährleisten zudem die Ver- und Entsorgung von Räumen und organisieren (regionale) Stoff- und Verkehrsströme. Sie erschließen nicht nur Räume und haben eine zentrale Rolle hinsichtlich der Aneignung und Nutzung natürlicher Ressourcen, der Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse und ihrer Strukturierung sowie ihrer ökonomischen Grundlagen inne. Bei entsprechender Größe und

materieller Präsenz (wie beispielsweise Kühltürme eines Kraftwerks) können Infrastrukturen darüber hinaus raumbildend und -prägend wirken. Zu den in diesem Vorhaben betrachteten Infrastruktursektoren der Ver- und Entsorgung gehören Energie (Strom, Wärme, Gas), Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung sowie Verkehr und IKT. Digitale Infrastrukturen stellen nicht nur selbst wichtige Leistungen bereit (als Standortvorteil zur Ansiedlung bestimmter Betriebe oder Branchen), sie bieten auch Optionen der Vernetzung mit anderen Sektoren und Infrastruktursystemen auf Basis intelligenter, digitaler Lösungen.

Die Bedarfe an infrastrukturell erbrachten Leistungen ändern sich im Strukturwandel. Anpassungsbedarfe können sich einerseits aus einer veränderten Nachfrage nach infrastrukturellen Leistungen im Zuge des Strukturwandels ergeben (z. B. Aufgabe oder Neuansiedlung von Betrieben). Andererseits können sich aber auch aus veränderten Wirtschafts- und Lebensweisen, einer erhöhten Nachfrage nach digitaler Datenübertragung oder

Abbildung 1

Infrastrukturen als Vermittler/Scharniere sozialökologischen Strukturwandels



Quelle: Eigene Darstellung



Anforderungen einer zunehmend mobileren Gesellschaft Anpassungsbedarfe entwickeln. Damit werden Weiterentwicklungen der Infrastrukturen erforderlich, die gleichzeitig auch Chancen für innovative Ansätze bieten, um z. B. ihre Ressourceneffizienz zu steigern und sie klimafreundlich auszurichten. In der tradierten Logik einer nachholenden Infrastrukturplanung werden Potenziale neuartiger, vernetzter und ressourceneffizienter Infrastrukturen allerdings nicht bzw. nur zum Teil gehoben (Winker et al., 2017).

Sozial-ökologische Transformation

Der Begriff **Transformation** beschreibt einen grundlegenden Wandel über verschiedene gesellschaftliche Teilsysteme hinweg (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR], 2020; Jacob et al., 2019; Wittmayer & Hölscher, 2017). Der fundamentale Wandel zu einer klimaverträglichen und ökologisch nachhaltigen Wirtschafts- und Gesellschaftsform wird als die zentrale Transformation unserer Zeit verstanden (Messner et al., 2023; WBGU, 2011, 2016).

Transformation meint einen „systemischen“ Wandel, bei dem sich technologische, ökonomische, soziokulturelle und institutionelle Dimensionen gegenseitig beeinflussen und auch gemeinsam ändern müssen („Ko-Transformation“). Transformationen sind als

Prozess zu verstehen, zum Beispiel von einem fossilen zu einem klimaverträglichen Wirtschaftssystem, wobei in diesem teils Jahrzehnte andauernden Prozess verschiedene Treiber und Blockaden und folglich besondere Dynamiken zu verzeichnen sind (BBSR, 2020; Schramm et al., 2020). Vor dem Hintergrund der planetaren Grenzen (Rockström et al., 2009) kommt den ökologischen Nachhaltigkeitszielen eine herausgehobene Bedeutung zu. Denn angesichts endlicher Ressourcen, der Gefährdung von Umweltgütern und den immer spürbarer werdenden Folgen des Klimawandels bildet der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen den Rahmen für alle ökonomischen und sozialen Belange, die auch und gerade in den Regionen und Kommunen politisch organisiert und gelebt werden. Städte und Regionen stehen als räumlicher und gesellschaftlicher Anker der notwendigen Transformationsprozesse besonders im Fokus (WBGU, 2016).

Eine sozial-ökologisch ausgerichtete Transformation beschreibt einen tiefgreifenden Wandel hin zu einer nachhaltigen Ökonomie, die mit den Zielen von Umwelt- und Klimaschutz, Lebensqualität und Lebensgestaltung verknüpft ist (Jacob et al., 2019; Wittmayer & Hölscher, 2017). Soziale und ökologische Aspekte werden miteinander verknüpft und insbesondere die

Wechselwirkungen zwischen beiden Aspekten in den Mittelpunkt gerückt. Ökologisch begründete Herausforderungen werden gezielt adressiert, ohne dabei soziale Gerechtigkeit und gesellschaftliche Teilhabe aus dem Blick zu verlieren. Sozial-ökologische Transformationsprozesse finden dann schließlich ihren Niederschlag in lokalen und regionalen Handlungsfeldern wie kommunaler Klimaschutz und Energiewende, Klimaanpassung, Reduzierung des Flächenverbrauchs und schonender Umgang mit Ressourcen (Messner et al., 2023). Die sozial-ökologische Umgestaltung technischer Infrastrukturen ist darin ein wesentliches Element.

Strukturwandel und regionale Strukturpolitik

Strukturwandel kann sowohl politisch initiiert sein – wie in diesem Fall durch den Beschluss zum Ausstieg aus der Braunkohleförderung – als auch marktgetrieben, aufgrund exogener ökonomischer Entwicklungen erfolgen. Historische Beispiele in Westdeutschland sind die Beendigung der Steinkohleförderung im Saarland und im Ruhrgebiet (Dahlbeck et al., 2022). In Ostdeutschland waren nahezu alle Regionen nach der Wende von Strukturwandel betroffen.

Regionaler Strukturwandel bedingt einen grundlegenden Wandel der regionalökonomischen Branchen- und Wirtschaftsstruktur und kann als grundlegende Strukturveränderung bzw. Strukturbruch verstanden werden (Koschatzky & Stahlecker, 2023). Dabei ist in der wissenschaftlichen und politischen Diskussion durchaus umstritten, ob sich Strukturwandelprozesse gestalten lassen (stellvertretend: Crow, 2001; Dybe, 2003; Fürst, 1995; Lageman et al., 2006). Jedenfalls zielt regionale Strukturpolitik in Deutschland traditionell auf den Erhalt von regionaler Wirtschaftskraft, von Wirtschaftsstandorten und Arbeitsplätzen ab, um mittels staatlicher Interventionen und Förderprogramme regionalökonomische, arbeitsmarktpolitische und soziale Härten in Folge des Strukturwandels zu vermeiden oder wenigstens abzumildern (Koschatzky, 2002; Kost et al., 2011).

Aus Umweltsicht besteht ein großer Bedarf, die Strukturpolitik ökologisch aufzuladen und zu einer transformativen Strukturpolitik weiterzuentwickeln. Heyen et al. (2024) leiten folgende Prinzipien für eine ökologisch aufgeladene Strukturpolitik ab: Ökologische Nachhaltigkeit, Prinzip der Vorausschau (Prävention) und Transformativer Anspruch.



Hintergrund: Der rechtliche Rahmen für den Strukturwandel in den deutschen Braunkohlerevieren

Mit der Annahme des Gesetzentwurfs der Bundesregierung zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze („Kohleausstiegsgesetz“) (InvKG) durch den Deutschen Bundestag im Jahr 2020 wird die Notwendigkeit einer Dekarbonisierung des Energiesystems und darüber hinaus der Wirtschaft anerkannt. Flankiert wird das Kohleausstiegsgesetz durch das „Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen“ (Investitionsgesetz Kohleregionen – InvKG, vom 08.08.2020).

Im Strukturstärkungsgesetz, das die strukturpolitischen Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ umsetzt, sind Finanzhilfen für die vom Braunkohleausstieg betroffenen Regionen geregelt. 14 Milliarden Euro werden für besonders bedeutsame Investitionen von Ländern und Gemeinden bereitgestellt (sogenannte 1. Säule). Weitere 26 Milliarden Euro wendet der Bund selbst bis 2038 in den Braunkohleregionen für Maßnahmen in seiner eigenen Zuständigkeit auf (sogenannte 2. Säule, z. B. Erweiterung von Forschungs- und Förderprogrammen, Ausbau von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Ansiedlung von Bundeseinrichtungen). Ein wichtiger Baustein der zweiten Säule ist das STARK-Bundesprogramm, das speziell für die Situation der Kohleregionen konzipiert wurde und eine ökonomisch, ökologisch und sozial nachhaltige Transformation dieser Regionen unterstützt. Die geplanten Maßnahmen in den betroffenen Regionen zielen schwerpunktmäßig auf struktur-, wirtschafts- und arbeitsmarktpolitische Aspekte.

3

DIE DREI DEUTSCHEN BRAUNKOHLEREVIERE IM ÜBERBLICK



Die deutschen Braunkohlereviere weisen deutliche Unterschiede hinsichtlich wirtschaftlicher und siedlungsstruktureller Merkmale auf (Ribbeck-Lampel et al., 2022). So sind unterschiedliche und individuell zugeschnittene Strategien und Lösungen bei der Bewältigung des Strukturwandels und der daraus resultierenden wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen sowie infrastrukturellen Transformationsprozesse gefragt. Zwei der drei Reviere erstrecken sich über Bundesländergrenzen hinweg, nur das Rheinische Revier liegt vollständig in einem Bundesland. Die Abgrenzung der Reviere in Abb. 2 orientiert sich an den Fördergebieten des Strukturstärkungsgesetzes Kohleregionen.

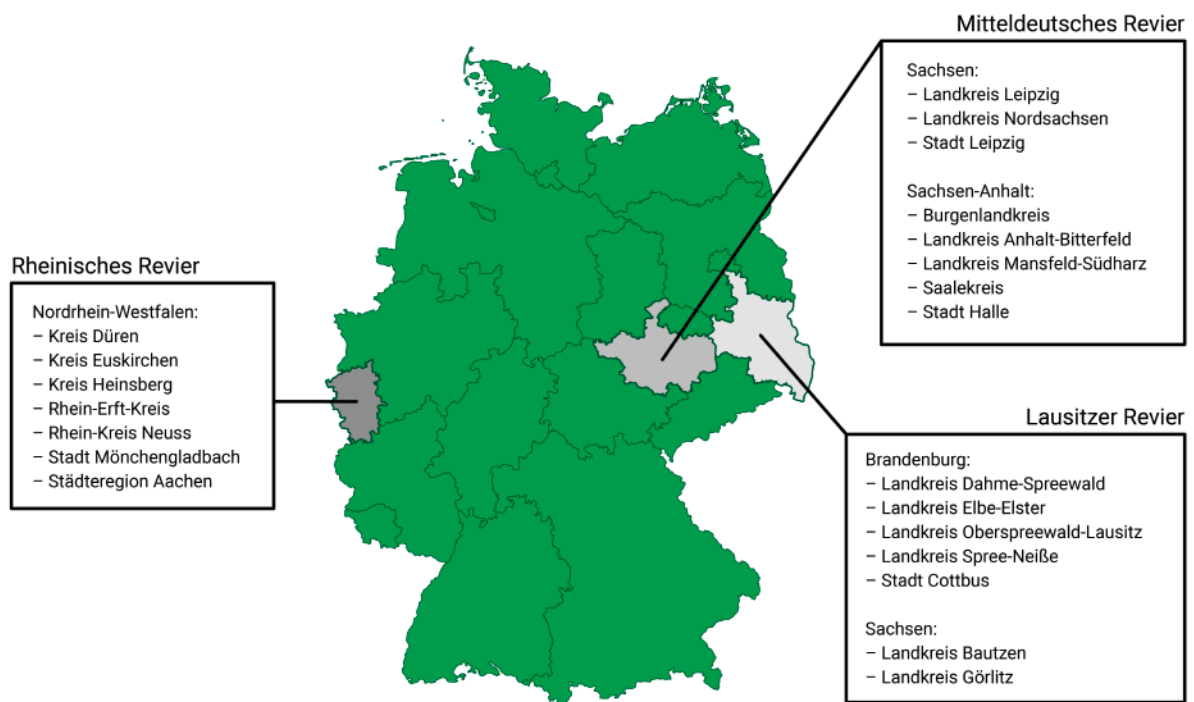
Das Lausitzer Revier erstreckt sich über Süd-Brandenburg und Nordost-Sachsen und ist das zweitgrößte der drei aktiven Braunkohlereviere in Deutschland. Die Region ist geprägt von einer Mischung aus ländlichen Gebieten und urbanen Zentren wie Cottbus,

Spremberg oder Weißwasser. Die Braunkohleförderung spielt hier traditionell eine bedeutende Rolle und prägt die industrielle Ausrichtung der Region, wobei die direkte Beschäftigung in diesem Sektor in den letzten Jahren rückläufig ist. Gleichwohl stellt die Braunkohleindustrie bis heute eine der wichtigsten wirtschaftlichen Säulen dar (Trapp et al., 2024). Der Strukturwandel stellt die Lausitz vor große wirtschaftliche und soziale Herausforderungen, insbesondere im Hinblick auf die Schaffung neuer Industriearbeitsplätze und die Entwicklung heterogener Wirtschaftsstrukturen. Andererseits wird dies von zentralen Akteuren auch als Chance verstanden, Wirtschaftsstrukturen insbesondere in Hinblick auf die bis 2045 angestrebte Treibhausgasneutralität radikal anders zu denken.

Das in den Bundesländern Sachsen und Sachsen-Anhalt liegende Mitteldeutsche Revier weist eine heterogene Raumstruktur auf und ist durch urbane Zentren

Abbildung 2

Die Braunkohlereviere nach § 2 Strukturstärkungsgesetz



(Leipzig, Halle) im Kontrast zu stärker ländlich geprägten Räumen gekennzeichnet (Ribbeck-Lampel et al., 2022). Das Mitteldeutsche Revier ist das kleinste der noch aktiven drei Braunkohlereviere in Deutschland. Es handelt sich hier um einen strukturell heterogenen Wirtschaftsraum mit unterschiedlichen Branchen. Auch wenn nur sehr wenige Beschäftigte direkt oder indirekt in der Braunkohleindustrie arbeiten (Wörten et al., 2017), ist der angestoßene Strukturwandel auch im Mitteldeutschen Revier emotional aufgeladen. Denn die Menschen fühlen sich an die einschneidenden Erfahrungen mit dem Strukturbruch in den 1990er-Jahren nach der politischen Wende erinnert (Trapp et al., 2024) .

Das Rheinische Revier ist nach Abbaumenge das größte der drei noch aktiven Braunkohlereviere in Deutschland und liegt im Westen Nordrhein-Westfalens. Es umfasst insgesamt 65 Städte und Gemeinden, in denen auf 4.800 km² ca. 2,5 Mio. Einwohner*innen

leben. Im Revier gibt es Gebiete mit landwirtschaftlicher Prägung und urban geprägte Räume wie Aachen und Mönchengladbach. Die Region verfügt über eine vielfältige Wirtschaftsstruktur mit einer langen industriellen Tradition, insbesondere im Energiesektor. Obwohl die direkte Beschäftigung in der Braunkohleförderung in den letzten Jahren stark zurückgegangen ist, ist auch hier der aktuelle Strukturwandel mit tiefgreifenden sozialen, wirtschaftlichen und identitätsbezogenen Herausforderungen verbunden (Trapp et al., 2024). Laut politischer Beschlusslage wird der Ausstieg aus dem Braunkohletagebau bis zum Jahr 2030 vollzogen.



4

FALLSTUDIEN EINES SOZIAL-ÖKOLOGISCHEN STRUKTURWANDELS



Ziel der Fallstudienuntersuchung war es, den möglichen Beitrag einer auf Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz ausgerichteten Infrastrukturentwicklung für den Strukturwandel zu untersuchen und die Umweltperspektive in der Entwicklung aktueller Infrastrukturvorhaben zu stärken. Hierfür wurde in den drei Braunkohlerevieren jeweils ein Untersuchungsraum mit einem Infrastrukturvorhaben ausgewählt, das bereits einen fortgeschrittenen Planungsstand aufwies und in dem die Bereitschaft der lokalen Akteure zu einer Zusammenarbeit mit dem Forschungsprojekt vorhanden war. Die drei ausgewählten Untersuchungsräume zeigen im Vergleich unterschiedliche Ansätze und Auslöser für die Entwicklung und Anpassung technischer Infrastrukturen in den Revieren im Rahmen des Strukturwandels. Sie adressieren unterschiedliche Infrastrukturen (Energieversorgung, Schienenverkehr, Wasserinfrastrukturen) und damit unterschiedliche Umweltkriterien. Im Untersuchungsraum des Lausitzer Reviers ging es um die von einem privaten Investor getriebene Konversion einer vorgenutzten/belasteten Fläche zu einem ökologisch

ausgerichteten Gewerbegebiet mit möglichst geschlossenen Energie- und Stoffkreisläufen. Im Untersuchungsraum im Rheinischen Revier lag der Fokus auf der Planung und Entwicklung eines interkommunalen Gewerbegebiets auf einer rekultivierten Fläche. Auch hier spielten Klimaneutralität und die Energie- und Stoffkreisläufe eine besondere Rolle. Gegenüber diesen Konversions- bzw. Neubauprojekten ging es bei der Fallstudie im Mitteldeutschen Revier explizit um die Weiter- und Umnutzung einer bestehenden Infrastruktur - konkret: eine Güterbahntrasse. Über die technische Infrastruktur hinaus ging es in dieser Fallstudie auch um die Erschließungsfunktion für das nähere Umfeld und die Vermittlung von zukunftsweisenden Raumbildern für einen proaktiven, sozial-ökologisch ausgerichteten Strukturwandel.

In den folgenden Kapiteln werden die Fallstudien in den drei Revieren vorgestellt. Dabei werden der Gegenstand der Fallstudie, Besonderheiten und der spezifische Umweltbezug dargelegt und relevante Ergebnisse mit Transferpotenzial herausgearbeitet.



A Lausitzer Revier: Entwicklung eines Industrie- und Gewerbegebiets mit CO₂-neutraler Energieversorgung und Produktion (Green Areal Lausitz)

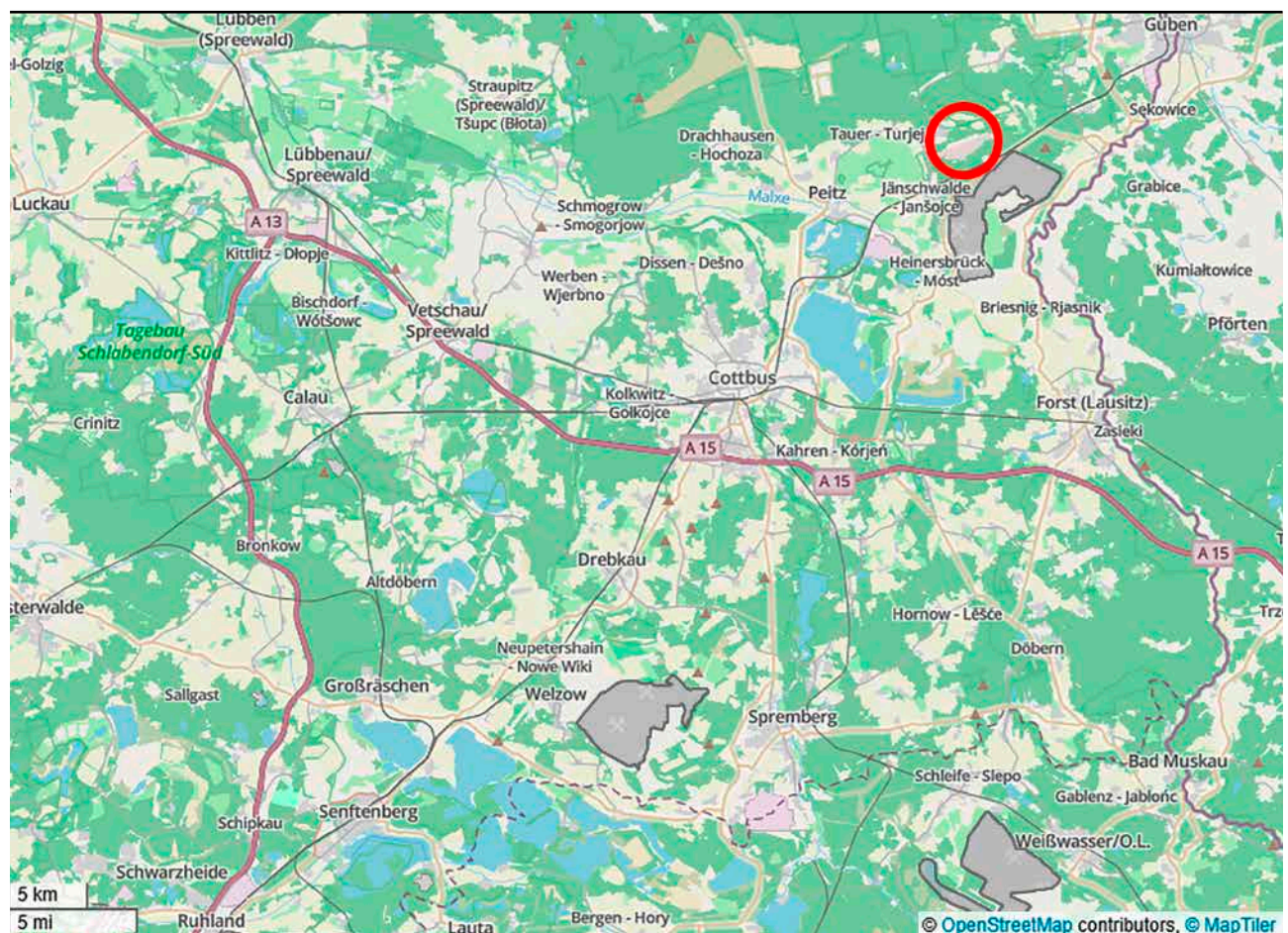
Gegenstand

Rund 20 km nordöstlich von Cottbus am nördlichen Rand des Lausitzer Reviers (vgl. Abb. 3) soll auf mehr als 200 ha ein CO₂-neutrales Industrie- und Gewerbegebiet, das Green Areal Lausitz, kurz GRAL, entstehen. Die Fläche des stillgelegten Flugplatzes Cottbus-Drewitz wurde bis 1990 militärisch und danach bis zum Jahr 2020 zivil als Start- und Landeplatz genutzt. Die heute weitgehend ungenutzte Fläche liegt in der Zuständigkeit der Gemeinde Jänschwalde und damit des ländlich geprägten Amtes Peitz. Initiator

und Entwicklungsträger ist die Euromovement GmbH, eine privat finanzierte und ohne öffentliche Beihilfe agierende Projektentwicklungsgesellschaft. Die darauf aufbauenden, bislang geplanten Ansiedlungen der Unternehmen und deren damit verbundenen Entwicklungsvorhaben knüpfen an unterschiedliche Förderkulissen an, darunter das Strukturstärkungsgesetz.

Abbildung 3

Verortung des Green Areal Lausitz im Lausitzer Revier



Quelle: Eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap, lizenziert unter der Open Data Commons Open Database-Lizenz (ODbL), <https://www.openstreetmap.org/copyright>

Abbildung 4

Der ehemalige Flugplatz Cottbus-Drewitz



Foto: Michael Helbig

Neben klimaneutraler Fertigung und standortinternen Lieferketten sowie der Vernetzung und Schließung von Stoffströmen zwischen Produktionsanlagen ist eine CO₂-neutrale Energieversorgung auf Basis lokal gewonnener erneuerbarer Energie als zentrales Merkmal des Standortes geplant. Auf dem Gelände und dessen unmittelbarem Umfeld zu errichtende Windenergieanlagen sowie Freiflächen- und gebäudeintegrierte Photovoltaikanlagen sollen in Kombination mit Batteriespeichern und einer Wasserstoff-Rückverstromung den täglichen Strombedarf zu einem hohen Anteil mit regionalen Ressourcen decken.

Zusätzlich zur Stromproduktion werden konzeptionell unter Klimaanpassung subsumierbare Ansätze zur baulichen Umsetzung von Gebäuden und Freiflächen bereits bei der planerischen Durcharbeitung berücksichtigt. Beispielsweise setzt der seit Mai 2022 rechtskräftige Bebauungsplan die Begrünung von Dach- und Fassadenflächen zur Reduzierung mikroklimatischer Veränderungen und weiterer negativer

Auswirkungen (z. B. Wasserabfluss, Verlust an Lebensraum für Vögel und Insekten) fest.

Die vorhandene technische Infrastruktur reicht für die geplante Entwicklung nicht aus. Dementsprechend wird neben den skizzierten Eckpunkten der Energieversorgung auch die Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung grundsätzlich neu gedacht. Dies schließt den Ausbau der Bestandsnetze und den Aufbau lokaler und regional angelegter Versorgungsstrukturen sowie eine Neuorganisation der verkehrlichen Erschließung ein. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung treibt die Entwicklungsgesellschaft die infrastrukturelle Erschließung voran und führt Gespräche mit Investoren.

Abbildung 5

GRAL – Rendering zur möglichen Ausgestaltung des Areal

Quelle: Euromovement/Green Areal Lausitz

Besonderheiten

Das GRAL wird in seiner strukturellen Aufstellung und im künftigen Betrieb durch die Entwicklungsgesellschaft konsequent auf Klimaneutralität der Energieversorgung und den sparsamen Umgang mit Ressourcen, insbesondere mit Energie und Wasser, ausgerichtet. Bemerkenswert ist, dass diese Prämissen durch ein privat finanziertes Konsortium als Wettbewerbsvorteil und Verpflichtung verstanden, als übergeordnetes Entwicklungsziel konsequent verfolgt und ein entsprechendes Planen und Handeln auch von den sich ansiedelnden Unternehmen erwartet werden. Dies betrifft auch die infrastrukturelle Ver- und Entsorgung.

Die Art und Weise der Umsetzung, die im Rahmen der Untersuchungsphase beobachtet werden konnte, zeigt in seiner Anlage enge Parallelen zu den typischen Merkmalen nachhaltiger Gewerbegebiete, wie diese u. a. vom Umweltbundesamt zusammengetragen wurden (siehe Infobox). Daraus hervorzuheben sind insbesondere

- ▶ ein Akteursnetzwerk, das gemeinsam die auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Zielstellung verfolgt, in dem regelmäßige Abstimmungsrunden stattfinden (z. B. zu Bedarfen und Angeboten) und eine intensive Betreuung der Investoren erfolgt,
- ▶ ein Projektmanagement, welches als zentrale Anlaufstelle und Netzwerkpflege fungiert, gemeinsame An- und Auslieferungen sowie ÖPNV-Angebote koordiniert und das Flächen- und Energiemanagement übernimmt,
- ▶ ein Produktionsprozessmanagement, welches die Infrastruktur zur Kopplung von Energieströmen und zum Stoffaustausch betreibt sowie Zwischenspeicher, Backupsysteme und abhängige Prozesse koordiniert.

Literaturhinweis: Nachhaltige Gewerbegebiete

Unter anderem liefern die Planungs- und Entscheidungshilfe „Wege zur Planung eines nachhaltigen Gewerbegebietes“ der Energieagentur Rheinland-Pfalz und das Dokument „Nachhaltige Gewerbegebiete – Empfehlungen für Kommunen“ des Netzwerkes „Grün statt Grau – Gewerbegebiete im Wandel“ wichtige Hinweise zu zentralen Nachhaltigkeitskriterien für die Entwicklung von Gewerbe- und Industriegebieten, die hier zum Vergleich herangezogen worden sind. Ebenfalls zu nennen ist das vom Umweltbundesamt beauftragte Vorhaben „Symbio-tiQ“ zu nachhaltigen Ansätzen und Potenzialen für Gewerbegebiete in Strukturwandelregionen (Jepsen et al., 2026).

Umweltperspektive

Insbesondere die in frühen Planungsphasen durch die Entwicklungsgesellschaft definierten Ziele und die darauf aufbauend entwickelten infrastrukturellen Fachkonzepte sind, wenn die Umsetzung gelingt, ein zentrales Fundament für eine umweltverträgliche Entwicklung des industriellen Standortes. Das Energiekonzept beschreibt Lösungen für eine möglichst autarke Energieversorgung der Unternehmen und zeigt darüber hinaus Ansätze für aufeinander abgestimmte Produktions- und Wertstoffkreisläufe auf. Das (Ab-)Wasserkonzept konzentriert sich darauf, Lösungen zu etablieren, die anfallendes Regenwasser möglichst vollständig vor Ort nutzbar machen. Für Produktionsprozesse benötigtes Wasser soll möglichst aus betriebsinternen Kreisläufen und Wiederaufbereitungen bereitgestellt werden. Diese auf die Ressourcen Energie und Wasser ausgerichteten „Leitplanken“ werden durch ein Grün- und Freiraumkonzept flankiert. Ausgangspunkt dieses Konzeptes und zugleich zentrales Merkmal ist die Begrenzung der Entwicklung auf bereits genutzte Flächen. Die durch den Bebauungsplan definierte Entwicklung erfolgt ausschließlich auf dem vorge nutzten, umfangreich versiegelten und teilweise auch belasteten Gebiet des ehemaligen Flugplatzes. Auf die Neuinanspruchnahme von Flächen soll weitgehend verzichtet werden. Im Zuge der Bebauung sollen Versiegelung aufgehoben und Flächen versickerungsfähig ausgestaltet werden. Hervorzuheben ist auch die Bündelung der Grünflächen aller Einzelgrundstücke zu einem

möglichst naturnahen, zusammenhängenden grünen Band im Norden des Entwicklungsareals.

Hier zeigt sich, dass auch bei industriellen Entwicklungsvorhaben durch eine geeignete Standortwahl und entsprechenden konzeptionellen Vorlauf übergeordnete Ziele, wie eine Reduzierung der Flächeninanspruchnahme, die Umsetzung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie bzw. die Ziele der Kreislaufwirtschaft adressiert werden können.

Erkenntnisse mit Transferpotenzial

Die bauliche Umsetzung von Entwicklungsprojekten dieser Größenordnung geht zwangsläufig mit einem erheblichen Ressourcenbedarf einher. Das Beispiel GRAL zeigt jedoch, dass durch die frühzeitige Berücksichtigung von Umweltzielen und eine darauf ausgerichtete, innovative Infrastrukturplanung eine geringere negative Umweltwirkung erzielt werden kann. Umweltrelevante Ziele stehen dabei nicht im Widerspruch zu einer dynamischen industriellen Entwicklung. Vielmehr verdeutlicht das Projekt, dass die Verknüpfung einer nachhaltigen, innovativen Infrastrukturgestaltung mit Umweltzielen im Rahmen von Strukturwandelprojekten nicht nur möglich, sondern auch einforderbar ist.

Trotz des frühen Entwicklungsstadiums – das Green Areal Lausitz ist noch nicht gebaut – lassen sich aus den im Rahmen der in TransIS durchgeführten Arbeiten Erkenntnisse für ähnliche Entwicklungsvorhaben ableiten:

- **Profilierung durch innovative Umweltlösungen:** Umweltaspekte können mit ökonomischen Zielen zusammengeführt werden und dienen aus Sicht des Entwicklers als Alleinstellungsmerkmal. Dies gilt auch in Industrien, die sich im weltweiten Wettbewerb befinden. Von vornherein kalkulierbare Energiekosten durch lokale, auf erneuerbare Energien basierende und sichere Energieversorgung ist ein Grundpfeiler des Konzepts. Dieses Profil des Gewerbe- und Industrieparks ist für potenziell ansiedelnde Unternehmen interessant. Es fragen insbesondere Firmen Flächen nach, die im industriellen Maßstab produzieren und diese Produktionen in Bezug auf die infrastrukturellen Voraussetzungen nachhaltiger und resilienter aufstellen wollen. Nachhaltigkeit wird inzwischen als Wettbewerbsfaktor erkannt und „eingepreist“.

- ▶ **Belastbare und vertrauensvolle Kooperationsstrukturen aufbauen:** Die räumliche Verknüpfung von Stoff- und Energieströmen reduziert den Ressourcenverbrauch und muss organisatorisch durch eine unternehmensübergreifende Koordination vorbereitet werden. Dies muss in der Projektentwicklung von vornherein mitbedacht werden. Es ist sehr hilfreich, dazu die Rolle eines Vermittelnden bzw. Koordinators einzurichten.
- ▶ **Offene und verlässliche Kommunikation entscheidend:** Die für Planungsprozesse und letztendlich für den Erfolg des Projekts notwendige Unterstützung der lokalen Verwaltung erfordert eine frühzeitige Einbeziehung, Vorabsprachen und verlässliches Handeln entlang des Rechtsrahmens. Durch regelmäßige direkte Information der Bevölkerung und eine nachvollziehbare Begründung von Entscheidungen kann bei der Bevölkerung Akzeptanz für ein solches Entwicklungsvorhaben aufgebaut werden.
- ▶ **Regionale Identität bewahren:** Die in der Region in vielfacher Hinsicht tief verwurzelte Bergbauidentität in der Bevölkerung darf nicht grundsätzlich infrage gestellt werden. Vielmehr sollte der anstehende Transformationsprozess als Weiterentwicklung dieser Historie verstanden und kommuniziert werden. Hierzu gehört, die Fähigkeiten und Kompetenzen der Beschäftigten wertzuschätzen und möglichst attraktive Folgebeschäftigungen anzubieten. Ökologisch besetzte Industriearbeitsplätze wie im GRAL bieten Chancen für eine veränderte Wahrnehmung des Strukturwandels.
- ▶ **Verlässliche Rahmenbedingungen schaffen:** Die Stabilität politischer, gesellschaftlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen, wie z. B. die Klimaschutzziele oder der Wasserstoffnetzausbau, ist aufgrund der langen Dauer der Anbahnung und Umsetzung derartiger Entwicklungsvorhaben DIE Voraussetzung für den Erfolg derartiger Planungen. Ein Zurück zu konventionellen Rahmensetzungen wäre für das Gesamtvorhaben nicht nur kontraproduktiv, es würde die Entwicklung des Standortes grundsätzlich in Frage stellen und diese und ähnliche Bemühungen anderer Entwickler, die sich auf klimaneutrale Standortentwicklung spezialisiert haben, dauerhaft konterkarieren.

Als abschließender Punkt zeigen sich das hohe Maß an Engagement und Eigenleistung sowie die Bereitschaft der Akteure der Entwicklungsgesellschaft, auch finanziell in erheblichem Umfang in Vorleistung zu gehen, als wesentliche Erfolgsfaktoren für die bisherige Entwicklung des Projekts GRAL. Die Planung aus einer Hand, die gute Vernetzung mit industriellen Akteuren – auch im Start-up-Bereich – sowie die gezielte, dem Entwicklungsprofil des Standortes entsprechende Ansiedlung von Unternehmen erweisen sich bislang als vielversprechender Ansatz für die Reaktivierung der Fläche des ehemaligen Flugplatzes Drewitz im Lausitzer Revier.

B Mitteldeutsches Revier: Entwicklungsoptionen regionaler Bestandsinfrastrukturen im Südraum Leipzig – Alternative Nutzungen von Schienennebenstrecken

Gegenstand

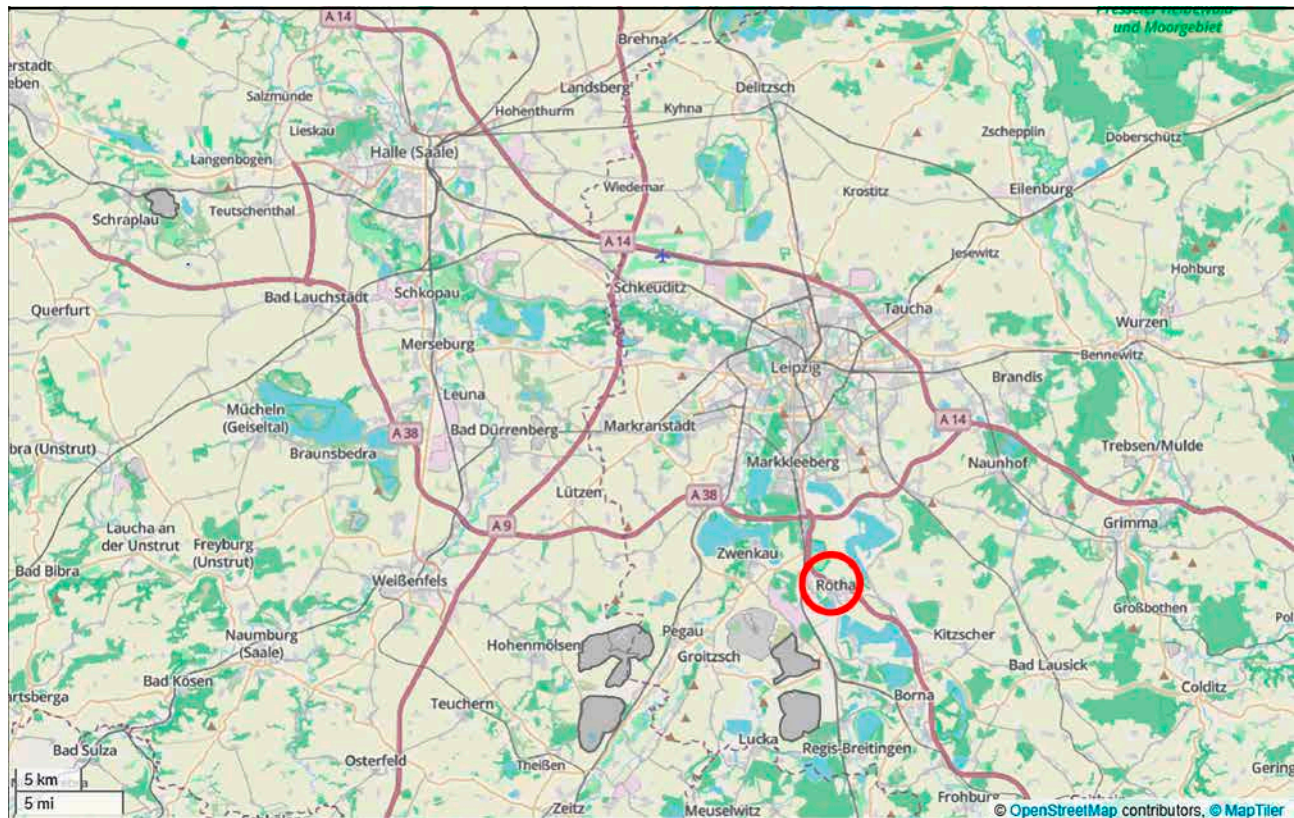
Der im Mitteldeutschen Revier ausgewählte Untersuchungsraum liegt südlich der Stadt Leipzig am östlichen Rand des Mitteldeutschen Reviers im Gebiet der Städte Böhlen und Rötha entlang einer bestehenden Bahntrasse (vgl. Abb. 6 und 7). Bahnnebenstrecken wie die zwischen Böhlen und dem Röthaer Ortsteil Espenhain sind typisch für den Leipziger Südraum mit seinen industriell geprägten Gewerbeparks und finden sich in vergleichbarer Weise mehrfach in der Region. Aktuell wird die ca. 7 km lange Nebenstrecke ca. fünfmal täglich für den Transport von Gütern zum bzw. vom Industriepark Espenhain genutzt. Ausgangspunkt für die Auswahl als Untersuchungsraum war das von der Zukunftsstiftung Südraum Leipzig

in Kooperation mit den Kommunen Böhlen und Rötha beantragte Vorhaben „Pilotbetrieb für SPNV als On-Demand-Angebot auf der Nebenstrecke Böhlen-Espenhain („SODAN“)“. Technische Spezifika waren der Einsatz eines autonom fahrenden Gefäßes im On-Demand-Betrieb als Mobilitätsoption für die vorletzte Meile sowie alternative Antriebskonzepte. Eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für einen regelhaften ÖPNV-Betrieb verlief zuvor negativ (Metropolregion Mitteldeutschland, 2022).

In diesem räumlichen Kontext verortet sich das untersuchte Entwicklungsvorhaben, das auf eine Weiter- und Umnutzung einer bestehenden Cargo-Werksbahn für den Schienen-Personenverkehr abzielt und eine

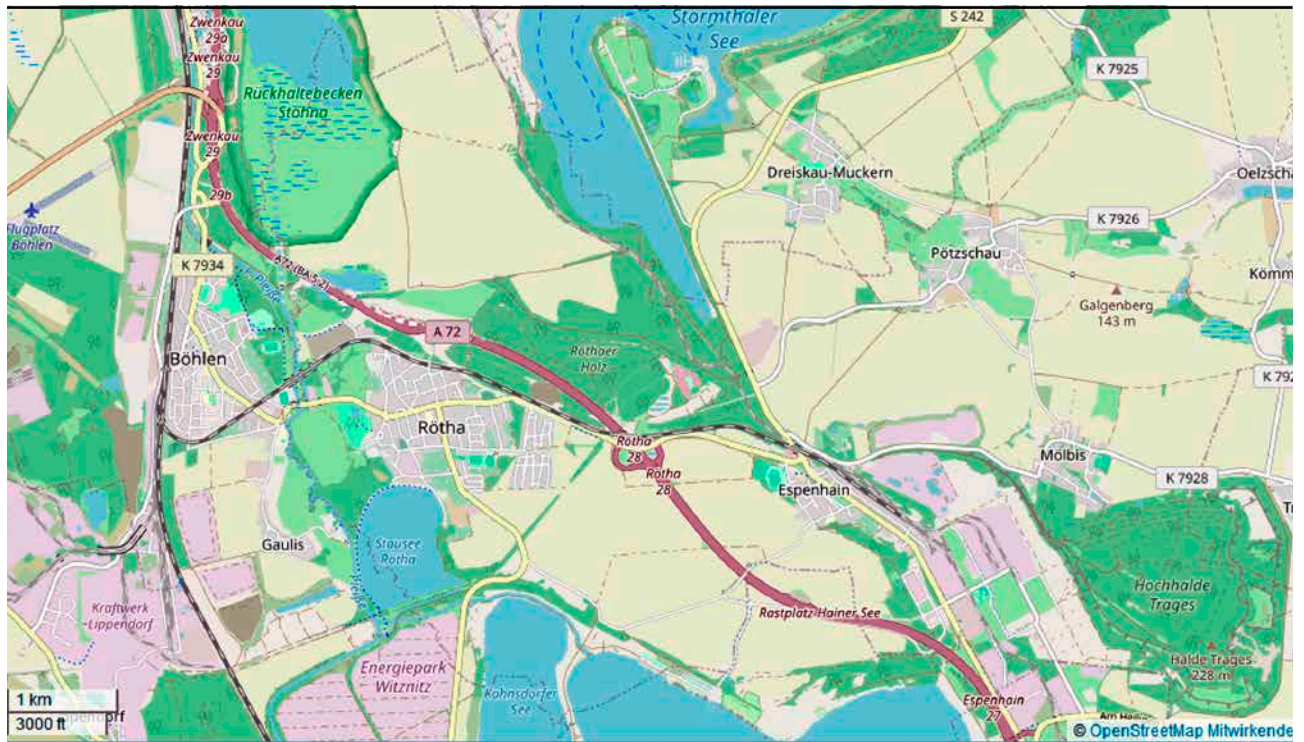
Abbildung 6

Verortung der bestehenden Bahntrasse im Mitteldeutschen Revier



Quelle: Eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap, lizenziert unter der Open Data Commons Open Database-Lizenz (ODbL), <https://www.openstreetmap.org/copyright>

Abbildung 7

Streckenführung der Nebentrasse vom Bahnhof Böhlen zum Industriepark Espenhain

Quelle: Eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap, lizenziert unter der Open Data Commons Open Database-Lizenz (ODbL), <https://www.openstreetmap.org/copyright>

bessere Anbindung der Stadt Rötha und ihres Ortsteils Espenhain an das Schienennetz-System in der Region Leipzig (S-Bahn) ermöglichen soll. Im Kern geht es um die Umnutzung einer bestehenden Infrastruktur mit Potenzial auch auf regionaler Ebene und mögliche Impulse für eine nachhaltige Regionalentwicklung als Wohn-, Industrie- und Naherholungsstandort.

Hoffnungen auf neue Gewerbeansiedlungen und einen Aufschwung als Wohnstandort bestehen – nicht zuletzt aufgrund der Nähe zu den Bergbaufolgeseeen –, ohne dass bislang absehbar wäre, ob sich diese Wünsche erfüllen werden. Die gefluteten Tagebaulöcher entwickeln als Seenlandschaft langsam ihr Freizeit- und Erholungspotenzial. Real ist bereits die Nachfrage nach Flächen für die Erzeugung erneuerbarer Energien. Beispielhaft dafür steht der Energiepark Witznitz (500 ha Fläche, 650 MW Leistung), der als momentan größter Solarpark Europas auf ehemaligen Tagebaufeldern entstanden ist.

Besonderheit

Im Mittelpunkt der Fallstudie standen der Erhalt und die Weiterentwicklung einer mit dem Braunkohleabbau entstandenen Infrastruktur. Grundlage hierfür war die Projektidee der Zukunftsstiftung Südraum Leipzig, die bestehende Verkehrsinfrastruktur im Sinne einer Mehrfachnutzung für die Pendlermobilität in der Region und als ergänzendes Mobilitätsangebot zur verkehrlichen Anbindung der Seen und Naherholungsgebiete/Freizeiteinrichtungen (Mischform von Cargo- und Personenbahn) auszugestalten.

Zur Einschätzung der Umwelteffekte für die Weiterentwicklung und zusätzliche Nutzung der bestehenden Bahnstrecke wurden unterschiedliche qualitative Szenarien durch unterschiedliche Betriebsvarianten und Auslastungsszenarien entwickelt und deren Umwelteffekte abgeschätzt. Die Betrachtung des räumlichen Kontexts rückte zudem die Erschließung des Leipziger Südraums für Wohnen, Arbeiten und

Abbildung 8

Die bestehende Bahnstrecke in der Nähe des Industrieparks Espenhain



Foto: Robert Riechel

Naherholung gegenüber der eigentlichen Bahntrasse mehr und mehr in den Fokus.

Insgesamt sechs Narrative einer nachhaltigen Raumentwicklung dienten als Hintergrundkulisse für den Dialog mit den regionalen Akteuren zu möglichen Optionen einer sozial-ökologischen Transformation des Leipziger Südraums und boten Impulse für die konzeptionelle Weiterentwicklung der Projektidee „SODAN“. Das Projekt SODAN bzw. die Bahnstrecke dienten als räumlicher Anker, an dem entlang bzw. in funktionaler Verbindung Zukunftsbilder für die Entwicklung regionaler Infrastrukturen im Sinne einer sozial-ökologischen Transformation skizziert und mit den lokalen Akteuren diskutiert wurden:

- ▶ „Von der alten zur neuen Energielandschaft“ (Industriekultur und Energielandschaft)
- ▶ „Mit Bahn & Rad durch eine Landschaft im Wandel“ (Naherholung und Tourismus)
- ▶ „Von der Grundstoff- zur kreislauforientierten Wertstoffindustrie“ (Arbeitsplätze und Gewerbegebiet)
- ▶ „Die Region als Anwendungs- und Erprobungsfeld digitaler Infrastruktursteuerung“ (Innovation & Wertschöpfung)
- ▶ „Wohnen, wo Freiräume bestehen“ (Attraktiver Wohnstandort)
- ▶ „Hainer See“ – Beispiel und Kristallisationspunkt räumlicher Transformation

Narrativ: Von der alten zur neuen Energielandschaft

Das Narrativ thematisiert vergangene und zukünftige Umbrüche im Landschaftsbild auf produktive Weise. Denn hieran wird die Vielfalt unterschiedlicher Raumbilder der ehemaligen Energielandschaften deutlich. Großflächige Tagebaurestlöcher und industrielle Artefakte wie das Kraftwerk Lippendorf prägen das Landschaftsbild. Nur selten geht es um die Wiederherstellung des alten Landschaftsbildes. Vielmehr werden Orientierungsmarken, die als Identifikationsobjekte dienen, bewusst erhalten und historisch gewachsene Strukturen in neue Kontexte eingebunden. Dabei geht es um eine Neugestaltung der bergbaulich geprägten und durch Rekultivierung neu geschaffenen Landschaft mit ihren Tagebaurestlöchern (z. B. geflutete Seen, Hochhalde Kitzscher-Trages, Solar-Energiepark Witznitz).

Die Diskussion des Narrativs erbrachte trotz der Tradition des Reviers als Energieregion ein in der Wahrnehmung der regionalen Akteure bestehendes Spannungsfeld zwischen der Deckung des steigenden Energiebedarfs in der Region und der (wahrgenommenen) Überbelastung der Landschaft durch die Ausweitung von Photovoltaik- und Windkraftanlagen.



Narrativ: Naherholung und Tourismus

Das Narrativ wirbt für eine umweltfreundliche Freizeitmobilität in einer sich wandelnden Landschaft, in der sich Teilgebiete „öffnen“ die für die breite Bevölkerung bislang nicht zugänglich waren. Durch die entstehenden Seen gewinnt die Landschaft zusätzlich an Attraktivität. Die geplante Schienenanbindung führt tief in das Gebiet des ehemaligen Braunkohletagebaus hinein und bietet einen Zugang zu den rekultivierten Flächen, die touristische Angebote mit einem Beitrag zur Biodiversität verbinden können. Von dort können Tagesausflüge oder mehrtägige Reisen mit dem Rad fortgesetzt werden. Über Radrouten können bislang isolierte Attraktionen verhältnismäßig leicht miteinander verbunden werden. Auch die lokale Gastronomie profitiert von diesen neuen Verbindungen, da sie, entlang der Strecken gelegen, Radfahrenden und Ausflüglern eine willkommene Rast bieten kann.

Das Narrativ thematisiert auch (noch) bestehende Herausforderungen. Der Radtourismus, der in der Region zunehmend an Bedeutung gewinnt, benötigt an einigen Stellen noch Lückenschlüsse im Wegenetz, um ein durchgängiges Erlebnis zu gewährleisten. Die Einbindung in überregionale Radrouten, wie den „Grünen Ring“, ist dabei von großer Bedeutung. Verschiedene Radtourismus-Projekte und Routen sind bereits in Planung oder umgesetzt, doch Autobahnen und Bahntrassen stellen weiterhin Hindernisse dar, die teure Tunnel- oder Brückenkonstruktionen erforderlich machen. Zudem ist es wichtig, Radstellplätze an den Bahnhofpunkten einzuplanen, um eine nahtlose Verknüpfung von Bahn und Rad zu ermöglichen.



Narrativ: Attraktiver Wohnstandort

Die idyllische Lage zwischen den neu entstandenen Seen, begleitet durch die Möglichkeit, im Home-office zu arbeiten, machen die Stadt Rötha und die umliegenden Gemeinden im Südraum Leipzigs zunehmend als Wohnstandort attraktiv – beispielsweise für Menschen aus dem mitteldeutschen Raum, die sich wohnlich verbessern möchten. Das SODAN-Projekt, das eine innovative Schienenanbindung bietet, könnte diesen Trend noch weiter verstärken. Durch den verbesserten Bahnanschluss wird das Pendeln erleichtert und die Region noch stärker mit dem Umland vernetzt.

Die Diskussion des Narrativs zeigte, dass der Begriff Wachstum nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ zu verstehen ist. Es gilt, den demografischen Wandel und das Altern der Bevölkerung aktiv zu gestalten. Anstatt auf großflächige Neubauten zu setzen, könnte der Fokus verstärkt auf die Bestandsentwicklung gelegt werden, zumal die Standortvorteile gleichermaßen für ressourcenschonende Wohnformen im mehrgeschossigen Wohnungsbau und die Sanierung von Bestandsgebäuden gelten. Das Narrativ propagiert daher alternative Wohnformen. Unter dem Motto „Wohnen, wo Freiräume bestehen“ lässt sich dieser Ansatz treffend zusammenfassen. Freiräume können im wörtlichen Sinne verstanden werden als grüne Flächen und Naherholungsgebiete, die den Wohnwert der Region erhöhen. Aber auch im übertragenen Sinne bieten sie Raum für neue Konzepte wie generationenübergreifendes gemeinschaftliches Wohnen und nachhaltige Entwicklung.



Umweltperspektive

Zu Beginn der Arbeiten im Pilotvorhaben wurde eine vereinfachte Abschätzung der resultierenden Umweltwirkungen anhand von Kriterien wie Energieverbrauch, Ressourceneinsatz, Treibhausgasemissionen und Flächenbedarf vorgenommen. Besonders ist, dass der Schienenstrang als solcher bereits besteht und deshalb keine negativen Umwelteffekte verursacht. Dies zeigt exemplarisch die Vorteile der Wiedernutzung bestehender Infrastrukturen aus Umweltperspektive. Das Hauptaugenmerk lag auf der Abschätzung der Umweltpotenziale des Vorhabens SODAN (in verschiedenen Betriebsvarianten) im Vergleich zur Mobilität auf Basis des Motorisierten Individualverkehrs (MIV). Dem Betrieb der Strecke mit Annahmen über Fahrgastaufkommen und Fahrten wurden vermiedene Fahrten mit einem Kfz gegenübergestellt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das SODAN-Projekt gegenüber dem MIV (Pkw und Motorrad) grundsätzlich geringere personenbezogene Umweltwirkungen aufweist. Gegenüber dem öffentlichen Busnahverkehr ist das Ergebnis nicht eindeutig. Es ist davon auszugehen, dass ein Busnahverkehr und der schienengebundene Verkehr sich hinsichtlich der Umweltwirkungen angleichen. Durch optimierte Streckenführungen kann der Bus künftig ggf. Vorteile generieren. Die zentrale Variable für die Höhe der Umwelteffekte ist die Auslastung der Verkehrsmittel und Infrastruktur.

Im Projektverlauf wurde die Entwicklung von Narrativen der Raumentwicklung gemeinsam mit den Akteuren vor Ort mehr und mehr zum Schwerpunkt, wobei umweltbezogene Aspekte darin einen besonderen Stellenwert einnahmen. Das Projekt SODAN bzw. die Bahnstrecke dienten als räumlicher Anker, an dem entlang bzw. in funktionaler Verbindung Zukunftsbilder diskutiert wurden.

Erkenntnisse mit Transferpotenzial

► Bestehende Infrastrukturen als Ausgangspunkt für die zukünftige Entwicklung in den Blick nehmen: Sie bilden nicht nur einen Kristallisationspunkt für die Identifikation der Menschen, die Weiternutzung bestehender Infrastruktur kann im Vergleich zum Neubau auch ökologische Vorteile bieten. Ein zentraler Faktor ist dabei die Effizienz und Auslastung der Infrastruktur, die maßgeblich den ökologischen Fußabdruck beeinflusst.

- Raumbilder für die sozialökologische Transformation entwerfen: Die Einbettung von Strukturwandelvorhaben in Narrative regionaler Entwicklung ist hilfreich für eine Neuinterpretation von Projekten und regionalen Zielbildern und kann damit eine Debatte über sozial-ökologische Transformation anstoßen. Lokale Akteure können in den Planungsprozess eigene, ambitionierte Ideen hinsichtlich der Nachhaltigkeit einbringen. Besonders betont wurde die Notwendigkeit, stärker auf lokale und regionale Wertschöpfungsketten und Kreisläufe zu achten. Diese Ansätze können dazu beitragen, den Strukturwandel stärker an gesellschaftlichen Bedarfen und sozial-ökologischen Zielen auszurichten.
- Erhalt und Wandel zusammendenken: Narrative einer nachhaltigen Raumentwicklung können auch dabei helfen, sich verändernde Raumbilder produktiv zu thematisieren. Die Vielfalt der Raumbilder reflektiert die unterschiedlichen Entwicklungsphasen und Identitäten der Region, die sich im Laufe des Strukturwandels herausgebildet haben. Diese Symbiose aus Erhalt und Wandel ist ein zentraler Aspekt der regionalen Raumentwicklung.
- Strukturwandel als Chance begreifen: Gleichzeitig können im Rahmen des Strukturwandels Maßnahmen ergriffen werden, um jahrzehntelang unzugängliche Gebiete für die Bevölkerung zugänglich und nutz- bzw. erlebbar zu machen. Dies kann nicht nur zur Identitätsbildung beitragen, sondern auch das Bewusstsein für den Wert der neu entstehenden Landschaften stärken.
- Abgestimmte regionale Strategien zum Ausbau erneuerbarer Energien und deren Flächenbedarfe bzw. andere Infrastrukturvorhaben: Der Flächenbedarf von Infrastrukturvorhaben zur Erzeugung erneuerbarer Energien ist mitunter erheblich (z. B. Solarpark Witznitz). Nicht zuletzt deshalb sind sie teilweise umstritten. Es bedarf daher abgestimmter Strategien zur Flächenvorsorge und -ausweisung zwischen verschiedenen Planungsträgern. Beispielsweise unterliegt die Ausweisung von Photovoltaikflächen der kommunalen Steuerung, während die Steuerung der Flächen für Windenergie bei der Regionalplanung liegt. (Eine grundlegende Alternative der (Energie-)Infrastrukturentwicklung in der Region könnte darin bestehen,

den Bedarf an erneuerbaren Energien („Energiehunger“) zu reduzieren, was weitreichende Auswirkungen auf die Infrastruktur und Raumentwicklung hätte. Dies ist unter dem derzeitigen Wachstumsparadigma aber unwahrscheinlich.)

- Kapazitäten für das Management von Transformationsprozessen bereitstellen: Die Abstimmung von Strategien regionaler Akteure (Kommunen, Private, zivilgesellschaftliche Akteure) und die Veränderung eingeübter Handlungsroutinen gelingt häufig nur, wenn sich Personen finden, die Impulse geben sowie die Koordination, Kooperationsanbahnung bzw. -pflege übernehmen. Mitunter

gibt es solche Kümmerer-Persönlichkeiten bereits. Meist ist für das Bereitstellen solcher Stellen aber eine externe Förderung erforderlich.

- Kooperative Gestaltung der Infrastrukturentwicklung: Die Erfolgchancen eines solchen Transformationsmanagements steigen, wenn regionale Initiativen und Akteure von Anfang an besser eingebunden und Ideen aufgegriffen werden. Für eine sozial-ökologische Infrastrukturentwicklung bedeutet dies, bestehende Strukturen und Bedarfe zu sondieren bzw. abzufragen, zu erkennen und zu verknüpfen und schließlich die Akteure konstruktiv zu beteiligen.

C Rheinisches Revier: Flächenentwicklung in der Tagebaufolgelandschaft – Gewerbe- und Industriepark Elsbachtal

Gegenstand

Das Fallstudiengebiet im Rheinischen Revier umfasst einen geplanten Industriepark, der auf einer rekultivierten Fläche von 41 Hektar des ehemaligen Braunkohletagebaus Garzweiler 1 innerhalb der Kommunen Jüchen und Grevenbroich entstehen soll (siehe Abb. 9). Die Fläche ist Teil des bereits gestarteten Projekts „Innovationspark Erneuerbare Energien Jüchen“, das nach Abschluss des Tagebaus ein integriertes System zur Energieerzeugung, -speicherung und -nutzung etablieren soll. Die Entwicklung der Fläche des Elsbachtals war bereits seit mehreren Jahren durch Ratsbeschlüsse der Kommunen Jüchen und Grevenbroich unterlegt. Im Mai 2021 wurde dazu ein Kooperationsvertrag zwischen dem Flächeneigentümer RWE und den beiden Kommunen Grevenbroich und Jüchen unterzeichnet. Vorbereitende Maßnahmen zur Erschließung der Fläche wurden bereits durchgeführt. So wurde zur Anbindung der Gewerbefläche die A 540, die den Grevenbroicher Süden mit Jüchen verbindet und direkt an der Fläche entlangführt, in die Bundesstraße 59 eingegliedert. Die Fläche wird derzeit noch ackerbaulich genutzt; Baumaßnahmen wurden nach der Rekultivierung bislang nicht begonnen.

Die Fläche des Industrieparks sollte im Forschungsprojekt „Erneuerbare Energiepark Jüchen“ in eine Gesamtentwicklung der Städte Jüchen und Grevenbroich

eingebettet werden. Das Forschungsprojekt wird im Rahmen der Strukturfördermittel über die STARK-Richtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gefördert. Für das Projekt TransIS ergab sich hier ein gutes Gelegenheitsfenster, um aus Umweltperspektive Infrastrukturalternativen und weitere umweltrelevante Aspekte wie synergetischer Gewerbegebietsbesatz, Ressourcenverfügbarkeit und Erschließung mit den Akteuren vor Ort zu diskutieren. Die beteiligten Akteure – darunter die Städte Jüchen und Grevenbroich, der Zweckverband Landfolge Garzweiler, die Wirtschaftsförderung Grevenbroich, RWE Power (als Flächeneigentümer) und die New Netz GmbH – zeigten sich offen für eine Diskussion über zusätzliche Entwicklungsziele für die Fläche. Ein Grund dafür war, dass es bisher kaum einen umfassenden Austausch in dieser breit gefächerten Zusammensetzung zur Flächenentwicklung und den damit verbundenen Zielen gegeben hatte.

In Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaftsförderung und Stadtmarketing Grevenbroich wurde darüber hinaus ein Kurzfragebogen entwickelt, um zentrale Parameter potenzieller, an einer Ansiedlung im Industriepark interessierter Unternehmen zu erfassen. Dazu gehörten Angaben zur Branche, zum Produkt oder zur Dienstleistung, zur benötigten Fläche, zur Anzahl der entstehenden Arbeitsplätze sowie zu Energie- und Wasserbedarfen.

Diese Fragen wurden den Unternehmen vorgelegt, die sich um den Kauf von Teilflächen beworben hatten. Die erhobenen Daten haben daher einen konkreten Flächen- und Unternehmensbezug. Auf Basis dieser Daten konnten im Projekt TransIS für die Fläche des Industrieparks konkrete Szenarien für unterschiedliche Kälte- und Wärmeversorgungsanordnungen erstellt und mit den lokalen Akteuren diskutiert werden.

Für die Erstellung der Wärmeinfrastrukturpläne wurden unterschiedliche Anforderungen miteinander kombiniert. In einem Workshop mit den lokalen Akteuren wurden Zieldimensionen wie die Anzahl der Arbeitsplätze, bevorzugte Gewerbearten, Flächenrestriktionen sowie Vorgaben zur Infrastrukturentwicklung erarbeitet. Die Unternehmensbefragung lieferte Erkenntnisse zu Energie- und Flächenbedarfen sowie zu den erwarteten Arbeitsplatzentwicklungen. Auf Grundlage dieser Informationen wurden Unternehmen ausgewählt, die in ihrer Kombination („im Paket“) am besten mit den Zielen der lokalen Akteure übereinstimmten, die Fläche optimal ausnutzten und

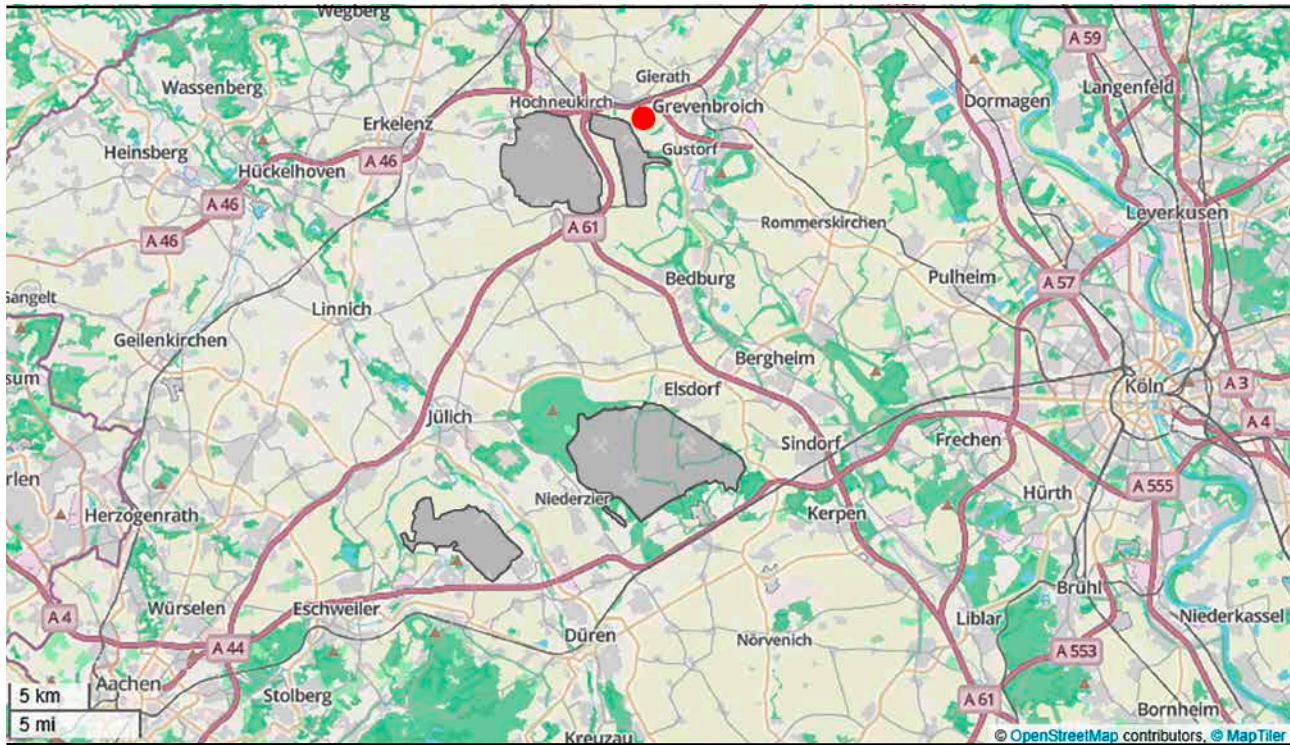
potenzielle Synergien beim Wärme- und Kältebedarf erwarten ließen.

Besonderheit

Interkommunale Gewerbegebiete sind eine vielfach erprobte Form der Zusammenarbeit zwischen Kommunen (Veres-Homm et al., 2019). Für die untersuchte Flächenentwicklung verfolgten die beiden Kommunen Jüchen und Grevenbroich bereits zu Projektbeginn eine Vielzahl unterschiedlicher Ziele mit Schwerpunkt auf der Ansiedlung von Gewerben mit möglichst hoher Arbeitsplatzdichte. Umweltbelange wurden mitbetrachtet, hatten aber gegenüber den Arbeitsplatzzielen eine geringere Bedeutung. Bemerkenswert war, dass zwar schon umfangreiche Vorarbeiten zur Flächenentwicklung zwischen den Kommunen existierten, jedoch noch keine verbindlichen Festlegungen zur Ansiedlung von Unternehmen und den erforderlichen Infrastrukturen vorlagen. Dadurch konnten die Forschungsergebnisse zeitlich in den Planungsprozess einfließen. Zusätzlich waren die eingebundenen Akteure offen für neue Impulse einer nachhaltigen und umweltverträglichen

Abbildung 9

Verortung des Gewerbe- und Industrieparks Elsbachtal im Rheinischen Revier



Quelle: Eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap, lizenziert unter der Open Data Commons Open Database-Lizenz (ODbL), <https://www.openstreetmap.org/copyright>

Abbildung 10

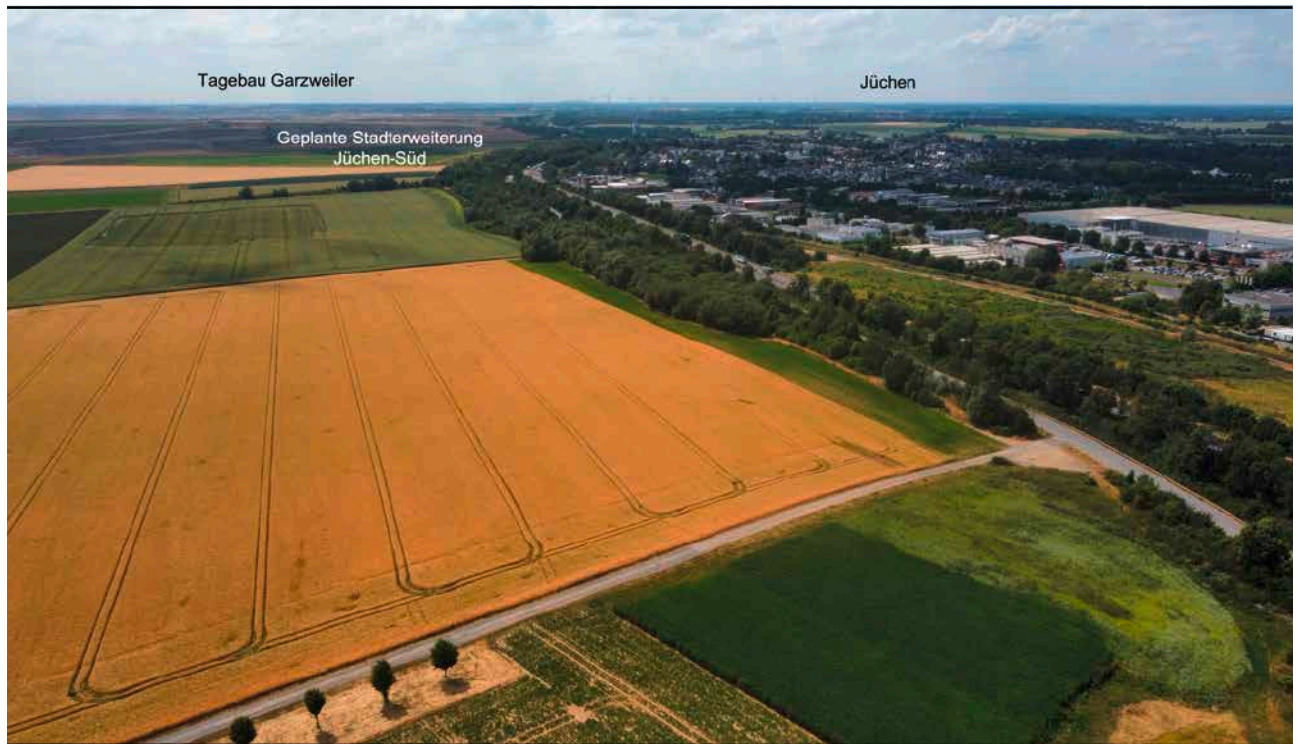
Blick auf die Fläche des geplanten Industrieparks Elsbachtal in Richtung Garzweiler und Jüchen

Foto: Wuppertal Institut

Flächenentwicklung. Die Impulse und die gemeinsame Arbeit mit den beteiligten Forschungsinstituten wurden als wertvoll eingeschätzt. Besonders hervorgehoben wurde die Diskussion über Fach- und Ressortgrenzen hinweg, da sie einen wichtigen Beitrag zur koordinierten Entwicklung zwischen den Kommunen leistete.

Umweltperspektive

Die Umweltauswirkungen von Infrastrukturplanungen im Industriepark Elsbachtal wurden in der lokalen Planung zuvor kaum betrachtet. Zentrale Ergänzung durch das Projekt TransIS waren Konzepte für innovativen Kälte- und Wärmeinfrastrukturen auf Basis von realen Unternehmensdaten und die daraus abgeleitete Auswahl von Gewerben nach passender Kälte- bzw. Wärmelast (siehe Tabelle 1). Alle Konzepte hatten gemeinsam, dass sie eine klimaneutrale Wärme- und Kälteversorgung zum Ziel hatten und damit deutlich ambitionierter als die bisherige Zielstellung der Kommunen waren. Die Unternehmenszusammensetzung zielte jeweils sowohl auf eine möglichst hohe Arbeitsplatzdichte als auch auf eine effiziente

Versorgung durch die Kombination von Unternehmen mit ausgleichendem Wärme- und Kältebedarf. Die Konzepte unterschieden sich in dem Innovationsgrad und Maß der Zentralität der Infrastrukturen. Dabei wurden Zielkonflikte hinsichtlich der Umweltauswirkung deutlich: Die vorgeschlagenen dezentralen Lösungen hatten einen geringeren Infrastrukturaufwand und Flächenbedarf, aber dafür einen erhöhten Bedarf an erneuerbaren Energien für die einzelnen notwendigen dezentralen Wärme- und Kälteanlagen. Stärker integrierte Lösungen brauchten zusätzliche Infrastrukturen und Flächen, z. B. für die Steuerungszentrale und Speicher, benötigen aber weniger Flächen in den individuellen Unternehmen und waren durch den Kälte-/Wärmeabgleich wesentlich effizienter.

Tabelle 1

Vergleich der klimaneutralen Kälte-/Wärmekonzepte aus dem Projekt TransIS für den Industriepark Elsbachtal

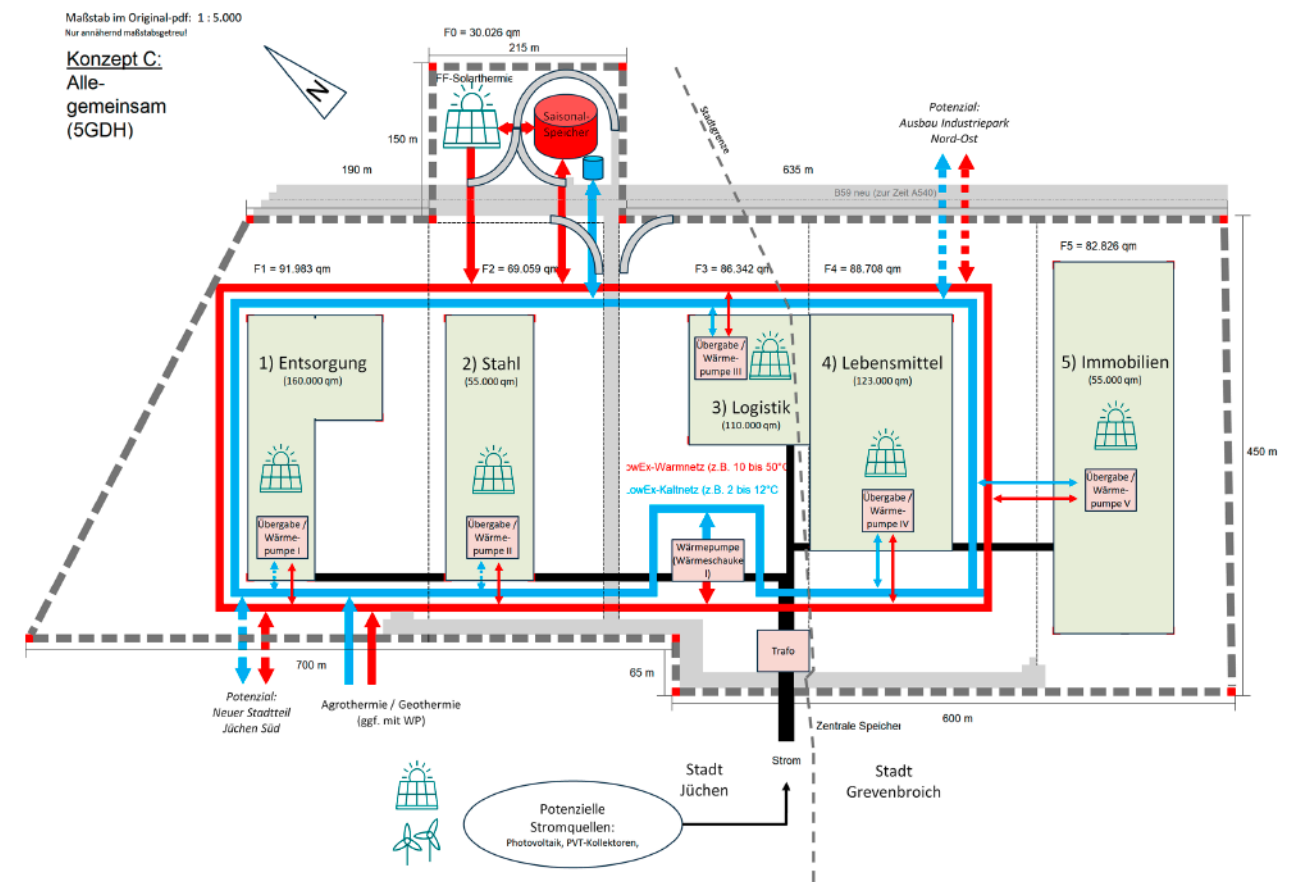
	Konzept A „Jeder für sich“	Konzept B „Einer für alle“	Konzept C „Alle Gemeinsam“
Dezentralität	Individuelle Eigenversorgung	Stichleitung und Energiezentrale	Gemeinsame Ringleitung und zentrale Kälte-/Wärmeerzeugung
Innovationsgrad	Gering	Mittel	Hoch
Flächenverbrauch	Gering, keine gemeinsamen Infrastrukturen, Erdwärmebohrungen und dezentrale Kälte-/Wärmespeicher	Mittel, gemeinsame Anlagen, aber nur Stichleitungen	Hoch, gemeinsame Anlagen und Ringleitung. Anschluss benachbarter Gemeinden möglich, Freiflächensolarthermie
Nutzungseffizienz von erneuerbaren Energien	Gering, Wärme- und Kältebedarfe werden individuell gedeckt	Mittel, Kälte- und Wärmespeicher ermöglichen Effizienzsteigerung	Hoch, Wärmeschaukel gleicht flexibel Kälte- und Wärmebedarfe aus
Wärme-/Kälteversorgung	Eigene Wärmepumpen	Konventionelles Nieder-temperatur-Wärmenetz, eine zentrale Wärmepumpe, eine zentrale Kälteanlage und zentrale Wärme-/Kältespeicher	LowEx-Wärmenetz und LowEx-Kältenetz als Ringleitung, dezentrale Einspeisung von Wärme- und Kältequellen, Wärmeschaukel

Quelle: Eigene Darstellung



Abbildung 11

Integriertes Wärme- und Kältekonzept für das Elsbachtal auf Basis einer Unternehmensbefragung und von Zielperspektiven der lokalen Akteure



Quelle: Eigene Darstellung (Trapp et al., 2026, S. 110)

In Abbildung 11 ist das Konzept C „Alle gemeinsam“ beispielhaft dargestellt. Mithilfe der maßstabsgetreuen Abbildung werden die Zuordnung der einzelnen ausgewählten Unternehmen und deren Flächenbedarfe sichtbar. Rot wird der Verlauf der LowEx-Wärmeringleitung, blau die LowEx-Kälteringleitung dargestellt. Die angedachten Speicher und Solarthermieranlagen sind im Bereich der Anbindungsschleife an die Bundesstraße geplant.

Erkenntnisse mit Transferpotenzial

- ▶ **Sozial-ökologische Perspektiven durch externe Begleitung von Planungsprozessen stärken:** Die frühzeitige Einbindung externen Sachverständs (z. B. Wissenschaft) in kommunale und interkommunale Planungsprozesse kann helfen, Nachhaltigkeitsziele systematisch zu bestimmen und zu berücksichtigen. Projekte können von ei-
- ▶ **Fachwissen für Infrastrukturplanungen in den Strukturwandelregionen zur Verfügung stellen:** Die Berücksichtigung von Umweltauswirkungen bei Infrastrukturplanungen setzt Fachwissen voraus, das bei den lokalen Akteuren vor Ort nicht unbedingt vorhanden ist. Beispielsweise

meldete ein Unternehmen einen Bedarf an Erdgas an, woraus sich eine Diskussion über dessen mögliche Bereitstellung ergab. Aus Nachhaltigkeitsperspektive wäre jedoch eine Diskussion über klimaneutrale Prozesswärme ohne den Einsatz von Erdgas zielführender gewesen. Hierfür fehlten den lokalen Akteuren jedoch die notwendigen Fachkenntnisse über alternative Wärme/Kältekonzepte. Diese Aspekte konnten erst durch die Kooperation mit Wissenschaftler:innen in die Diskussion eingebracht werden.

- **Übergeordnete Strategien bei konkreten Projektentwicklungen berücksichtigen:** Die „Raumstrategie Rheinisches Revier 2038+“ zeichnet einen Zukunftspfad für die räumliche Entwicklung der Region bis zum Jahr 2038 und darüber hinaus auf. Ihre Erarbeitung ging einher mit umfangreichen Beteiligungsprozessen, um gemeinsam getragene Zukunftsvorstellungen zur räumlichen Entwicklung der Braunkohleregion zu entwickeln. In der Diskussion um die Fläche wurden diese Zukunftspfade aber von den lokalen Akteuren nicht mit der konkreten Planung der Fläche verbunden und konnten damit nicht wirksam werden. In den Strukturwandelprozessen im Rheinischen Revier braucht es aus dieser Perspektive weitere Impulse, damit sie in lokalen Planungen als Kompass für die Entwicklung dienen.
- **Klimaneutralität als Leitmotiv verankern:** Die heute geplanten Industriegebiete müssen vor dem Hintergrund der vereinbarten Klimaschutzziele der Bundesregierung in 20 Jahren klimaneutral arbeiten können. Dieses Ziel ist heute schon in Planungsprozessen zu berücksichtigen und sollte auch eine Voraussetzung für die Vergabe von Strukturfördermitteln sein. Andernfalls besteht die Gefahr, dass bereits vor Ablauf der Lebensdauer der Infrastrukturen erneute Umbauten zur Erreichung der Klimaneutralität notwendig werden

- **Potenziale und Senken ökologischer Ressourcen wie Energie oder Wasser bei Unternehmensauswahl berücksichtigen:** Die Auswahl von Betrieben bedingt die Optionen und Potenziale für zukünftige Infrastrukturlösungen und deren energetische und ressourcenseitige Effizienz. Ein Beispiel ist die gezielte Belegung eines neuen Industrieparks mit Abwärmelieferanten und Kältenachfragern, deren Kombination im laufenden Betrieb hohe Effizienzpotenziale bietet.
- **Entstehende Koordinationsbedarfe frühzeitig adressieren:** Die vorgestellten Wärme-/Kälte-Konzepte stellen unterschiedlich hohe Anforderungen an die Koordination von Unternehmen, Kommunen und Netzbetreibern. Gerade ambitionierte Konzepte bedürfen einer intensiven Koordination. Bei der Besetzung eines Industrieparks mit Blick auf die Optimierung zukünftiger Synergien bei der Kälte- und Wärmenutzung ist frühzeitig zu klären, wie das Gesamtkonzept organisatorisch umgesetzt werden kann.

5

INFRASTRUKTUREN FÜR EINEN SOZIAL- ÖKOLOGISCHEN STRUKTURWANDEL GESTALTEN: FAZIT UND ZENTRALE BOTSCHAFTEN



Die Arbeiten in TransIS haben gezeigt, dass weder die Bedeutung der Rolle technischer Infrastrukturen noch die Verabschiedung und Umsetzung ambitionierter ökologischer Nachhaltigkeitsziele im Strukturwandel Selbstläufer sind. Infrastrukturen, so zentral ihre Bedeutung in der Raumentwicklung auch ist, werden in den Strategien und Debatten zum Strukturwandel in den Revieren überwiegend nachgelagert thematisiert. Dabei bestünde in der proaktiven Gestaltung und gerade in der gezielten Weiter- und Umnutzung vorhandener Infrastrukturen in den Regionen sowohl Potenzial als auch Motivation, den Strukturwandel stärker im Sinne eines nachhaltigen, sozial-ökologischen Transformationsprozesses auszurichten.

Im Rahmen der Arbeiten und Analysen zu den konkreten Entwicklungsvorhaben (Fallstudien) in den drei Revieren sowie in der Auseinandersetzung mit maßgeblichen Förderprogrammen und -politiken (vgl. Trapp et al., 2026, Kap. 6) konnte eine Reihe von Beobachtungen und Erkenntnissen hinsichtlich der Rolle und Bedeutung von Infrastrukturen für die sozial-ökologische Transformation und die Neuausrichtung im Strukturwandel gewonnen werden.

Die Nachhaltigkeitsdimensionen wurden in den Infrastrukturprojekten der betrachteten Fallstudien in sehr unterschiedlichem Maße berücksichtigt. Oft waren es Fachexpertise und Erfahrungswissen, die den gestaltenden regionalen Akteuren nicht hinreichend zur Verfügung standen. Mit seinem prozessbegleitenden Ansatz konnte das Forschungsteam im TransIS-Vorhaben den lokalen Akteuren wichtige Hinweise zur Stärkung der Umweltperspektive in den Strukturwandelprojekten vor Ort geben. Um jedoch über solche Projektstrukturen, die ja in der Regel nur für Einzelvorhaben möglich sind, hinaus Wissenstransfer zu ermöglichen, sollten Strukturwandelgelder auch für den Aufbau von institutionalisierten, dauerhaft eingerichteten Beratungs- und Vernetzungsstrukturen genutzt werden. Denn in allen drei Fallstudien waren die finanziellen Förderbedingungen und Kriterien nicht ausschlaggebend für die Berücksichtigung ambitionierter ökologischer Nachhaltigkeitsziele für die Infrastrukturgestaltung (für eine Zusammenstellung möglicher Kriterien zur Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit von Infrastrukturprojekten siehe Tab. 7 in Trapp et al. 2026, S. 124). Maßgeblich waren vielmehr persönliches

Engagement von Schlüsselakteuren, ihre Beharrlichkeit und Hartnäckigkeit im Verfolgen der Vision, die Fähigkeit, Allianzen zu schmieden und Akteure zu vernetzen sowie Wissen über innovative Infrastruktur Lösungen aufzubauen und da, wo es vor Ort nicht verfügbar war, von außen hereinzuholen. In diese Stoßrichtung gehen auch die folgenden im Vorhaben entwickelten Botschaften, in denen sich die Beobachtungen und Erkenntnisse verdichten und die mit ausgewählten Schlüsselakteuren sowie in einem abschließenden Workshop mit mehr als 20 Akteuren aus den drei Revieren präzisiert wurden.

Die Botschaften richten sich an die unterschiedlichen Akteure nachhaltiger Infrastrukturentwicklung im Strukturwandel. Das sind Vertreter*innen der Landesebene, der Regionalplanung und der Kommunen sowie auch öffentliche und private Infrastrukturbetreiber, private Unternehmen, zivilgesellschaftliche Akteure (z. B. Gewerkschaften, Umweltverbände etc.). Für eine erfolgreiche Umsetzung sind neben (investiven) Mitteln für bauliche Infrastrukturvorhaben auch Fördermittel von Bund und Ländern bereitzustellen, die dauerhaft, d. h. über kurzzeitige Projektzyklen hinaus, institutionelle Strukturen und Know-how in den Revieren (z. B. auf kommunaler Ebene) aufbauen und verstetigen. Jede der folgenden vier Botschaft basiert auf einer inhaltlich begründeten Herleitung (vgl. Trapp et al., 2026, Kap. 7) und ist mit Empfehlungen unterlegt.

Die Botschaften und die entsprechenden Empfehlungen lauten:

1. Strukturwandel als Möglichkeitsraum für eine stärker sozial-ökologisch ausgerichtete Infrastruktur- und Regionalentwicklung nutzen

Empfehlungen:

- ▶ Promotoren und „Kümmerer“ dauerhaft und strukturell fördern
- ▶ Positive Raumbilder und Narrative auf Bekanntem aufbauen

2. Vorausschauende, räumlich integrierte Infrastrukturentwicklung stärken

Empfehlungen:

- ▶ Relevante Akteure mit ihren Bedarfen sektorübergreifend identifizieren, vernetzen und frühzeitig an der Planung beteiligen
- ▶ Umweltbilanzierung am Lebenszyklus – Um- und Weiternutzung bestehender Infrastrukturen fördern
- ▶ Systematisch sektorübergreifende Wechselwirkungen und Synergien prüfen
- ▶ Infrastrukturentwicklungen auf Umweltschutz und Klimaneutralität ausrichten und in Vergabeverfahren berücksichtigen

3. Wissen und Kompetenzen der Akteure vor Ort zum Entwickeln und Planen von Innovationen aufbauen und stärken

Empfehlungen:

- ▶ Beratungs- und Unterstützungsstrukturen für eine nachhaltige und ökologisch orientierte Infrastrukturentwicklung in den Strukturwandelregionen schaffen
- ▶ Pool an Experten*innen zur Stärkung einer umweltorientierten Infrastruktur- und Regionalplanung in den Strukturwandelregionen einrichten
- ▶ Revierübergreifende Bündelung und Bereitstellung von Know-how zu transformativen Ansätzen
- ▶ Frühzeitige Abstimmung und Einbindung der lokalen Akteure
- ▶ (Lokale) Schlüsselakteure stärken
- ▶ Besonderen Unterstützungsbedarf kleiner/ländlicher Gemeinden berücksichtigen

4. Gezielte Stärkung förderpolitischer Maßnahmen für ökologisch nachhaltige Infrastrukturprojekte

Empfehlungen:

- ▶ In Förderprogrammen klare und verbindliche Ziele formulieren und mit messbaren Kriterien unterlegen
- ▶ Bereits im Antragsprozess die Verankerung von ökologischer Nachhaltigkeit in Vorhaben systematisch prüfen
- ▶ Begleitung von Projektplanungs- und Implementierungsprozessen, um die ökologische Nachhaltigkeit von Projekten zu monitoren und die Umwelteffekte aufzuzeigen
- ▶ Politischen Willen und Programme für ökologische Nachhaltigkeit klar kommunizieren und Nachhaltigkeitskriterien für die Umsetzung in den Bundesländern operationalisieren
- ▶ Innerhalb der Förderlandschaft Risiken und finanzielle Unsicherheiten für Vorhabenträger besser berücksichtigen

Literaturverzeichnis

- Berkner, A. (2019). *Herausforderung Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung: Bestandsaufnahme und Perspektiven für die Braunkohlenreviere in Deutschland*. Informationen zur Regionalplanung. Regionaler Planungsverband Leipzig-West-sachsen. https://www.rpv-west-sachsen.de/wp-content/uploads/bekanntmachungen/Regionalinfo_Strukturwandel.pdf
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. (2020). *Vom Städtebau zur städtischen Transformationsstrategie* (BBSR-Online-Publikation 09/2020). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-2020102710563152501036>
- Crow, K. A. (2001). *Ausgleichs- versus Wachstumsziel: Eine Effektivitätsanalyse der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ am Beispiel Sachsen-Anhalt*. Zugl.: Halle, Univ., Diss., 2001. <https://d-nb.info/963258117/34>
- Dahlbeck, E., Gärtner, S., Best, B., Kurwan, J., Wehnert, T. & Beutel, J. (2022). *Analyse des historischen Strukturwandels im Ruhrgebiet (Fallstudie)* (Climate Change 29/2021). Umweltbundesamt (UBA). <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/analyse-des-historischen-strukturwandels-im-o>
- Dybe, G. (2003). *Regionaler wirtschaftlicher Wandel: Die Sicht der evolutionären Ökonomie und der „Neuen Wachstumstheorie“*. Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2002. Stadt- und Regionalwissenschaften: Bd. 2. Lit.
- Fürst, D. (1995). Öffentliche Finanzen als Instrument der Regionalpolitik. In *Handwörterbuch der Raumordnung* (S. 679–685).
- Heyen, D. A., Gsell, M., Raffer, C. & Scheller, H. (2024). *Weiterentwicklung der regionalen Strukturpolitik in Deutschland zu einer ökologisch nachhaltigen, vorausschauenden und transformativen Strukturpolitik: Konzeptionelle Überlegungen* (Texte 128/2024). Umweltbundesamt (UBA). <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/weiterentwicklung-der-regionalen-strukturpolitik-in>
- Jacob, K., Wolff, F., Graaf, L. & Heyen, D. A. (2019). *Transformative Umweltpolitik: Ansätze zur Förderung gesellschaftlichen Wandels* (Texte 7/2020). Umweltbundesamt (UBA). https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-01-15_texte_07-2020_transformative-umweltpolitik.pdf
- Jepsen, D., Angstmann, M., Gärtner, S., Wolf, V., Zimmermann, T., Hauschke, F., Wolf, T. & Wolf, R. (2026). *SymbiotiQ – Symbiotische Gewerbegebiete: Nachhaltige Ansätze, Potentiale für die Strukturwandelregionen sowie Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit auf Nutzungsgemischte Quartiere: Abschlussbericht*.
- Koschatzky, K. (2002). *Innovationsorientierte Regionalentwicklungsstrategien: Konzept zur regionalen Technik- und Innovationsförderung* (Arbeitspapiere Unternehmen und Region R2/2002). Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI). <https://doi.org/10.24406/publica-fhg-291379>
- Koschatzky, K. & Stahlecker, T. (2023). *Nachhaltige Transformation und resilienter Strukturwandel in Regionen* (ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale). <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/f2004850-2640-4d18-b775-79334doffbd2/content>
- Kost, K., Lötscher, L. & Weingarten, J. (2011). *Neue und innovative Ansätze zur Regionalentwicklung durch unternehmerische Wirtschaftsförderung* (Edition der Hans-Böckler-Stiftung Nr. 261). Hans-Böckler-Stiftung.
- Lageman, B., Neumann, U. & Schmidt, C. M. (2006). Und täglich grüßt die Subvention: Wie kann die erfolgreiche Revitalisierung des Ruhrgebiets gelingen? *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*, 50(1), 232–244. <https://doi.org/10.1515/zfw.2006.0022>
- Messner, D., von Schlippenbach, U., Schubert, S., Grimski, D., Schröder, A., Sieck, L., Plappert, M.-L. & Daschkeit, A. (2023). Die ökologische Transformation gestalten: Auf dem Weg zu klimafreundlichen, umweltschonenden & lebenswerten Städten und Regionen. In *Stadt denken 7* (S. 27–35): Deutsche Akademie für Städtebau und Landesplanung (DASL).
- Metropolregion Mitteldeutschland. (2022). *Schieneinfrastruktur Dreiländereck: Schieneninfrastruktur für den Güter- und Personenverkehr im Dreiländereck der Innovationsregion Mitteldeutschland*. Endbericht. https://transformationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2022/01/202010_Gesamtergebnisbericht_Railistics.pdf
- Ribbeck-Lampel, J., Spohr, P. & Otto, A. (2022). *Revier ist nicht gleich Revier: Die Bedeutung von Raumstrukturen für die Transformation der Braunkohleregionen in Deutschland*. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/revier-raumstrukturen.html>
- 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.
- Schramm, E., Libbe, J., Trapp, J. H. & Winker, M. (2020). Transformation. In J. H. Trapp & M. Winker (Hrsg.), *Blau-grün-graue Infrastrukturen vernetzt planen und umsetzen: Ein Beitrag zur Klimaanpassung in Kommunen* (S. 24–25): Deutsches Institut für Urbanistik (Difu). <https://repository.difu.de/jspui/handle/difu/281578>
- Trapp, J. H., Riechel, R., Barthel, C., Zeiss, C., Gräbner, M. & Walther, J. (2024). *Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel: Konzeptionelle Ansätze des Strukturwandels und Herausforderungen für sozial-ökologische Transformationen in den drei Braunkohlerevieren*. Teilbericht (Texte 17/2024). Umweltbundesamt (UBA). <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/transformation-regionaler-infrastrukturen-fuer>
- Trapp, J. H., Riechel, R., Zeiss, C., Schüwer, D., Walther, J., Gräbner, M., Rechlin, A. & Hinzmann, M. (2026). *Transformation regionaler Infrastrukturen für einen sozial-ökologischen Strukturwandel. Konzeptionelle Ansätze des Strukturwandels und Herausforderungen für sozial-ökologische Transformationen in den drei Braunkohlerevieren: Abschlussbericht*.

Veres-Homm, U., Wojtech, A., Richter, F., Becker, T., Lißner, S., Schmidt, W., Nehm, A. & Grashoff, C. (2019). *Regional konsolidierte Gewerbeflächenentwicklung (RekonGent): Abschlussbericht*. (UBA Texte 21/2019).

Winker, M., Trapp, J. H., Libbe, J. & Schramm, E. (2017). *Wasserinfrastruktur: Den Wandel gestalten: Technische Varianten, räumliche Potenziale, institutionelle Spielräume* (Edition Difu – Stadt, Forschung, Praxis Nr. 17). <https://repository.difu.de/handle/difu/238341>

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. (2011). *Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Hauptgutachten. <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/welt-im-wandel-gesellschaftsvertrag-fuer-eine-grosse-transformation>

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. (2016). *Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte*. Hauptgutachten. https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2016/wbgu_hg2016-hoch.pdf

Wittmayer, J. & Hölscher, K. (2017). *Transformationsforschung: Definitionen, Ansätze, Methoden*. Texte: 103/2017. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-11-08_texte_103-2017_transformationsforschung.pdf

Wörten, C., Keppler, L. & Holzhausen, G. (2017). *Arbeitsplätze in Braunkohleregionen: Entwicklungen in der Lausitz, dem Mitteldeutschen und Rheinischen Revier*. arepo consult. https://arepo-consult.com/wp-content/uploads/2019/11/2017_gruene_arbeitsplaetze-braunkohle_kurzstudie.pdf



► **Unsere Broschüren als Download**

Kurzlink: bit.ly/2dowYYI