



AKTIONSPLAN ZUM HANDLUNGSFELD RESSOURCEN

NEUE WEGE FÜR
INNOVATION UND WERTSCHÖPFUNG

Strukturwandel im Mitteldeutschen Revier

Ein Projekt der



METROPOLREGION
MITTELDEUTSCHLAND

**AKTIONSPLAN
ZUM HANDLUNGSFELD
RESSOURCEN**



7 Landkreise und 2 Städte in 3 Bundesländern mit 2 Mio. Einwohnern



Neue Wege für Wertschöpfung im Mitteldeutschen Revier

Im Strukturwandelprojekt „Innovationsregion Mitteldeutschland“ hat die Europäische Metropolregion Mitteldeutschland (EMMD) gemeinsam mit den Landkreisen Altenburger Land, Anhalt-Bitterfeld, Burgenlandkreis, Leipzig, Mansfeld-Südharz, Nordsachsen und Saalekreis sowie den Städten Halle (Saale) und Leipzig neue Strategien und Projekte für Innovation und Wertschöpfung entwickelt, um den Strukturwandel in der Region aktiv zu gestalten.

Das vorliegende Dokument ist einer von fünf Aktionsplänen, die als Basis für den REVIERKOMPASS dienen. Alle sechs Dokumente bauen auf einem mehrjährigen Entwicklungsprozess auf und stellen die zentralen Erkenntnisse und die empfohlene Schwerpunktsetzung dar.

Gefördert aus Mitteln der Bundesrepublik Deutschland, des Freistaates Sachsen, des Landes Sachsen-Anhalt und des Freistaates Thüringen im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe: „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsinfrastruktur“.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	6
1.1	Überblick zum Gesamtprojekt	6
1.2	Einordnung des Handlungsfeldes	8
2.	Schlussfolgerungen aus den Studien	12
2.1	Kernerkenntnisse	12
	Vorreiterrolle als Wasserstoffregion weiter ausbauen	14
	Ausbau erneuerbarer Energien und ganzheitliche Systembetrachtung	15
	Länderübergreifende Planung der Wasserstoffinfrastruktur	16
	An vorhandenen Stärken anknüpfen	18
	Durch Vernetzung neue Impulse setzen	19
	Regionale Kompetenzen aus- und aufbauen	20
	Überregionale Sichtbarkeit erzeugen	20
2.2	Handlungsschwerpunkte	21
	Ausbau der erneuerbaren Energien als Basis	21
	Ausbau und Sicherung der Rohstoffbasis für die Bioökonomie	22
	Aufbau neuer Produktionskapazitäten	23
	Aufbau bzw. Ertüchtigung der erforderlichen Infrastruktur für Wasserstoff	25
	Einführung neuer Technologien in den Anwendungssektoren	26
	Gezielte Öffentlichkeitsarbeit	27
	Vernetzung der regionalen Akteure	29
3.	Ergebnisse der Einzelstudien im Überblick	31
	Potenzialstudie Grüne Gase – Analyse und Bewertung der Potenziale von Grünen Gasen in der Innovationsregion Mitteldeutschland	31
	Kapitel 1: Einführung: Potenzialstudie Grüne Gase	31
	Kapitel 2: Metastudie und Lebenszyklusanalyse zu Grünen Gasen	32
	Kapitel 3: Bestandsanalyse – Heutige Erzeugung und Nutzung Grüner Gase in der IRMD	36
	Kapitel 4: Potenzialanalyse – Zukünftige Erzeugung und Nutzung Grüner Gase	38
	Kapitel 5: Regionale Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale	45
	Kapitel 6: Empfehlung zum Aufbau eines Kompetenzzentrums	47
	Kapitel 7: Handlungsempfehlungen für die regionalen Akteure	48
	Datenanhang: Detailergebnisse für die Gebietskörperschaften der IRMD	51
	Abkürzungsverzeichnis – Potenzialstudie Grüne Gase	53

1. Einleitung

1.1 Überblick zum Gesamtprojekt

Das Mitteldeutsche Revier im Dreiländereck von Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen steht aufgrund klimapolitischer Ziele mit einem Ausstieg aus der Braunkohleverstromung vor neuen wirtschaftlichen Herausforderungen. Um diesen Prozess aktiv und zukunftsorientiert zu gestalten, wurde bereits 2016 unter dem Dach der Europäischen Metropolregion Mitteldeutschland die Projektgruppe „Innovation im Revier“ von regionalen Akteuren gegründet. Auf dieser Grundlage schlossen sich im Mai 2018 die Landkreise Altenburger Land, Anhalt-Bitterfeld, Burgenlandkreis, Leipzig, Mansfeld-Südharz, Nordsachsen und Saalekreis sowie die Städte Halle (Saale) und Leipzig per interkommunaler Zweckvereinbarung zum Strukturwandelprojekt „Innovationsregion Mitteldeutschland“ (IRMD) zusammen. ► [Abbildung 1](#)

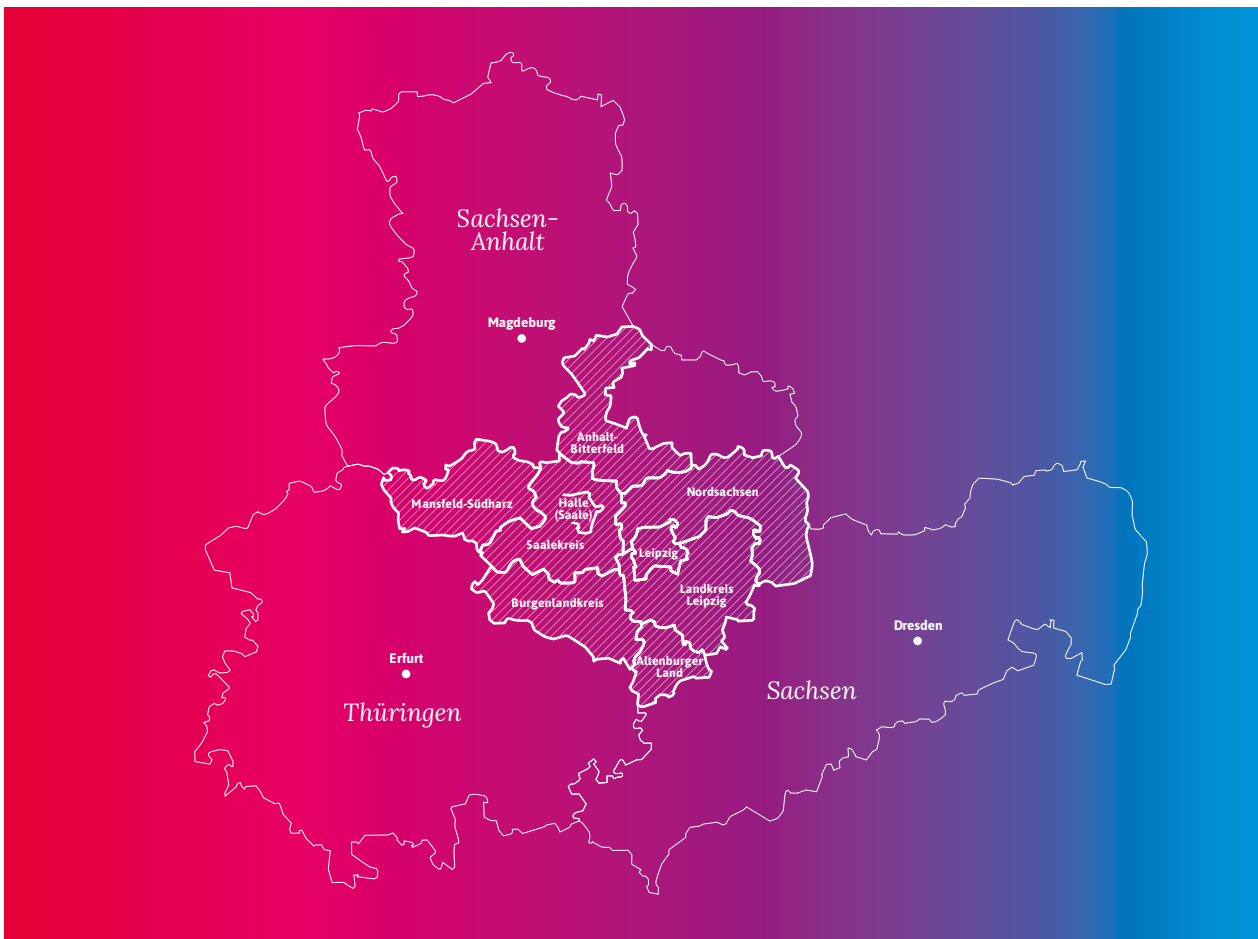


Abbildung 1: Gebietskörperschaften der Innovationsregion Mitteldeutschland (IRMD)

Unter Federführung der Metropolregion Mitteldeutschland wurde für die Region mit neun Gebietskörperschaften in drei Bundesländern und zwei Millionen Einwohnern eine neue Strategie mit Projekten für Innovation und Wertschöpfung entwickelt, um den Strukturwandel gemeinsam aktiv zu gestalten.¹ Während die eigenständig initiierten Aktivitäten zur strategischen Ausrichtung des Strukturwandels in der Region bereits liefen, wurde von der Bundesregierung die sogenannte

¹ Das Vorhaben wurde im Rahmen der Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW) nach Experimentierklausel durch den Bund, den Freistaat Sachsen, das Land Sachsen-Anhalt und den Freistaat Thüringen mit 7,2 Mio. EUR gefördert (Gesamtbudget 8 Mio. EUR).

„Kohlekommission“ eingesetzt.² Die politische Umsetzung der Empfehlungen der Kohlekommission u. a. in Form von Gesetzen führt nunmehr dazu, dass bis 2038 der Ausstieg aus der Kohleverstromung festgelegt wurde. Aufgrund der kraftwerksbezogenen Festlegungen bedeutet dies für das Mitteldeutsche Revier, dass die Kohleverstromung im Jahr 2035 beendet sein wird.³

Das Ziel der am Projekt beteiligten Partner war die Identifizierung alternativer Wertschöpfungs- und Fachkräftepotenziale sowie die Initiierung neuer Innovationsimpulse für die Unternehmen im Mitteldeutschen Revier. Dadurch soll die Attraktivität und Wettbewerbsfähigkeit der regionalen Wirtschaft gesteigert werden. Dazu wurden fünf Handlungsfelder als positive Treiber für die wirtschaftliche Entwicklung in der Region identifiziert. ► **Abbildung 2** Im Rahmen dieser Handlungsfelder wurden 22 Bedarfsuntersuchungen, Machbarkeitsanalysen und regionalwirtschaftliche Studien realisiert. Deren Ergebnisse fließen in eine Gesamtstrategie – den REVIERKOMPASS – zur Gestaltung des Strukturwandels im Mitteldeutschen Revier ein.



WERTSCHÖPFUNG & INNOVATION

- Fachkräfte
- Digitalisierung
- Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit
- Innovationslabore
- Flächenmanagement



RESSOURCEN

- Kohlenstoffe & Chemie
- Synthetische Kraftstoffe
- Clean Tech
- Rohstoffe



ENERGIE

- Erneuerbare Energien
- Dezentrale Stromerzeugung
- Innovative Speicherprojekte
- Sicherung der Wärmeversorgung



MOBILITÄT & LOGISTIK

- ÖPNV | Intermodale Verkehre
- Autonomes Fahren
- E-Mobilität
- Alternative Antriebe



TOURISMUS & KULTUR

- Touristische Vermarktung
- Kulturregion
- Lebensqualität
- Regionale Identität

Abbildung 2: Handlungsfelder und Leitthemen

² Abschlussbericht der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ (KWSB), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin 2019.

³ SPD, Bündnis90/Die Grünen, FDP, Koalitionsvertrag 2021 – Mehr Fortschritt wagen.

Begleitet wurde der Strategieprozess von einem mehrstufigen Beteiligungsprozess. Dessen Beginn bildeten neun Zukunftswerkstätten in den Gebietskörperschaften der Region Mitteldeutsches Revier, an denen insgesamt rund 300 Bürgerinnen und Bürger teilnahmen. Die Ergebnisse der einzelnen Zukunftswerkstätten wurden den politischen Akteuren in der Region bereitgestellt und bildeten darüber hinaus eine inhaltliche Grundlage für spätere Beteiligungsformate der einzelnen Gebietskörperschaften und des Landes Sachsen-Anhalt.

Mit der repräsentativen Online-Befragung „Mitteldeutschland-Monitor“ wurde zudem im November 2020 und 2021 ein aktuelles Stimmungsbild der Menschen im Mitteldeutschen Revier zu den Themenkomplexen Strukturwandel, Energiewende und Lebenszufriedenheit erhoben. Die jährliche Trendumfrage wurde gemeinsam mit Vertretern der Gebietskörperschaften und der Bundesländer konzipiert. Die Ergebnisse dienen den politischen Akteuren der Region als eine weitere Grundlage zur Steuerung, Erfolgskontrolle und Kommunikation des Strukturwandelprozesses. ► www.mitteldeutschland-monitor.de

Ein weiteres Beteiligungsformat bildete die inhaltliche Begleitung der 22 Studien zur „Verbesserung der Regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW) durch Lenkungsausschüsse, in denen insgesamt 300 sachkundige Vertreterinnen und Vertreter aus Unternehmen, Branchennetzwerken, Kammern, Verwaltung und Zivilgesellschaft vertreten waren.

Im vorliegenden **Aktionsplan zum Handlungsfeld Ressourcen** werden die zentralen Ergebnisse und die daraus vom Team der Europäischen Metropolregion Mitteldeutschland abgeleiteten Schlussfolgerungen folgender Studie dargestellt:

- Potenzialstudie Grüne Gase – Analyse und Bewertung der Potenziale von Grünen Gasen in der Innovationsregion Mitteldeutschland⁴

Für darüber hinausgehende Ergebnisse und Schlussfolgerungen wird auf die anderen Handlungsfeldberichte und den REVIERKOMPASS verwiesen.

1.2 Einordnung des Handlungsfeldes

Der Handlungsfeldbericht widmet sich vorrangig den Themen Grüne Gase und Bioökonomie. Die Relevanz dieser Themenfelder ergibt sich aus den herausragenden Potenzialen, basierend auf vielfältigen Ansätzen, Akteuren und günstigen Voraussetzungen in der Region. Ebenso bieten sie konkrete Lösungen für alternative Wertschöpfung nach dem Ende der Braunkohleverstromung und tragen zur Erreichung der europäischen und nationalen Klimaschutzziele bei.⁵ Die Dynamik der Entwicklungen hat zur Folge, dass die gesellschaftlichen und politischen Zielsetzungen stetig ambitionierter werden. Die Bundesrepublik Deutschland hat die Ziele zuletzt am 24.06.2021 mit der Novellierung des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) verschärft.

Negative Emissionen bis zum Jahr 2050

Das Minderungsziel für CO₂-Emissionen für das Jahr 2030 beträgt 65 % gegenüber dem Jahr 1990. Für das Jahr 2040 wurde eine Minderung von 88 % als Ziel festgelegt. Eine Erreichung der Treib-

⁴ LBST et al. (2022): Potenzialstudie Grüne Gase – Analyse und Bewertung der Potenziale von Grünen Gasen in der Innovationsregion Mitteldeutschland.

⁵ 2015 Weltklimakonferenz in Paris: 197 Staaten verpflichten sich dazu, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf 1,5 °C, zu begrenzen sowie spätestens in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts weltweit Treibhausgasneutralität zu erreichen.

hausgasneutralität ist bis 2045 verbindlich angegeben. Für das Jahr 2050 werden von der Bundesregierung bereits negative Emissionen angestrebt. Um diese zu generieren, d. h. mehr Treibhausgas zu binden als auszustoßen, spielen natürliche Senken (z. B. Wälder und Moore) eine wichtige Rolle. Natürliche Senken werden durch das Ökosystem bereitgestellt und können zukünftig dazu beitragen, unvermeidbare Restemissionen zu binden. Hier knüpft auch ein Ziel der nationalen Bioökonomiestrategie an, die „Ökonomie und Ökologie in ganzheitlichen Ansätzen zu integrieren“. Dies kann somit dazu beitragen, auch Umweltdienstleistungen wie die Bindung von Treibhausgasen hinsichtlich der Generierung von Wertschöpfung einzubetten.⁶

Im Jahr 2015 wurde von allen Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen die Agenda 2030 unterzeichnet, die 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung, die Sustainable Development Goals (SDGs), festlegt. In der nationalen Bioökonomiestrategie des Bundes werden folgende 11 SDGs als relevant deklariert:



Abbildung 3: Relevante SDGs; Quelle: BMBF & BMEL (2020): Nationale Bioökonomiestrategie

Insbesondere das SDG Nr. 7 zeigt auf, wie die Bioökonomie mit energiewirtschaftlichen Themen in Beziehung steht. Das Ziel „bezahlbare und saubere Energie“ beinhaltet als Unterziel, bis 2030 den Anteil erneuerbarer Energie am globalen Energiemix deutlich zu erhöhen, und spannt somit den Bogen über eine erneuerbare Energieproduktion zu Grünen Gasen. Somit kann eine Verknüpfung der Themenfelder Grüne Gase und Bioökonomie die Erreichung von Nachhaltigkeitszielen, die aktuell und künftig eine zunehmende Wertschöpfungsrelevanz erfahren, erheblich forcieren.

Vom Kohlerevier zur grünen Energieregion

Das Mitteldeutsche Revier blickt auf eine lange Geschichte der fossilen Energiegewinnung und -erzeugung zurück. Als traditionsreicher Standort der Energie- und Chemiewirtschaft steht die Region vor der Herausforderung, den Umbau der Energieversorgung zuverlässig und im Sinne der angestrebten Klimaschutzziele voranzutreiben. Das sogenannte „Mitteldeutsche Chemiedreieck“ beherbergt mit der chemischen Industrie energieintensive Unternehmen, die im unmittelbaren internationalen Wettbewerb stehen. Daher üben die nationalen Energiepreise einen substanzielleren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit aus als in anderen, weniger energieintensiven bzw. weniger im globalen Wettbewerb stehenden Wirtschaftszweigen. Umso wichtiger ist es, auf den vorhandenen Stärken und dem Know-how der Region aufzubauen, um das Energiesystem sowie energieintensive Prozesse zukunftssicher umzugestalten und neue, kreislauffähige Wertschöpfungsketten zu etablieren.

Insbesondere die Mitteldeutsche Wasserstoffpipeline, die die regionalen Chemieparcs verbindet, bietet hier eine hervorragende Anknüpfung sowohl für den Umbau der Energieversorgung als auch für die Dekarbonisierung von Rohstoffströmen. Neben der Chemieindustrie können weitere Akteure durch die Verwendung von Grünen Gasen wie Wasserstoff und Biogas sowie von nachwachsenden Rohstoffen ihre Produkte und Prozesse nachhaltig gestalten. Basierend auf diesen Potenzialen zur Minderung von fossilen Einsatzstoffen und Treibhausgasemissionen fokussiert sich dieser Bericht auf folgende Themen:

- ▶ Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft und Chancen durch den Einsatz von Grünen Gasen
- ▶ Bioökonomie als Treiber von nachhaltigen und innovativen Verfahren und Produkten

⁶ BMBF & BMEL (2020): Nationale Bioökonomiestrategie.

Spotlight – Durch Digitalisierung Ressourcen schonen und sichern

Der Megatrend Digitalisierung macht vor fast keiner Branche halt und gewinnt zunehmend für die Energiewirtschaft, aber auch für die Bioökonomie an Bedeutung. So steht der Energiewirtschaft eine Restrukturierung von einer zentralisierten und regelbaren Energieversorgung hin zu einer dezentral und teilweise fluktuierenden Energieerzeugung bevor. Hierbei besteht die Notwendigkeit, diese Dezentralität gepaart mit fluktuierenden Erzeugungsprofilen intelligent mit der Nachfrage zu verknüpfen und überschüssige oder fehlende Energieangebote in das Energiesystem sicher zu integrieren (Smart Grids). Mittels Smart-City-Ansätzen haben urbane Räume die Möglichkeit, ein effizientes Energiemanagement für ganze Quartiere bereitzustellen, und können durch ein digitales Verkehrsmanagement dazu beitragen, Emissionen zu senken. Neue Formen der Mobilität (bspw. autonomes Fahren, Einsatz von Drohnen) und der Produktion (Fabrik 4.0, digitale Landwirtschaft) sind ebenfalls datengetrieben und benötigen daher eine digitale Infrastruktur, die eine Übermittlung von großen Datenmengen sicherstellt. Insbesondere für produzierende und energieintensive Industrien bietet das Aufbereiten und Analysieren von Rohdaten das Potenzial von Einsparungsmöglichkeiten und Effizienzsteigerungen. Der Prozess der Datenanalyse von Rohdaten wird Data Analytics genannt und durch Künstliche Intelligenz (KI) sowie maschinelles Lernen unterstützt. Auch die Gesundheitswirtschaft ist durch die Ausweitung des Gesundheitssektors mit immer größeren Datenmengen konfrontiert und kann durch den Einsatz von Data Analytics und KI besonders in der Gesundheitsforschung zu neuen Erkenntnissen beitragen, aber auch im Sinne der Telemedizin und Telepflege mit neuen Produkten und Dienstleistungen dem wachsenden Fachkräfte- und Versorgungsmangel insbesondere in ländlichen Teilräumen entgegenwirken.

Allerdings bieten digitale Innovationen nicht nur Chancen, sondern sind auch mit Risiken verbunden. Durch die Zunahme von digitalen Prozessen und der Verarbeitung von personenbezogenen Daten werden digitale Infrastrukturen immer häufiger Opfer von Cyberkriminalität. Die Energie- und Wasserversorgung, der Verkehr, aber auch die medizinische Versorgung sind in Deutschland Teil der Kritischen Infrastruktur (KRITIS). Über alle Branchen hinweg und insbesondere bei KRITIS bedarf es eines effektiven Schutzes der digitalen Infrastrukturen. Durch das Sichern von Wissen, persönlichen Daten und der Versorgungsinfrastruktur vor Diebstahl oder Angriffen kommt der Cybersicherheit eine besonders gewichtige Rolle zu.

Das in der Region überdurchschnittlich ausgeprägte Zukunftsfeld Data Analytics kann somit erheblich zum Gelingen des Strukturwandels beitragen, wenn es intelligent und anwendungsbezogen mit den entsprechenden Teilbereichen der definierten Handlungsschwerpunkte verknüpft wird.

Spotlight – Kreislaufwirtschaft: Elementarer Baustein einer nachhaltigen Wirtschaft

Ein weiteres Querschnittsthema, das sich als Zukunftsfeld durch viele Branchen zieht, ist die Kreislaufwirtschaft. Diese betrachtet alle Phasen von Produkt- und Materiallebenszyklen und dient der Schonung natürlicher Ressourcen, des Klimas sowie der Umwelt und der menschlichen Gesundheit.

So stellen sich mit Blick auf eines der zentralen Zukunftsfelder im Strukturwandel, die Transformation des Energiesystems, auch hier neue materialwirtschaftliche Herausforderungen hinsichtlich der Entwicklung und des Einsatzes von Recyclingtechnologien zur Schließung von Materialkreisläufen sowie der Sicherstellung der Rohstoffverfügbarkeit (bspw. seltene Erden oder die Herstellung von Photovoltaikmodulen und Windkraftanlagen nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip). Als Standort für die Entwicklung und Fertigung von Batteriezellen zeigt z. B. der Landkreis Anhalt-Bitterfeld großes Potenzial. Aufgrund der zunehmenden Elektromobilität und des Ausbaus weiterer batteriebasierter Speicherlösungen müssen hier ebenso kreislaufwirtschaftliche Lösungen entwickelt werden. Ein weiteres Feld ist das Baustoffrecycling, das u. a. auch durch das

Wegfallen großer Mengen Gips als Koppelprodukt der braunkohlebasierten Energieerzeugung eine wachsende Bedeutung erfährt.

Eine besondere Verbindung ergibt sich zudem zwischen Kreislaufwirtschaft und Bioökonomie. Letztere kann aufgrund der Knappheit, verschiedener Nutzungskonkurrenzen und in Teilen auch einer besonderen Schutzwürdigkeit nachwachsender Rohstoffe nur in diesem Zusammenhang funktionieren. So müssen bioökonomische Wertschöpfungsketten im Sinne der Nachhaltigkeit und der Ressourceneffizienz besonders optimiert werden, um wettbewerbsfähig gegenüber fossil basierten Wertschöpfungsketten und ökologisch akzeptiert zu sein. Dies geschieht, indem biogene Rohstoffe einer Kaskaden- oder Koppelnutzung sowie, wo immer möglich, einem Kreislauf (z. B. biobasierte Kunststoffe) zugeführt werden.

Damit sollten zirkuläre Prozesse überall dort, wo sie im Zuge der Etablierung alternativer Wertschöpfung, aber auch im nachhaltigen Umbau der bestehenden Wertschöpfungsketten zu Ressourcenschonung, Klima- und Umweltschutz beitragen, von Anfang an mitgedacht werden.

2. Schlussfolgerungen aus den Studien

Ausgehend von der Potenzialstudie Grüne Gase sowie den vorliegenden Erkenntnissen und Entwicklungen im Themenfeld der Bioökonomie können beide Themenfelder Entwicklungskerne bilden, die nicht nur neue Wertschöpfung und Innovationen generieren, sondern gleichzeitig zur Erreichung der Ziele des Klimaschutzes beitragen – da nicht nur die Umstrukturierung des Energiesystems Möglichkeiten zur Reduktion von Treibhausgasen bietet, sondern auch die Bioökonomie, die den Ersatz von fossilen Ausgangsstoffen sowie einen nachhaltigen Einsatz von Rohstoffen forciert. So wird die Gewinnung fossiler Rohstoffe begleitet von der Emittierung von Treibhausgasen, weshalb es folgerichtig gilt, ebenfalls in weiteren Branchen (wie z.B. der chemischen Industrie) breitgefächerte Ansätze zur Reduktion von fossilen Ausgangsstoffen zu verfolgen.

Die folgende ► **Abbildung 4** zeigt, auf welche Kernerkenntnisse und Handlungsschwerpunkte der Handlungsfeldbericht Ressourcen eingeht.

Kernerkenntnisse		Handlungsschwerpunkte	
	Vorreiterrolle im Bereich Wasserstoff weiter ausbauen		Ausbau der erneuerbaren Energien als Basis
	Ausbau erneuerbarer Energien und ganzheitliche Systembetrachtung		Ausbau und Sicherung der Rohstoffbasis
	Länderübergreifende Zusammenarbeit		Aufbau neuer Produktionskapazitäten
	An vorhandenen Stärken anknüpfen		Aufbau bzw. Ertüchtigung der erforderlichen Infrastruktur
	Durch Vernetzung Impulse schaffen		Einführung neuer Technologien in den Anwendungssektoren
	Regionaler Kompetenzen aus und -aufbauen		Gezielte Öffentlichkeitsarbeit sowie Qualifizierung und Aufbau von Kompetenzen
	Überregionale Sichtbarkeit erzeugen		Vernetzung der Akteure

Abbildung 4: Übersicht der Kernerkenntnisse und Handlungsschwerpunkte im Handlungsfeld Ressourcen

2.1 Kernerkenntnisse

Sowohl für den Einsatz von Grünen Gasen als auch für die Initiierung und Umsetzung von bioökonomischen Ansätzen existieren gemeinsame Anknüpfungspunkte, die für eine erfolgreiche Etablierung in der Region verfolgt werden können. Insbesondere die zentrale geografische Lage in Mitteldeutschland und die Ausrichtung der Industrie bieten eine hervorragende Grundlage, um eine Wasserstoff- und Bioökonomiewirtschaft auf Basis bereits bestehender Infrastrukturen und Industriekerne auszubauen. Auch die „Potenzialstudie Industrie- und Gewerbeflächen“ zeigt, dass im Gegensatz zu vielen anderen Regionen in Deutschland das Mitteldeutsche Revier über Flächenpotenziale verfügt, die für Ansiedlungen der Grünen Wasserstoffwirtschaft und Bioökonomie genutzt werden können.⁷

In der „Technologiefeldanalyse Innovationsregion Mitteldeutschland“ sind sieben Leitbranchen ► **Abbildung 5** untersucht worden. Hierbei haben sich fünf zentrale Handlungsfelder ► **Abbildung 6** herauskristallisiert. Weiterhin wurden insgesamt 43 zukunftssträchtige Technologiefelder identifiziert, die den Wirtschaftsstandort nachhaltig stärken können.



Abbildung 5: Leitbranchen in der IRMD – Technologiefeldanalyse

Quelle: Conomic (2020): Technologiefeldanalyse Innovationsregion Mitteldeutschland

Zwei der insgesamt fünf identifizierten zentralen Handlungsfelder richten den Fokus direkt auf die Themen Grüne Gase und Bioökonomie. Unter Power-to-X (PtX) versteht man den Einsatz von Elektrizität zur Produktion von weiteren Stoffen, die unter anderem einer energetischen Nutzung zugeführt werden können, etwa Wasserstoff oder Methanol. Neben umfangreichen Kompetenzen in Forschung und Entwicklung sowohl in Hochschulen als auch in Forschungseinrichtungen existieren in der Region bereits zwei Reallabore, die an einer Skalierung der Technologie in den Industriemaßstab arbeiten.

Unter der Bioökonomie wird ein auf nachwachsenden Rohstoffen basierendes Wirtschaftssystem verstanden, das auch biotechnologische Verfahren zur Produktion nutzt. Insbesondere in der Leitbranche Chemische Industrie wird ein hohes Potenzial für den langfristigen Ersatz fossiler Grundstoffe für die Basischemie durch alternative Rohstoffe gesehen. Durch eine Intensivierung der Bioökonomie und der Kunststoff-Kreislaufwirtschaft, kann der Trend zu biobasierten und bioabbaubaren bzw. kreislauffähigen Polymeren am Standort gestärkt werden. Aber auch für die Ernährungs- und Gesundheitswirtschaft bietet die Bioökonomie beispielsweise über die Algenbiotechnologie, alternative Proteine und durch biomedizinische Materialien gute Anknüpfungsmöglichkeiten.



Abbildung 6: Handlungsfelder in der IRMD – Technologiefeldanalyse

Quelle: Conomic (2020): Technologiefeldanalyse Innovationsregion Mitteldeutschland

Vorreiterrolle als Wasserstoffregion weiter ausbauen

Das Mitteldeutsche Revier besitzt bundesweit einmalige Voraussetzungen für den Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft. Insbesondere durch das Mitteldeutsche Chemiedreieck, als ein internationaler Standort mit vorhandener Infrastruktur in Form der zweitlängsten Wasserstoffpipeline in Deutschland sowie den bestehenden Stoffverbänden seitens der Industrie bietet einen vielversprechenden Ansatz als Bedarfs-Nukleus für grünen Wasserstoff in der Region. Zudem befinden sich zahlreiche Hersteller, Anbieter und Nutzer relevanter Schlüsseltechnologien und Dienstleistungen in der IRMD. Mitteldeutschland verfügt über zahlreiche und räumlich verteilte potenziell nutzbare Standorte zur Erzeugung von Grünen Gasen.⁸ Den Bestand und die Ausbauvision des Wasserstoffstandorts im Mitteldeutschen Revier können der ► **Abbildung 7** entnommen werden.

Ein weiterer wichtiger Standortfaktor sind die umfassenden Erfahrungswerte der bislang fossilen Energiewirtschaft bei der Entwicklung und Umsetzung von Energieerzeugungsprojekten. Auf dieser Grundlage können Forschung und Entwicklung, Produktion, Projektierung, Umsetzung und Wartung von Energieerzeugungsanlagen auch zukünftig Wertschöpfung in der Region generieren und sind bereits Teil der regionalen Identität.

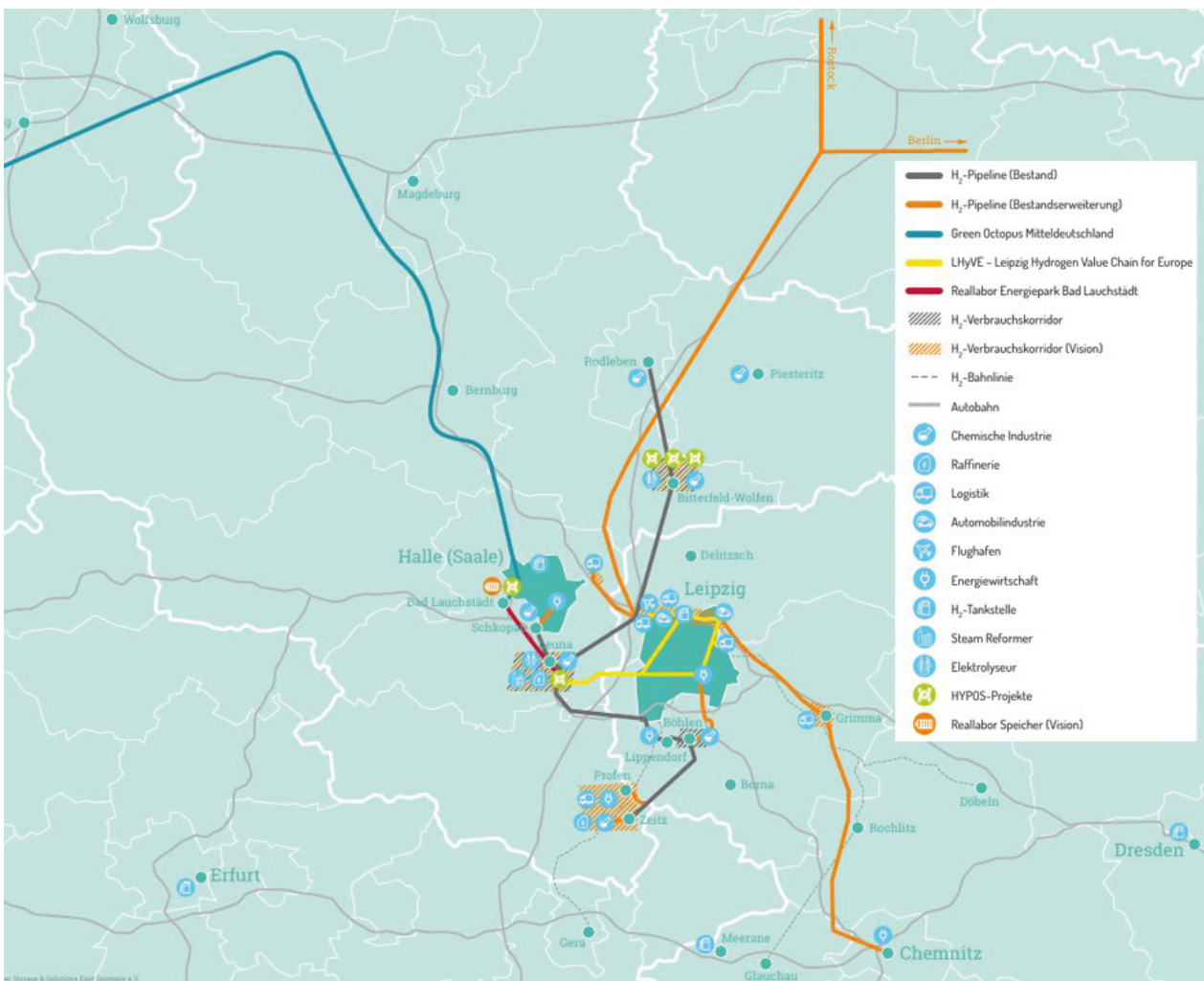


Abbildung 7: Wasserstoff-Bestandsinfrastruktur und Ausbauvision

Quelle: HYPOS (2021); Metropolregion Mitteldeutschland (2021)

⁸ Abbildung 16 (S. 37) zeigt in Kartenform die bestehenden Standorte von unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen von Grünen Gasen im Mitteldeutschen Revier auf.

Ein weiterer Meilenstein auf dem Weg zu einer grünen Wasserstoffwirtschaft wird in Leipzig mittels der Gründung des Wasserstoffhändlers „Hydrogen Intermediary Network Company“ (HINT.CO) durch die gemeinnützige H2Global-Stiftung, gelegt. Durch den ersten Handelsmarkt für grünen Wasserstoff erhält die Region in unmittelbarer Nachbarschaft der europäischen Strombörse EEX (European Energy Exchange) einen weiteren wichtigen Baustein der Wasserstoffwirtschaft, der für eine internationale Signalwirkung sorgen und eine neue Epoche des europäischen Energiehandels einleiten kann. Die positive Gesamteinschätzung wird auch durch die Untersuchung „Transformation des Energiesystems in Modellregionen mithilfe von grünem Wasserstoff“ bestätigt, die zu dem Schluss kommt, „dass das industriell geprägte Mitteldeutsche Revier sich als Modellregion für grünen Wasserstoff eignet.“⁹

Ausbau erneuerbarer Energien und ganzheitliche Systembetrachtung

Die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien ist das Fundament für die Herstellung von Grünen Gasen, die als speicherfähige Medien u. a. die systembedingten Versorgungslücken von Solar- und Windstrom schließen helfen. Durch verschiedene Ansätze zu Power-to-X (PtX) wie bspw. Power-to-Gas (PtG) oder Power-to-Liquid (PtL) können mittels der Umwandlung elektrischen Stroms andere Sektoren dekarbonisiert werden. Allerdings ist die Treibhausgasminde rung mittels PtX nur unter dem Einsatz von Strom aus erneuerbaren Quellen derzeit ganzheitlich realisierbar.

Eine gewisse Abdeckung des benötigten Bedarfs können auch Biogas und Biomethan bieten. Deren Anteil ist jedoch begrenzt und kann aufgrund einer höherwertigen stofflichen Nutzung auch von Biomasse-Reststoffströmen im Zuge der Etablierung der Bioökonomie kaum signifikant erhöht werden. Weiterhin bieten Konzepte wie Agri-Photovoltaik und beispielsweise die Nutzung von oberflächennaher Geothermie (Bereitstellung von erneuerbarer Wärme) die Möglichkeiten, den Boden einer nachhaltigen Doppelnutzung zuzuführen. Bei solchen Konzepten kann die Fläche weiterhin (z. T. eingeschränkt) landwirtschaftlich genutzt oder zum Zwecke der Erhaltung der Biodiversität eingesetzt werden. Bei der Transformation hin zu einer biobasierten Wirtschaft spielen die Böden eine wichtige Rolle. Bei dem Ersatz von fossilen Rohstoffen durch nachwachsende Rohstoffe werden Böden zukünftig einer intensiveren Nutzung ausgesetzt sein. Da nicht nur Nahrungs- und Futtermittel angebaut werden, sondern auch idealerweise nicht nahrungsmittelrelevante Biomasse als Rohstoff für die Industrie oder für die Produktion von Energie benötigt wird, kommt somit der Kaskadennutzung und einer ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft, aber auch einem offenen gesellschaftlichen Diskurs zu den Möglichkeiten und Grenzen eine entscheidende Bedeutung zu.

Beim weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien ist die gesamtheitliche Systembetrachtung äußerst wichtig, da die teilweise fluktuierende Erzeugung sinnvoll für die entsprechenden Anwendungssektoren (Strom, Wärme, Mobilität und stoffliche Nutzung) bereitgestellt und zudem auch sichergestellt werden muss. Die Erzeugung und die Nutzung insbesondere von grünem Wasserstoff gehen dabei mit Wirkungsgradverlusten einher. Aufgrund der Speicherfähigkeit bietet er jedoch wichtige Systemdienstleistungen im Energiesystem und kann zudem verschiedenen Sektoren zugeführt werden. Zunehmend wird Wasserstoff auch als der „Champagner der Energiewende“ betitelt. Die Assoziation deutet darauf hin, dass dieser nicht für alle Anwendungen verfügbar sein wird bzw. der Preis der Erzeugung und das Treibhausgas-Minderungspotenzial auch dessen Nutzung bestimmen werden.

Insbesondere der Endenergieverbrauch im Wärme- und Kältesektor bildet deutschlandweit die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs.¹⁰ Wärme wird über alle Verbrauchssektoren (verar-

⁹ Seier & Streitz (2021): Transformation des Energiesystems in Modellregionen mithilfe von grünem Wasserstoff. Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich GmbH.

¹⁰ Agentur für erneuerbare Energien (2021), <https://www.unendlich-viel-energie.de/grafiken/endenergieverbrauch-strom-waermeverkehr>

beitendes Gewerbe, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und private Haushalte) je nach Sektor und Jahreszeit beständig nachgefragt. Umso wichtiger ist es, eine beständige Grundlast an erneuerbarer Wärme (z.B. Geo-, Solar- und Seethermie¹¹, Wärmespeicher wie z.B. Aquiferspeicher¹²) zu erschließen und bereitzustellen, sodass lediglich die Spitzenlast von Grünen Gasen gedeckt werden muss und somit erneuerbarer Strom für andere Anwendungen (z. B. Elektromobilität, Elektrolyse) zur Verfügung steht.

Länderübergreifende Planung der Wasserstoffinfrastruktur

Für eine sektorenübergreifende Wasserstoffinfrastruktur spielen nicht nur die entsprechenden Pipelines eine wichtige Rolle, sondern auch herkömmliche Nah- und Fernwärmenetze sowie die vorhandene Erdgasinfrastruktur. Weitere wichtige Bestandteile einer zukünftigen Wasserstoffinfrastruktur bilden Speicher und Stromleitungen zum Transport des grünen Stroms zu den Wasserstofferzeugungsanlagen. Die Wasserstoff-Forschungskaverne in Bad Lauchstädt (Reallabor der Energiewende) könnte perspektivisch als weltweit erster Kavernenspeicher für grünen Wasserstoff fungieren und somit wichtige Systemdienstleistungen im Rahmen der gesamten Energiewende länderübergreifend bereitstellen.

Als zentraler Baustein der Energiewende gelten zudem die sogenannten „Stromautobahnen“ vom Norden in den Süden Deutschlands. Der SuedOstLink wird von der Europäischen Kommission als innerdeutsches Vorhaben von gemeinsamem Interesse (Projects of Common Interest) gelistet. Wie der ► **Abbildung 8** zu entnehmen, soll der bis 2025 geplante Abschnitt A2 durch Sachsen-Anhalt verlaufen und bietet somit auch perspektivisch Anknüpfungspunkte für die energieintensiven Chemieparks und weiteres produzierende Gewerbe, aber möglicherweise auch für Energieproduzenten, die importierten Grünstrom zur Wasserstoffproduktion nutzen können. Je höher der Deckungsgrad der regionalen Wasserstoffnachfrage durch regional erzeugten Wasserstoff gewährleistet werden kann, desto mehr steigen die regionalen Bruttowertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte.

Mit einer Länge von ca. 157km befindet sich eine von bundesweit drei dezidierten Wasserstoffleitungen im Mitteldeutschen Revier. Wie der ► **Abbildung 7** zu entnehmen ist, verläuft die Bestandspipeline als Teil des chemischen Stoffverbundes von Rodleben bis nach Zeitz und sowohl durch Sachsen-Anhalt als auch durch Sachsen.

Vor dem Hintergrund fehlender regionaler Erzeugungskapazitäten für Wasserstoff muss der Bedarf der Region zukünftig auch durch Gasimporte abgesichert werden. Einen Ansatz zum Import von Wasserstoff bietet das „Important Projects of Common European Interest“ (IPCEI)-Vorhaben „doing hydrogen“. Die 475 km lange Wasserstoffpipeline soll nach ihrer Fertigstellung den Import und Export von Wasserstoff ermöglichen. Mit Green Octopus



Abbildung 8: Trassenverlaufsplanung SuedOstLink
Quelle: Bundesnetzagentur (2021)

¹¹ JENA-GEOS et al. (2021): Seethermie - Innovative Wärmeversorgung aus Tagebaurestseen.

¹² JENA-GEOS et al. (2021): Aquistore.

Mitteldeutschland befindet sich noch ein weiteres IPCEI-Infrastrukturprojekt in der Region. Hierbei soll eine bestehende Ferngasleitung umgewidmet werden und die Stahlregion Salzgitter an das mitteldeutsche Wasserstoffnetz und den zukünftigen Wasserstoffspeicher in Bad Lauchstädt anbinden. Das dritte IPCEI-Infrastrukturprojekt in der Region trägt den Namen LHyVE Transport und umschließt die Stadt Leipzig ringförmig.

Die Studie „Wasserstoffmarkthochlauf in Ostdeutschland bis 2045“ zeigt in einem Elektrifizierungs- und Diversifizierungsszenario Wasserstoffbilanzen und potenziell benötigte Infrastrukturmaßnahmen für Ostdeutschland. ► **Abbildung 9** zeigt, dass in beiden Szenarien für das mitteldeutsche Revier im Vergleich zu anderen Regionen in Ostdeutschland ein Produktionsdefizit von grünem Wasserstoff bis zum Jahr 2045 zu erwarten ist. Auch wird deutlich, dass im Norden Deutschlands durch das höhere Potenzial zur Offshore-Windkraftproduktion mit Produktionsüberschüssen von grünem Wasserstoff zu rechnen ist, der den jeweiligen Regionen mit einem höheren Wasserstoffbedarf (bspw. dem Mitteldeutschen Chemiedreieck) zugeführt werden muss.¹³ Entsprechend wichtig wird der länderübergreifende Ausbau der Infrastruktur für den Transport von Wasserstoff in den kommenden Jahren sein.

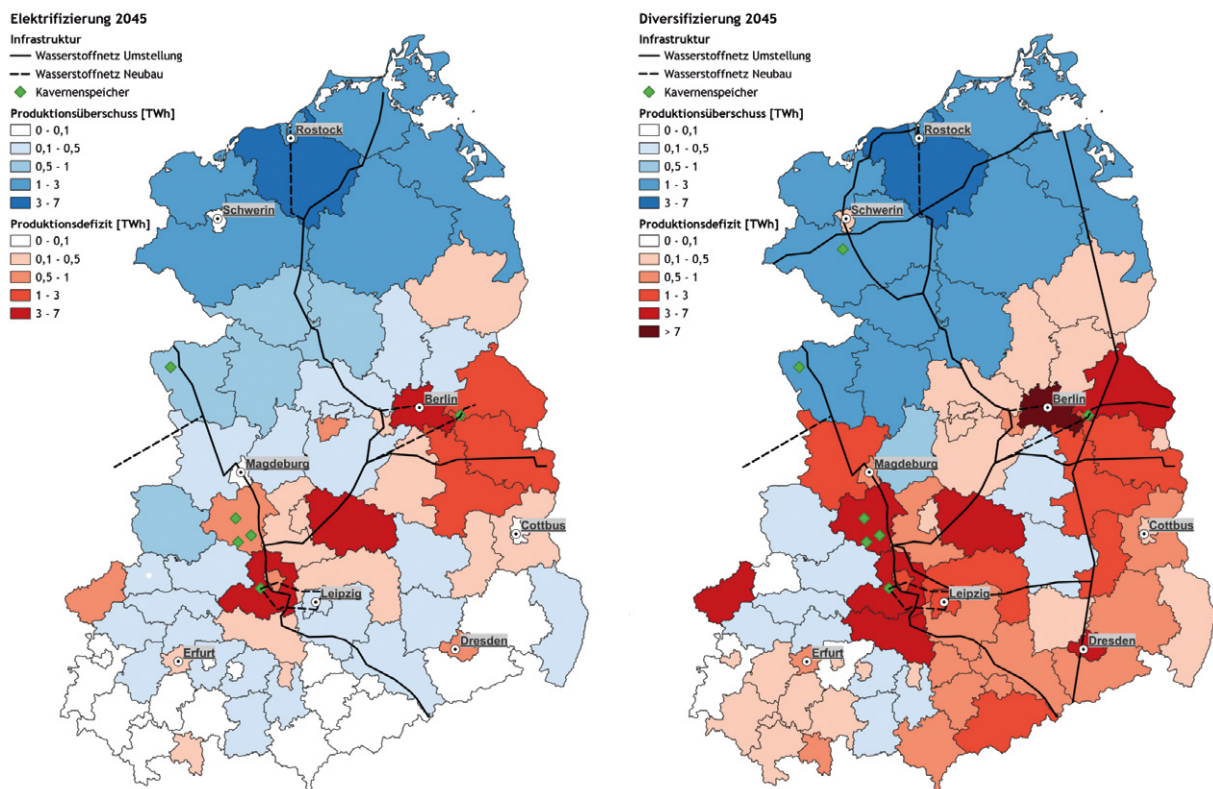


Abbildung 9: Wasserstoffbilanzen für 2 Szenarien für 2045

Quelle: EWI (2022): Wasserstoffmarkthochlauf in Ostdeutschland bis 2045

Zudem wurde in dieser Studie noch eine weitere Variante der Wasserstoffproduktion untersucht. Dabei wurde die Produktion von blauem Wasserstoff (Reformierung von Erdgas) und türkischem Wasserstoff (Methanpyrolyse) betrachtet. Beide Varianten werden auf Basis von herkömmlichem Erdgas hergestellt. Die Studie nimmt an, dass ein Großteil einer solchen Wasserstoffproduktion im Norden Ostdeutschlands stattfinden und dann weiter in den Süden verteilt wird. Hierbei gilt es zu beachten, dass die Produktion vom Erdgaspreis abhängig ist und der Großteil vermutlich aus Russland bezogen werden würde. Die aktuell sehr hohen Erdgaspreise und der Krieg in der Ukraine zeigen, dass hinsichtlich der Energiesicherheit dieser Produktionspfad mit Risiken behaftet ist.

¹³ EWI (2022): Wasserstoffmarkthochlauf in Ostdeutschland bis 2045.

An vorhandene Stärken anknüpfen

Das Mitteldeutsche Revier verfügt dank der etablierten Branchenstruktur sowie des vorhandenen Flächenpotenzials über sehr gute Voraussetzungen für den Ausbau von erneuerbaren Energien und nachfolgenden PtX-Anwendungen sowie für die Produktion von biobasierten Rohstoffen und Produkten. Insbesondere für die ländlichen Teilregionen des Mitteldeutschen Reviers bietet sich hier die Chance, als Ressourcenlieferant für biobasierte Produkte und Prozesse die erste Stufe einer regionalen Wertschöpfungskette für die Bioökonomie bereitzustellen. Zusätzlich können schwach besiedelte Regionen die Flächen für den Ausbau von erneuerbaren Energien bereitstellen. Im Mitteldeutschen Revier sind fast 2/3 der Flächen in der Region Landwirtschaftsflächen, die für die Bioökonomie und in Teilen auch für den Ausbau der erneuerbaren Energien genutzt werden können. Eine Verarbeitung vor Ort zu wirtschaftlichen Erzeugnissen z. B. im Rahmen der Bioökonomie würde zudem die Wertschöpfungstiefe in diesen strukturschwachen Gebieten zusätzlich erhöhen.

Das Mitteldeutsche Revier verfügt über mehr als 40 Forschungseinrichtungen, die sich mit Untersuchungsgegenständen beschäftigen, die der Bioökonomie zugeordnet werden können. Durch die bestehenden wissenschaftlichen Kompetenzen ist das Mitteldeutsche Revier ein überregional bedeutender Standort der Bioökonomieforschung mit einem Fokus auf Kulturpflanzen, Pflanzenbiochemie, Biotechnologie, Chemie und nachhaltige Materialien, aber auch Energie, Umwelt und Biodiversität.¹⁴

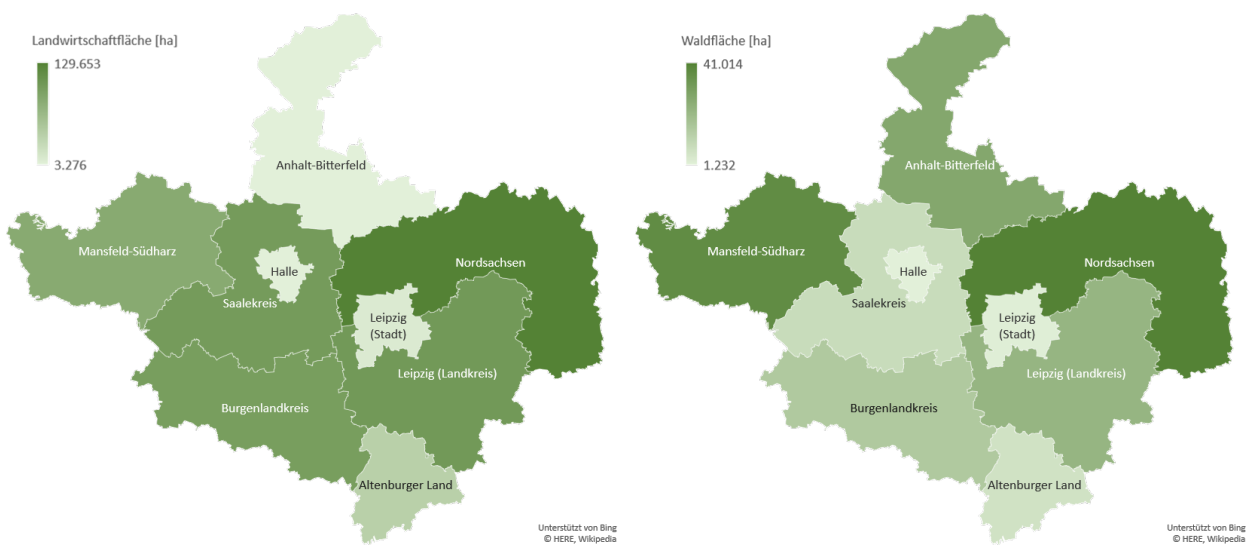


Abbildung 10: Landwirtschafts- und Waldflächen nach Art der tatsächlichen Nutzung in der Region
Quelle: Statistische Landesämter Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen

Ansätze für Kerne der industriellen Bioökonomie

Alle Landkreise und Städte im Mitteldeutschen Revier verfügen über erste Ansätze für eine industrielle Bioökonomie. Über eine bereits gut entwickelte Basis verfügen die Landkreise Anhalt-Bitterfeld, Burgenlandkreis, Mansfeld-Südharz und der Saalekreis sowie die Stadt Halle (Saale). Weitere Stärken und Entwicklungsmöglichkeiten liegen beim Aufbau von neuen biobasierten Wertschöpfungsnetzen auf Basis der Forst- und Holzwirtschaft in Verknüpfung mit der chemischen Industrie in Mitteldeutschland. Potenziale bieten auch die Agrar- und Ernährungswirtschaft, deren Reststoffströme zukünftig ebenfalls in relevanten Größenordnungen einen Rohstoff

für die chemische Industrie bilden können. Weitere Ansätze für die Lebensmittel-, Futtermittel- und Pharmaindustrie sind in der Nutzung von Algenbiomasse und alternativen Proteinen zu finden. Eine industrielle Nutzung von Arznei- und Gewürzpflanzen für die Pharmaindustrie und Spezialchemie erfolgt unter anderem bereits im Altenburger Land und im Saalekreis. Die Entwicklung und Nutzung von polymerbasierten Werkstoffen ist ein zentrales Zukunftsthema in der mittelständisch geprägten Kunststoffindustrie der Region. Insbesondere bei klein- und mittelständischen Unternehmen sieht das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) eine wichtige Rolle als Innovationstreiber und -träger für neues biologisches Wissen und für Technologien.¹⁵ ► **Abbildung 11** verdeutlicht am Beispiel von Sachsen-Anhalt, dass die Bioökonomie bereits in der Region verwurzelt ist und dadurch eine gute Basis für eine Weiterentwicklung darstellt.

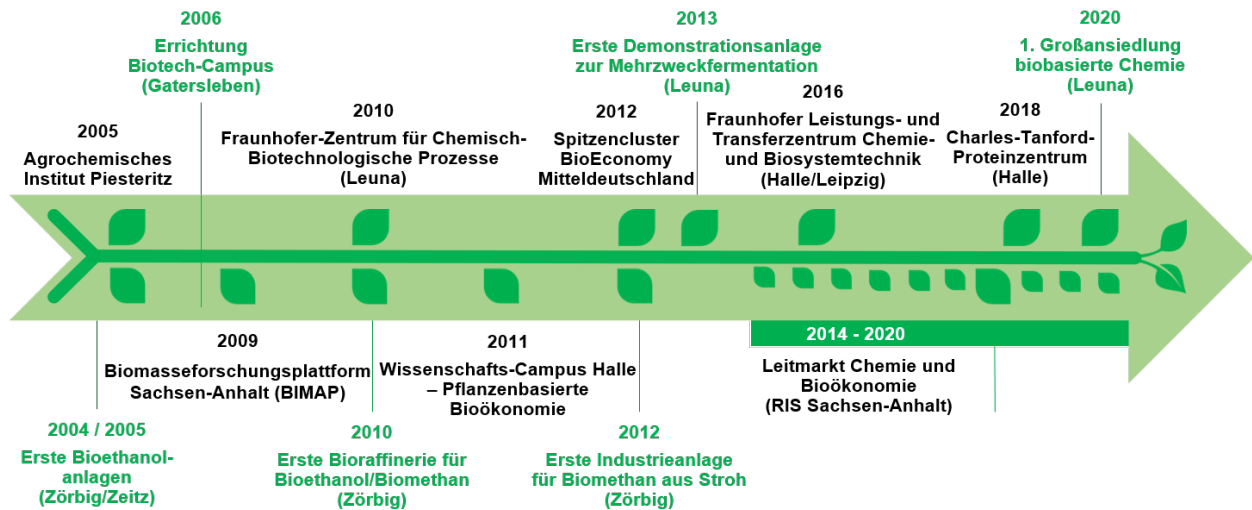


Abbildung 11: Zeitstrahl der bioökonomischen Aktivitäten im Land Sachsen-Anhalt

Durch Vernetzung neue Impulse setzen

Sowohl für den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft als auch der Bioökonomie ist die enge Verknüpfung mit den etablierten Leitbranchen in der Region entlang bereits vorhandener und neu zu etablierender Wertschöpfungsketten essenziell. Entsprechend hoch ist die Bedeutung einer branchen- und länderübergreifenden Vernetzung der eingebundenen Akteure in der Region.

Ein Beispiel für die mit einer erfolgreichen Netzwerkarbeit verbundenen Potenziale ist das Wasserstoffnetzwerk HYPOS, das seit dem Jahr 2012 über 30 Forschungsprojekte zum grünen Wasserstoff in der Region bündelte und dessen Aktivitäten den Nukleus der jetzt sichtbar werdenden Wasserstoffregion Mitteldeutschland bilden. Weitere Netzwerkaktivitäten in einem frühen Stadium finden sich darüber hinaus im Landkreis Leipzig (H₂-Transferregion Leipzig), im Burgenlandkreis (H₂-Hub-BLK) und im Altenburger Land mit dem HyStarter-Projekt Wasserstoffregion Altenburger Land. Solche regionalen Netzwerke dienen als Anknüpfungspunkte für benachbarte Landkreise, um initial mit angrenzenden Aktivitäten Synergien zu identifizieren und an diesen teilzuhaben. Ein Netzwerk, das die grünen Gase Wasserstoff und Biogas/Biomethan gemeinsam adressiert, existiert dagegen in der Region bislang nicht.

Im Bereich der Bioökonomie sind entsprechende Netzwerkaktivitäten zur Bündelung von Projekten und Themen bislang nicht im gleichen Maße ausgeprägt. Ein Grund dafür ist die sehr heterogene Branchenzugehörigkeit von bioökonomischen Produzenten und Verarbeitern. Ein anderer ist die Vielfalt der Rohstoffquellen und der daraus resultierenden unterschiedlichen Wertschöpfungsketten.

¹⁵ BMBF (2017): Innovation durch Biotechnologie.

fungsketten z. B. der holzbasierten oder der agrarbasierten Bioökonomie. Daraus resultiert ein bislang nur schwach ausgebildetes Selbstverständnis vieler Akteure als Teil einer biobasierten Wirtschaft. Hier müssen notwendige Vernetzungsaktivitäten ansetzen.

Eine erste wissenschaftliche Analyse der Bioökonomie erfolgt seit 2020 durch das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) sowohl für das Mitteldeutsche als auch für das Lausitzer Revier. Durch den Aufbau eines Bioökonomieatlasses für diese beiden Regionen werden relevante Einflussfaktoren und Wissen gesammelt und den Akteuren zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig führt das DBFZ in beiden Revieren einen Roadmap-Prozess für den Aufbau einer Bioökonomieregion mit regionalen Akteuren durch. Im Mitteldeutschen Revier wird dieser Roadmap-Prozess von der Europäischen Metropolregion Mitteldeutschland als Kooperationspartner begleitet.

Das WIR!-Projekt Bio-Z Biobasierte Innovationen aus Zeititz und Mitteldeutschland verfolgt einen kooperativen Ansatz, um Entwicklungs- und Verarbeitungspfade für biobasierte Produkte und Dienstleistungen zu gestalten. In Mansfeld-Südharz wird mit dem Aufbau des InnovationsHubs „Zukunft Holz + Klima“ u. a. das Ziel verfolgt, eine überregionale Vernetzung mit bereits vorhandenen fachspezifischen Innovationsclustern und angrenzenden Bereichen zu schaffen. Bereits seit 2011 arbeitet zudem der BioEconomy Cluster Mitteldeutschland an der Etablierung holzbasierter Wertschöpfungsketten mit Anknüpfung an die chemische Industrie und die kunststoffbasierte Werkstoffproduktion.

Regionale Kompetenzen aus- und aufbauen

Sowohl bei der Wasserstoffwirtschaft als auch bei der Bioökonomie handelt es sich um innovative Felder, die spezielles Wissen und spezielle Fähigkeiten für den Aufbau von grünen und ressourcenschonenden Wirtschaftskreisläufen erfordern. Den durch den Kohleausstieg wegfallenden Arbeitsplätzen stehen damit hochwertige potenzielle Arbeitsplätze sowie technologisch anspruchsvolle Prozesse in den Wertschöpfungsketten von Grünen Gasen als auch im der Bioökonomie gegenüber. Sowohl bezogen auf Grüne Gase wie auch in Hinblick auf die Bioökonomie sind in der Region zudem bereits einschlägige Forschungseinrichtungen vertreten.¹⁶ Diese Potenziale und Kompetenzen gilt es für einen erfolgreichen Strukturwandel zu stärken und zu nutzen. Dies bedarf eines aktiven Wissenstransfers zwischen exzellenter Forschung und der regionalen, stark KMU-geprägten Wirtschaft sowie der Unterstützung der langfristigen Fachkräfteentwicklung durch geeignete Ansätze und branchenübergreifend verknüpfende Elemente in der Aus- und Weiterbildung. Angesichts der Neuartigkeit beider Zukunftsfelder gilt es zudem, die eigenen Entwicklungskerne gut mit überregionalen und internationalen Partnern und Partnerregionen zu vernetzen sowie deren Austausch innovationsfördernd zu intensivieren.

Überregionale Sichtbarkeit erzeugen

Wie die Studie „Sozio-ökonomische Perspektive 2040“ gezeigt hat, ist die demografische Entwicklung von besonderer Bedeutung für das Mitteldeutsche Revier.¹⁷ Aber nicht nur die Altersstruktur ist ein wichtiger Faktor, sondern auch der generelle Arbeits- und Fachkräftemangel in der Region. Die Bioökonomie und die Wasserstoffwirtschaft vermögen durch ihr zukunftsweisendes Profil Fachkräfte anzusprechen, die eine im Wandel begriffene Region als attraktives und spannendes Arbeitsumfeld wahrnehmen. Diese gilt es überregional anzusprechen, um die innovativen Tätigkeitsfelder mit der benötigten Zahl an Arbeits- und Fachkräften mit entsprechender fachlicher Eignung besetzen zu können. Durch die bestehenden Aktivitäten im Bereich Wasserstoff und Bioökonomie hat die Region das Potenzial, überregional als Transformationsregion wahrgenom-

¹⁶ Strategiepapier zur Schlüsselrolle des Landes Sachsen-Anhalt bei der Etablierung einer Modellregion der Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier (2021).

¹⁷ Prognos AG (2021): Sozio-ökonomische Perspektive 2040.

men zu werden. Die gute regionale Abdeckung der Forschung und Entwicklung, gebündelt mit industriellen Kernen und zwei großen Städten kann durch eine starke überregionale Sichtbarkeit die Attraktivität für Ansiedlungen von Unternehmen steigern.

2.2 Handlungsschwerpunkte

Ausbau der erneuerbaren Energien als Basis

Die Produktion großer Mengen an grünem Wasserstoff setzt einen signifikanten Anstieg der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien voraus. Die Potenzialstudie „Grüne Gase in der Innovationregion Mitteldeutschland“ kommt zu dem Schluss, dass ein Großteil des Bedarfs regional bereitgestellt und die damit verbundenen regionalen Wertschöpfungspotenziale erschlossen werden könnten. Allerdings muss beachtet werden, dass es sich hierbei um ein optimistisches Szenario handelt, in dem alle Rahmenbedingungen (Verfügbarkeit und effiziente Nutzung von Flächen, Akzeptanz) hinsichtlich einer vollständigen Ausschöpfung der Potenziale ausgerichtet sind.

Handlungsempfehlungen:

Bereitstellung von Flächen

- ▶ Ausreichende Ausbaugelände und verringerte Flächenrestriktionen für EE-Anlagen in der Raumplanung vorsehen.
- ▶ Umnutzung der durch den Strukturwandel freigegebenen Flächen aus Tagebauen und Energiewirtschaft.
- ▶ Regionale Genehmigungsverfahren für EE-Anlagen und Anlagen zur Erzeugung Grüner Gase beschleunigen.

Beteiligung

- ▶ Stärkere Beteiligung von Standortgemeinden und Bürgern bei neuen EE-Anlagen, um regionale Akzeptanz zu erhöhen.

Effiziente Flächennutzung

- ▶ Doppelnutzung von Flächen wie bspw. Agri-Photovoltaik, die eine effizientere Nutzung der Böden oder den Erhalt der Biodiversität ermöglicht.

Beispiele für Aktivitäten und Akteure:

- ▶ Bei dem Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt handelt es sich um ein großtechnisch angelegtes Projekt, das die intelligente Erzeugung von grünem Wasserstoff aus Windstrom sowie dessen Speicherung, Transport, Vermarktung und Nutzung in Mitteldeutschland untersucht.
- ▶ Energiepark Borna: geplanter Bau von 600 MWp Photovoltaik auf 500 ha Fläche.
- ▶ Energiepark Zerbst: seit 2011 Errichtung von PV-Freiflächenanlagen (ca. 46 MWp), Windkraftanlagen (ca. 44 MW) und einer Biomethananlage (Kapazität 700 Nm³/h). Entwicklung eines Windparks mit einer Leistung von 43 MW.
- ▶ Erneuerung MIBRAG im Revier (EMIR): Das Braunkohle fördernde Unternehmen MIBRAG strebt den Ausbau von erneuerbaren Energien an und die Entwicklung eines modularen Konzepts mit aufeinander abgestimmten Stoff- und Energieströmen. Der Bau eines Windparks (ca. 90 MW) wird auf einer Rekultivierungsfläche des Tagebaus Vereinigtes Schleenhain geplant.

- ▶ Geplanter Bau eines Solarparks am Chemiestandort Leuna, um grünen Strom für die Wasserstoffproduktion bereitzustellen (45 MW auf einer Hochhalde direkt am Chemiepark).

Ausbau und Sicherung der Rohstoffbasis für die Bioökonomie

Für die Produktion von biobasierten Produkten ist die Verfügbarkeit von Biomasse bzw. der entsprechenden Flächen ein elementarer Faktor. Insbesondere industrielle Abnehmer besitzen einen hohen und stetigen Rohstoffbedarf, den es sicherzustellen gilt. Aus diesem Grund ist die grenzübergreifende Bündelung von Ressourcen notwendig, um die benötigten Mengen bereitzustellen. In der Land- und Forstwirtschaft sollte mit dem Ziel einer versorgungssicheren, ökonomischen und nachhaltigen Bereitstellung im Mix der nachwachsenden Rohstoffe die Erweiterung der Wertschöpfungs- und Rohstoffversorgungsketten unterstützt und durch Vernetzung sowie Wissens- und Technologietransfer in die Akteursgruppen hinein vorangetrieben werden. Im Zuge der Veränderung von klimatischen Bedingungen ist zuletzt insbesondere die Forstwirtschaft in Sachsen-Anhalt mit immensen Waldschäden konfrontiert worden. Die Agrarwirtschaft kämpft ebenfalls mit einem stärker werdenden Trockenstress. Das macht deutlich, dass eine klimastabile Weiterentwicklung von Anbaumethoden und eine nutzenorientierte Pflanzenproduktion auch im Hinblick auf bisher als Reststoffe geltende Pflanzenteile (wie z. B. Stroh) ein wichtiger Faktor ist, um die benötigte Rohstoffbasis zur Verfügung zu stellen. Ebenso gilt es, weitere Rohstoffquellen, wie biogene Reststoffströme, zu erschließen und der Nutzung zuzuführen.

Handlungsempfehlungen:

Stärkung und Sicherung der Rohstoffbasis

- ▶ Stärkung der Grundlagenforschung in den Bereichen Pflanzenbiochemie, Kulturpflanzenzucht und Pflanzenanbau sowie Algenbiotechnologie. Für die moderne Bioökonomie ist es elementar, neue Organismen (Insekten, Algen, Pilze oder Mikroorganismen) für die industrielle Bioökonomie zu erschließen und Nutzpflanzen zielgerichtet an die jeweiligen Klima-, Umwelt- und Produktionsbedingungen anzupassen.
- ▶ Forcierung einer klimastabilen Forstwirtschaft und nachhaltigen Landwirtschaft zur Sicherung von Ökosystemleistungen und einer langfristigen Flächenproduktivität.
- ▶ Zielkonflikte und Wechselwirkungen hinsichtlich der Flächennutzung frühzeitig identifizieren, um Flächen- und Ressourcenkonkurrenzen zu vermeiden. Hinsichtlich des Ausbaus von Wasserstoffproduktionskapazitäten ist darüber hinaus der regionale Wasserhaushalt zu beachten.
- ▶ Stärkung der Marktanreize für die kreislauffähige Verwendung biogener Rohstoffe.
- ▶ Anpassen von Regelungen bzgl. der Abfalleigenschaften, sodass Konzepte zur Kreislaufwirtschaft weiterentwickelt werden können.
- ▶ Entwicklung von geeigneten Instrumenten, um eine Steuerung und Sicherstellung der dezentral organisierten und saisonal anfallenden Stoffströme der Land- und Forstwirtschaft aufzubauen.
- ▶ Prüfung des Bedarfs und ggf. Einrichtung einer regionalen oder länderübergreifenden Rohstoffbörse oder auch eines Atlases, der regionale (biologische) Reststoffe interaktiv aufnimmt.
- ▶ Aktive Vernetzung verschiedener Branchen z. B. zur Nutzung und Weiterverarbeitung von Koppelprodukten.

Inwertsetzung von Ökosystemdienstleistungen

- ▶ Einsatz für die Inwertsetzung von Ökosystemdienstleistungen, die Biodiversität fördern und Treibhausgase binden.
- ▶ Monitoring und Erfassung von Ökosystemdienstleistungen, um bis 2050 negative Emissionen ausweisen zu können.

Beispiele für Aktivitäten und Akteure

- ▶ Langjährige Spitzenforschung der Institute u. a. für Kulturpflanzenforschung, Pflanzenbau und Pflanzenbiochemie insbesondere in Sachsen-Anhalt, die an Themen wie Trockenstress und Klimaresistenz arbeiten (teils in Kooperation mit großen Saatgutherstellern).
- ▶ Weizenkompetenzzentrum der BASF in Gatersleben (in unmittelbarer Reviernähe).
- ▶ Landesversuchsgut Köllitsch des Freistaates Sachsen bei Torgau (u. a. Schwarmbewirtschaftung von Agrarflächen per Drohnen).
- ▶ Pläne für ein Agrartechnologiezentrum der Fraunhofer-Gesellschaft in Hohenmölsen.
- ▶ Forschung und Entwicklung zur Algenbiotechnologie an der Hochschule Anhalt (Kompetenzzentrum Algenbiotechnologie). Im Rahmen des Strukturwandels ist geplant, dieses zum Mitteldeutschen Algenforschungszentrum auszubauen. Auch das Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse forscht und entwickelt in diesem Spektrum.

Aufbau neuer Produktionskapazitäten

Neben den bereits geplanten Produktionskapazitäten ist ein weiterer Ausbau der Erzeugungskapazitäten für grünen Wasserstoff erforderlich, um den zukünftigen Bedarf in der Region (teilweise) zu decken. Die ▶ [Abbildung 12](#) zeigt auf, wo potenzielle Standorte für Erzeugungsanlagen denkbar wären. Die Auswahl der Standorte erfolgte anhand verschiedener Kriterien, wie Nähe zu Industriestandorten mit Wasserstoffbedarf, Nähe zu Wind- und Photovoltaikanlagen, Verkehrsknotenpunkten, Städten und Stadtwerken, Standorte mit biogenen CO₂-Quellen, Knotenpunkte Erdgasnetz/Fernwärmeversorgung und Kraftwerksstandorte.

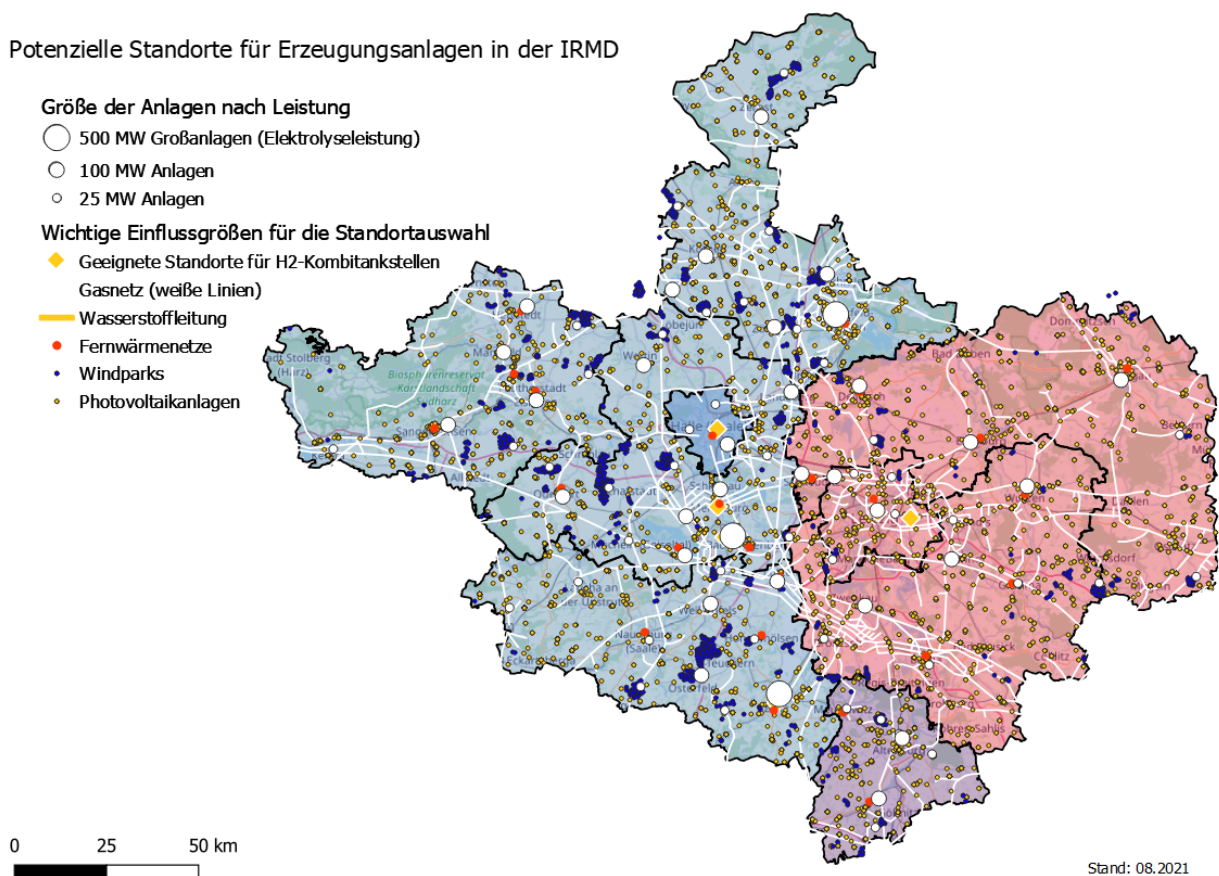


Abbildung 12: Potenzielle Erzeugungsstandorte in der IRMD

Quelle: LBST et al. (2022): Potenzialstudie Grüne Gase – Analyse und Bewertung der Potenziale von Grünen Gasen in der Innovationsregion Mitteldeutschland

PtX-Konzepte sind nicht nur für die Erzeugung von Energie interessant, denn mittels PtX können auch nachhaltige Grundstoffe für verschiedene Branchen produziert werden. Diese Grundstoffe können als Basis für den Aufbau von weiteren Wertschöpfungsketten im Bereich der Bioökonomie fungieren und damit Arbeitsplätze in der Region generieren und sichern. Eine nachhaltige Grundstoffproduktion ist ein Zukunftsfeld, das durch die traditionellen Chemiestandorte und die ansässige Industrie ein bestens geeignetes Umfeld in der Region besitzt. Die Produktion von grünem Methanol kann ebenfalls eine Rolle bei der Dekarbonisierung von bestimmten Sektoren spielen, in denen die Optionen begrenzt sind (z. B. in der chemischen Industrie oder als Kraftstoff im Straßenverkehr).

Handlungsempfehlungen:

Aufbau von Produktionskapazitäten Grüner Wasserstoff

- ▶ Ausbau von Produktionskapazitäten von Grünen Gasen abhängig vom Bedarf und der Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien.
- ▶ Gezielte Unterstützung und Förderung regionaler Projekte (Schwerpunkt: KMU).

Aufbau von Produktionskapazitäten für PtL

- ▶ Aufbau von Produktionskapazitäten für grünes Methanol.
- ▶ Aufbau von Produktionskapazitäten für synthetischen Treibstoff für den Flugverkehr.

Aufbau von Produktionskapazitäten für nachhaltige Grundstoffe

- ▶ Aufbau von Kapazitäten zur Produktion von Grundstoffen mittels PtX-Konzepten.
- ▶ Unterstützung von Projekten, die die Skalierung von biobasierten Produkten und Verfahren auch in längeren Zeitfenstern und größerem Maßstab ermöglicht.
- ▶ Einführung einer Experimentierklausel (I. S. v. Reallaboren) für neue biobasierte Produkte und Verfahren.
- ▶ Aufbau einer agilen Verwaltung z. B. bei Genehmigungsverfahren für neuartige Produktionsanlagen.

Flächenbereitstellung und -vorbereitung

- ▶ Flächen für Ansiedlungen und Großprojekte zur Verfügung stellen, insbesondere bei den bestehenden Chemieparks.
- ▶ Errichtung von „grünen“ Gewerbeparks, die eine Versorgung mit grüner Energie oder nachhaltigen Medien bereitstellen, mit entsprechendem Abwassermanagement bzw. mit Wasseraufbereitung sowie Anschluss an das perspektivisch grüne Wasserstoffnetz, um einen Standortvorteil für Unternehmensansiedlungen im Vergleich zu anderen Regionen zu setzen.¹⁸

Beispiele für Aktivitäten und Akteure

- ▶ Energiepark Zerbst: In Planung befindet sich eine 10-MW-Elektrolyseanlage mit einer Wasserstoff-Produktionskapazität von 2.000 Nm³/h.
- ▶ Erneuerung MIBRAG im Revier (EMIR): Ausbau von erneuerbaren Energien, die im Wesentlichen für die Herstellung von Wasserstoff eingesetzt werden.
- ▶ Hydrogen Lab Leuna: Wasserstoff-Forschungszentrum mit modularen Außentestflächen, die Dauer- und Belastungstests von Elektrolyseursystemen jeder Art bis 5 MW ermöglichen.

- ▶ LeunaPower2Fuels: Bau einer industriellen PtL-Anlage durch die TotalEnergies Raffinerie Mitteldeutschland. Bis 2030 sollen bis zu 120 kt/Jahr nachhaltige strombasierte Flüssigkraftstoffe nach dem Methanol-Verfahren aufgebaut werden.
- ▶ PEM-Elektrolyse-Anlage (24 MW) in Leuna: Inbetriebnahme der weltgrößten PtX-Anlage mit einer Produktionsleistung von ca. 10 t/d grünem Wasserstoff für Mitte 2022 geplant. Konstruktion, Bau und Betrieb der Anlage erfolgen durch Linde.
- ▶ Leipzig Hydrogen Value Chain for Europe (LHyVE) verfolgt den Aufbau einer regionalen Wasserstoff-Wertschöpfungskette in Mitteldeutschland für klimaneutrale Produktion, Transport, Verteilung und Nutzung von grünem Wasserstoff. Die EDL Anlagenbau Gesellschaft mbH plant die Errichtung und den Betrieb der weltweit ersten industriellen PtX-Anlage zur Herstellung von erneuerbarem synthetischen Flugkraftstoff (PtL-Kerosin), grünem Wasserstoff und Naphtha in der Region Leipzig.
- ▶ Grünes Methanol: Die Südzucker Group führte bereits eine Konzeptstudie für die Planung einer Power-to-Methanol-Demoanlage durch. Darauf aufbauend soll die Idee als sektorenkopplendes Projekt fortgesetzt werden.
- ▶ Planung einer Anlage zur Herstellung von erneuerbarem Ethylacetat im Burgenlandkreis durch die CropEnergies AG.
- ▶ Planungen der Verbio AG zu einer Ethenolyse-Anlage.
- ▶ Im Bau befindliche Bioraffinerie für holzbasierte Chemikalien von UPM Biochemicals in Leuna.

Aufbau bzw. Ertüchtigung der erforderlichen Infrastruktur für Wasserstoff

Die Gasinfrastruktur stellt das Schlüsselement einer kostengünstigen und flächendeckenden Bereitstellung Grüner Gase für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche dar. Perspektivisch ist das Bestandsnetz ein Ausgangspunkt zum Anschluss weiterer Verbraucher und bietet eine Basis für eine Pipeline-Erweiterung in der Region sowie für eine überregionale Verbindung. Eine erste Grundlage für die Erweiterung der Wasserstoffinfrastruktur im Mitteldeutschen Revier bildet die Machbarkeitsstudie „Wasserstoffnetz Mitteldeutschland“, die gemeinsam von öffentlichen und industriellen Akteuren erstellt wird.¹⁹

Handlungsempfehlungen:

(Über-)regional abgestimmte Infrastrukturentwicklung

- ▶ Vorbereitung der Nutzungsmöglichkeit der bestehenden Wasserstoff- und Erdgasinfrastrukturen (Pipelines, Kavernen) beim Hochlauf des grünen Wasserstoffs.
- ▶ Bedarfsgerechter Neubau von Wasserstoffpipelines.
- ▶ Ausbau der Leitungsinfrastruktur zur Stromübertragung, um Kapazitäten von erneuerbaren Energien je nach Bedarf und Produktion zu importieren oder zu exportieren.
- ▶ Aufbau oder Umrüstung von bestehenden Gasspeicherkapazitäten für Wasserstoff, um systemdienlich die fluktuierende erneuerbare Energieproduktion ins Energiesystem einzubinden.

Beispiele für Aktivitäten und Akteure

- ▶ doing hydrogen (IPCEI): Vorhandene Pipelines des Gasfernleitungsnetzes sollen auf den Transport von Wasserstoff umgestellt werden. Bei fehlenden Verbindungen sollen neue errichtet werden.
- ▶ Das IPCEI-Vorhaben Green Octopus Mitteldeutschland verbindet die entstehende mitteldeutsche Wasserstoffregion mit der Industrieregion Salzgitter und integriert den Speicher Bad Lauchstädt sowie das Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt.

¹⁹ DBI GUT & INFRACON n. d. (2022): Wasserstoffnetz Mitteldeutschland.

- ▶ LHyVE-Transport: Das Projekt der ONTRAS Gastransport schafft einen etwa 70 km umfassenden Wasserstoffring um und für die Region Leipzig.
- ▶ Energiepark Zerbst: Um den produzierten Wasserstoff gleichmäßig zur Verfügung zu stellen, ist eine Speicherung vor Ort vorgesehen. Für den Transport des Wasserstoffs soll eine Wasserstofftrasse Zerbst–Rodleben gebaut werden.
- ▶ Neubau einer H₂ und einer CO₂-Leitung im Industrie- und Chemiepark Zeitz. Leitungsinfrastruktur zu weiteren Industriestandorten, wie z. B. Südzucker Zeitz bis nach Weißenfels an die A9.
- ▶ Machbarkeitsstudie „Wasserstoffnetz Mitteldeutschland“ koordiniert durch die Europäische Metropolregion Mitteldeutschland.

Einführung neuer Technologien in den Anwendungssektoren

Die Verwendung von Wasserstoff erfolgt derzeit ausschließlich stofflich, etwa in der Rohölverarbeitung und Methanolproduktion (TotalEnergies Raffinerie Mitteldeutschland) sowie bei der Ammoniakherstellung (SKW Stickstoffwerke Piesteritz). Aktuell kommt dabei sogenannter grauer Wasserstoff zum Einsatz, der mittels Dampfreformierung aus Erdgas hergestellt wird. Wasserstoff bietet die Möglichkeit, sektorenübergreifend eingesetzt zu werden. Das bedeutet, dass dieser sowohl für die Wärmeversorgung und Prozessdampferzeugung als auch im Sektor der Mobilität und für die Stromerzeugung mittels Rückverstromung eingesetzt werden kann. Um eine Sektorenkopplung mittels Wasserstoff zu ermöglichen, ist eine Voraussetzung, die erforderliche Infrastruktur auszubauen und sukzessiv den potenziellen Anwendern zuzuführen. Dabei ist es wichtig, den Wasserstoff für Prozesse bereitzuhalten, für die keine andere Möglichkeit der Dekarbonisierung besteht. Im Sektor Mobilität werden Einsatzgebiete für Wasserstoff bzw. dessen Derivate (PtL-Kerosin, Bio-Methanol) insbesondere bei schweren Nutzfahrzeugen und im Flugverkehr sowie in der Schifffahrt gesehen. Weiterhin kann der Einsatz von Wasserstoff auch für schienengebundene Fahrzeuge eine Option darstellen, da dadurch die Elektrifizierung von Strecken vermieden werden kann.

Handlungsempfehlungen:

Kontinuierlich den Wasserstoffbedarf steigern

- ▶ Impulse für die Marktentwicklung: Schaffung von Anwendermärkten durch öffentliche Beschaffung, insbesondere im Mobilitätssektor. Dies könnte bspw. über Beschaffungsrichtlinien im öffentlichen Sektor, durch die Bevorzugung biobasierter und klimaneutraler Produkte und Technologien realisiert werden.
- ▶ Prüfen von bestehenden und geplanten erdgasbetriebenen Anlagen in der Region (z. B. Heizkraftwerke) auf eine perspektivische Umstellung auf Wasserstoff. ▶ [Abbildung 13](#) zeigt potenziell für Wasserstoff umrüstbare Infrastrukturen, die im Jahr 2021 im „Energiekonzept“ vom Leipziger Institut für Energie et al. identifiziert worden sind.

Beispiele für Aktivitäten und Akteure

- ▶ Das Projekt FFZ70 umfasst die Entwicklung, die Erprobung, den Einsatz und den wirtschaftlichen Betrieb von wasserstoffbetriebenen Schleppern für die Produktionsversorgung am Beispiel BMW-Werk Leipzig inklusive der Errichtung der notwendigen Wasserstoffinfrastruktur.
- ▶ BMW: Grünes Werk am Standort Leipzig. Der Produktionsstandort will künftig CO₂-neutral und -frei produzieren.
- ▶ Ganzheitliche Erforschung einer mit Wasserstoff zu betreibenden Straßenbahn durch Hörmann Vehicle Engineering, FLEXIVA und HeiterBlick. Das Ziel ist die Konzeption der ersten europäischen zulassungsfähigen Tram, die mit Wasserstoff betrieben wird.

- ▶ LeunaPower2Fuels.
- ▶ LHyVE – Leipzig Hydrogen Value Chain for Europe.
- ▶ Die Entsorgungsgesellschaft Sachsen-Anhalt Süd (EG SAS) erhält im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasser- und Brennstoffzellentechnologie vier Abfallsammelfahrzeuge mit Brennstoffzellentechnik. Zusätzlich ist die Errichtung einer Wasserstoffinfrastruktur geplant.
- ▶ Das WIR!-Projekt TRAINS_UV14 fokussiert sich auf die Dieselmotorumrüstung auf variablen Methan-Wasserstoff-Mischbetrieb mit Direkteinblasung für den Einsatz in Bestandtriebzügen und der Sektorenkopplung.
- ▶ Wasserstoff-Brenner „Unternehmen Revier“-Projekt: Entwicklung und Vorbereitung der Anwendung einer mit Wasserstoff angereicherten Brennertechnologie an einem Aluminium-Produktionsofen durch das Unternehmen HMT Höfer Metall Technik GmbH & Co. KG.

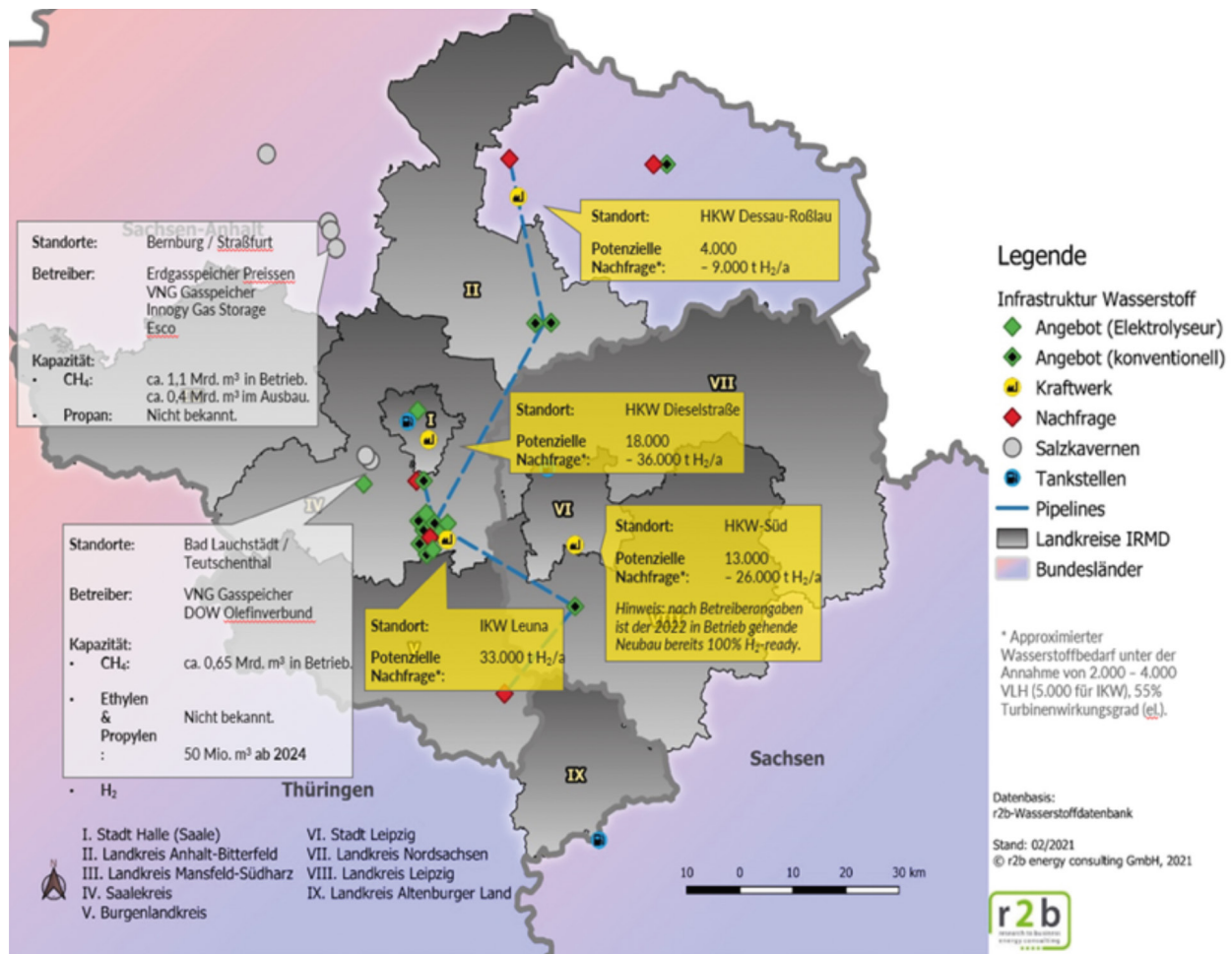


Abbildung 13: Für Wasserstoff umrüstbare Infrastruktur
Quelle: Energiekonzept IRMD, IE, r2b & DBFZ, 2021

Gezielte Öffentlichkeitsarbeit

Eine Aufklärung der Bevölkerung über die erforderliche Transformation ist ein wichtiger Aspekt für die Erreichung der ambitionierten Klimaziele. Da die Region bereits weitreichende Methan-Wasserstoff-Mischbetrieb im Rahmen der politischen Wende im Jahr 1989 und folgend erlebte, ist es wichtig, die Maßnahmen und Vorhaben im Zuge der Energiewende mit einem gesellschaftlichen Diskurs zu verknüpfen. Es werden enorme Anstrengungen, Investitionen und Eingriffe in die Umwelt sowie Anpassungen bei der Infrastruktur notwendig sein, um den hohen Bedarf an erneuerbarem Strom zu decken. Der gesamte Transformationsprozess bedarf einer kontinuierlichen und koordinierten Öffentlichkeits- und Aufklärungsarbeit. Hierbei sollte die Bedeutung

Grüner Gase bei der THG-Emissionsreduktion in den Sektoren Wärme und Mobilität im Vordergrund stehen sowie die zwingend notwendige Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugung. Auch die Bioökonomie bewirkt unmittelbare Einflüsse auf den Natur- und Lebensraum und von einem öffentlichen Diskurs begleitet sein.

Der demografische Wandel sowie der Arbeits- und Fachkräftemangel sind ebenfalls Teile des strukturellen Wandels in der Region. Als Vorreiter für erneuerbare Energien und die Wasserstoffwirtschaft entstehen Perspektiven für Arbeits- und Fachkräfte, die eine im Wandel begriffene Region als attraktives und spannendes Arbeitsumfeld wahrnehmen. Diese gilt es überregional im Sinne des Fachkräftemarketings zu nutzen. Auch vor diesem Hintergrund ist es wichtig, das Mitteldeutsche Revier zu einer grünen Energie- und Bioökonomieregion zu transformieren und diese als Zukunftsmodell sichtbar zu machen.

Handlungsempfehlungen:

Wahrnehmung als Transformationsregion zu einer grünen Region

- ▶ Aufbau eines Images als „Grüne Region“ bzw. „Grüne Energie Region“, die von Unternehmen und Fachkräften als attraktiv und innovativ wahrgenommen wird.
- ▶ Medien- und Öffentlichkeitsarbeit zur Steigerung der öffentlichen Akzeptanz „Grüner Gase“.
- ▶ Politische Aktivitäten auf europäischer Ebene zur Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für die Transformation zu Modellregionen der Bioökonomie und des Wasserstoffs.
- ▶ Aufbau von Modellregionen für Wasserstoff und Bioökonomie.
- ▶ Etablierung einer Modellregion für eine industrielle grüne Wasserstoffproduktion und für Wasserstoffanwendungen sowie für weitere PtX-Technologien.
- ▶ Imageprägende Begleitung der bioökonomischen Aktivitäten, damit die Region zur europäischen Modellregion für Bioökonomie aufgebaut werden kann.
- ▶ Entwicklung von regionalen Bioökonomiestrategien.
- ▶ Bündelnde Potenzialbetrachtung in den Ländern, um eigene Schwerpunkte und Entwicklungskerne zu identifizieren; unter Einbeziehung der länderübergreifenden Potenziale im eng verflochtenen Wirtschaftsraum Mitteldeutschland.
- ▶ Qualifizierung und Schulungen.
- ▶ Kampagne „Berufliche Perspektiven“ in Mitteldeutschland in der Wasserstoffwirtschaft und in der Bioökonomie. Thematische Einbindung in das Fachkräftemarketing durch die jeweiligen Fachakteure, Allianzen und Initiativen.
- ▶ Weitere Einbindung relevanter Inhalte in die Aus- und Weiterbildung (Kammern, Länder, Hochschulen, Bildungsdienstleister, Aus- und Weiterbildungsverbände in Kooperation mit Branchenverbänden, z. B. Energiewirtschaft und chemische Industrie).

Beispiele für Aktivitäten und Akteure:

- ▶ Akzeptanzprojekt „HYPOS macht Schule“: Schüleregerechte Informationsstunden rund um das Thema grüner Wasserstoff und Energiewende.
- ▶ Einführung Masterstudiengang „Pharmaceutical and Industrial Biotechnology“ an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, seit 2016.
- ▶ H2-Infra: Erforschung der Endanwendung von Wasserstoff. Teil des Projektes ist es spezielle Bildungsprogramme für Monteure und Ingenieure zu entwickeln.
- ▶ Projekt „QualiBioPharma“ (Biosaxony e. V., Standort Leipzig) im Modellvorhaben „Unternehmen Revier“: Qualifizierungs- und Weiterbildungsprogramm für Laborantinnen und Laboranten der Biotechnologie und Pharmaindustrie.

Vernetzung der regionalen Akteure

Die Region verfügt über eine vielfältige Forschungs- und Entwicklungslandschaft sowohl für Grüne Gase als auch für die Bioökonomie. Diese gilt es weiter zu vernetzen, da sich zudem insbesondere die Bioökonomie über viele wirtschaftliche Sektoren und wissenschaftliche Disziplinen erstreckt. Hierbei gilt es, Kompetenzen zielgerichtet zu bündeln und mit industriellen Akteuren zu vernetzen. Auch bei dem Ausbau von PtX als Sektorenkopplungstechnologie sind verschiedene Verbrauchssektoren und Branchen mögliche Einsatzgebiete, bei denen es einer intelligenten Verknüpfung und stetigen Austausches bedarf. Nicht zuletzt liegt auch ein enormes Potenzial in der Verknüpfung der beiden zentralen Zukunftsfelder für die Region. Bei einem zukunftsgerichteten nachhaltigen Wirtschaften ist es weiterhin wichtig, die unternehmerischen Ziele mit den Zielen des Klima- und Umweltschutzes in Einklang zu bringen und neue Richtungen einzuschlagen, die mögliche Zielkonflikte minimieren oder bestenfalls vermeiden. Von daher ist es zentral, einen Dialog mit allen Akteuren der Wertschöpfungsketten zu ermöglichen, damit Zielkonflikte über verschiedene Disziplinen lösungsorientiert und aus unterschiedlichen Blickwinkeln begegnet werden kann.

Handlungsempfehlungen:

Kompetenzen bündeln

- ▶ Einrichtung eines Kompetenzzentrums für Grüne Gase/Wasserstoff.²⁰
- ▶ Etablierung eines Bioeconomy-Science-Campus Mitteldeutschland, der neben der Vernetzung der Fachakteure auch federführend den gesellschaftlichen Diskurs initiiert und begleitet.
- ▶ Netzwerkarbeit und länderübergreifendes Monitoring.
- ▶ Mapping von Netzwerkakteuren und Kompetenzen zur Erhöhung der Sichtbarkeit, der systematischen Besetzung von Arbeitsfeldern und der Identifizierung vorhandener Lücken.
- ▶ Etablierung einer zentralen länderübergreifenden Plattform als Anlaufpunkt, Netzwerkknoten und Absender des Selbstverständnisses (Akteure: Innovationsnetzwerke, 9 Gebietskörperschaften, Länder, EMMD).
- ▶ Diskussionsplattform zur Vereinbarkeit von Biodiversität und industrieller Produktion auf Basis nachwachsender Rohstoffe.
- ▶ Vernetzung der Themen Grüner Wasserstoff und Bioökonomie (Fachakteure und EMMD als Plattformakteur).

Beispiele für Aktivitäten und Akteure:²¹

- ▶ Mitteldeutscher Wasserstoffkongress der EMMD (November 2021)
- ▶ Vernetzungs- und Innovationstätigkeiten u. a. des HYPOS e. V., des BioEconomy Clusters Mitteldeutschland (BioEconomy e. V.) und des kürzlich gestarteten, über das WIR!-Programm des BMBF geförderten Projektes BioZ
- ▶ H2-Hub-BLK: Wasserstoffnetzwerk für den Burgenlandkreis und den Süden Sachsen-Anhalts
- ▶ HyStarter-Projekt Wasserstoffregion Altenburger Land
- ▶ InnovationsHub „Zukunft Holz + Klima“
- ▶ Sächsische Kompetenzstelle Wasserstoff und Brennstoffzellen
- ▶ Mitteldeutscher Bioökonomiekongress der EMMD (Mai 2022)

²⁰ Gemäß genaueren Ausführungen in Kapitel 3 „Ergebnisse der Einzelstudie im Überblick“, Abschnitt „Kapitel 6: Empfehlung zum Aufbau eines Kompetenzzentrums“.

²¹ Es existieren darüber hinaus etablierte Fachformate in der Region mit überregionaler und teils internationaler Strahlkraft, z. B. das HYPOS-Forum, der Biopolymer-Kongress und die International Bioeconomy Conference.

- ▶ BMWK-Initiative Beispielregionen der industriellen Bioökonomie (6 von bundesweit 30 Beispielregionen haben sich in einem von der Metropolregion Mitteldeutschland moderierten Findungsprozess in Mitteldeutschland aufgestellt)
- ▶ Projekt „MoreBio – Modellregionen der Bioökonomie im Mitteldeutschen und im Lausitzer Revier“ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, verantwortlich durchgeführt vom Deutschen Biomasseforschungszentrum (DBFZ) in Kooperation mit der Metropolregion Mitteldeutschland, hier: Roadmap zur europäischen Modellregion der Bioökonomie
- ▶ Weinberg Campus Accelerator für Neugründungen und Wachstumsvorhaben (Branchen: Biomedical & Life Sciences, Greentech, Bioeconomy, New Materials); Projekt im Rahmen des Modellvorhabens „Unternehmen Revier“ des BMWK
- ▶ Geplantes Center for Sustainable Materials and Energy (CSME) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und Planung eines angeschlossenen Business Development Centers for Digital Life Science and Smart Materials im Rahmen des Investitionsgesetzes Kohleregionen
- ▶ b-ACT matter – Forschungs- und Transferzentrum für bioaktive Materie der Universität Leipzig, STARK-gefördertes Projekt im Rahmen des Strukturwandels
- ▶ Polymer Progress Park Mitteldeutschland (LK ABI)
- ▶ Geplanter Industrial Bioeconomy Hub (LK SK) im Rahmen des Investitionsgesetzes Kohleregionen
- ▶ Kompetenzzentrum biogene Reststoffe (LK Leipzig) – Projekt im Rahmen des Modellvorhabens „Unternehmen Revier“ des BMWK

3. Ergebnisse der Einzelstudien im Überblick

Potenzialstudie Grüne Gase – Analyse und Bewertung der Potenziale von Grünen Gasen in der Innovationsregion Mitteldeutschland

Bei den folgenden Abschnitten handelt es sich um Inhalte, die der Kurzfassung der Studie „Potenzialstudie Grüne Gase“ entnommen worden sind. Die Bearbeitung der Studieninhalte erfolgte in einem Konsortium mit folgenden Beteiligten:

- ▶ Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH
- ▶ Schultz project consult
- ▶ Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW, Außenstelle Center for Economics of Materials
- ▶ HYPOS e.V.

Kapitel 1: Einführung: Potenzialstudie Grüne Gase

Gasförmige Energieträger sind ein wichtiger Bestandteil der heutigen Energieversorgung. Vor allem die gute Transport- und Verteilfähigkeit durch Rohrleitungen ist ein wesentlicher Grund, warum sie etwa ein Viertel des gesamten Endenergieverbrauchs Deutschlands abdecken – außerhalb des Verkehrssektors beträgt ihr Anteil sogar ein Drittel.²² Aufgrund der Energiewende und vor dem Hintergrund zunehmend ambitionierter Klimaschutzziele steht das Energiesystem jedoch vor großen Veränderungen. Diese machen mittel- bis langfristig eine Abkehr von fossilen Energieträgern wie Erdgas erforderlich. In Zukunft werden daher emissionsarme und -freie Gase eine wichtige Bedeutung in der Energieversorgung einnehmen, nicht zuletzt aufgrund der weitgehend flächendeckend in Europa vorhandenen Gasinfrastruktur.

Die sektorenübergreifende Einführung dieser sogenannten „Grünen Gase“ ist deswegen eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Umbaus des Energiesystems. Zu Grünen Gasen gehören Wasserstoff (H₂) und darauf basierende synthetische Energieträger (synth. Methan (PtCH₄) sowie im weiteren Sinne auch synth. Kraftstoffe (PtL)) genau dann, wenn die H₂-Produktion entweder direkt mit erneuerbaren Energien (EE) erfolgt oder durch Abscheidung bzw. Vermeidung von Kohlenstoffdioxid(CO₂)-Emissionen eine deutlich verbesserte Treibhausgas(THG)-Bilanz gegenüber heutigen Erzeugungspfaden aufweist. Als zweite Gruppe der Grünen Gase sind außerdem Gase aus biogenen Quellen (vorrangig Biogas sowie Biomethan) zu nennen, die bereits heute großflächig im Strom- und Wärmesektor eingesetzt werden.

Die Abkehr von fossilen Energiequellen bietet für Deutschland die Chance, neue Energiequellen im eigenen Land zu erschließen und damit den Nettoimportanteil von derzeit 73,9% (2019) der Energieträger zu reduzieren.²³ Hierfür müssen bestehende Produktionskapazitäten konsequent ausgebaut und die existierende Transport- und Verteilinfrastruktur schrittweise umgerüstet werden. Im Fokus steht dabei eine sichere und zuverlässige Versorgung der Industrie bei gleichzeitiger Emissionsminderung in allen Sektoren.

Durch den Aufbau industrieller und infrastruktureller Kapazitäten für Grüne Gase eröffnet sich für die Region Mitteldeutschland die große Chance, den Strukturwandel im Mitteldeutschen Revier proaktiv zu gestalten. Die existierenden Industriestrukturen der Region bilden die Basis für den Aufbau der neuen Wertschöpfungsketten und bieten signifikante Wachstumspotenziale beim

²² AG Energiebilanzen e.V. (AGEB): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland. Daten für die Jahre von 1990 bis 2019. SEP 2020,

²³ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Gesamtausgabe der Energiedaten – Datensammlung des BMWi. MÄR 2021,

Übergang hin zu einem von erneuerbaren Energien geprägten Energiesystem. Mitteldeutschland kann so zu einem attraktiven Zentrum im wesentlichen Zukunftsfeld der Grünen Gase werden.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, durch eine umfassende Potenzialanalyse einen wichtigen Baustein zur Strategieentwicklung zu liefern, um die frühzeitige Positionierung der Region zu unterstützen. Hierfür wird das Themenfeld Grüne Gase in fünf Arbeitsschritten bearbeitet. Im ersten Arbeitsschritt bietet die Studie einen breiten Einstieg in das Themenfeld Grüne Gase durch eine Metastudie und eine techno-ökonomische Analyse möglicher Bereitstellungspfade. Im zweiten Schritt wird in einer Bestandsanalyse die heutige Bedeutung Grüner Gase für die Region aufgezeigt und im dritten Schritt das zukünftige Erzeugungs- und Anwendungspotenzial konkret für die IRMD im Rahmen einer szenariobasierten Potenzialanalyse dargestellt. Die ermittelten Potenziale werden im vierten Schritt in mögliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte übersetzt. Der fünfte Arbeitsschritt ist die Diskussion um den Aufbau eines regionalen Kompetenzzentrums. Außerdem erfolgt die Erläuterung regulatorischer und genehmigungsrechtlicher Hemmnisse beim Ausbau Grüner Gase, und abschließend werden Handlungsempfehlungen für die regionalen Akteure abgeleitet.

Kapitel 2: Metastudie und Lebenszyklusanalyse zu Grünen Gasen

Die zunehmende Nutzung Grüner Gase als Energieträger ist eine Hauptvoraussetzung dafür, dass eine deutliche THG-Emissionsreduktion in allen Sektoren erreicht werden kann. Dabei existieren entlang der Wertschöpfungsketten für Wasserstoff einschließlich seiner Folgeprodukte sowie biogener Gase diverse offene Detailfragen, die es in den kommenden Jahren zu beantworten gilt. Diese reichen von Begriffsdefinitionen, regulatorischen Vorgaben und bevorzugten Produktionsverfahren über geeignete Infrastrukturen bis zu möglichen Märkten und Potenzialen.

	Wasserstoff	Biogene Gase	Grüne Gase (allgemein)
Produktion	<ul style="list-style-type: none"> ▶ H₂-„Farben“ in Einführungsphase ▶ Grad der Zentralität 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Potenzielle Produktionsprozesse 	-
Transport	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Nutzung bestehender Gasnetzinfrastruktur ▶ H₂-Beimischung vs. H₂-Netze 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Unproblematisch: Nutzung bestehender Infrastruktur möglich 	-
Versorgungsszenarien	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Heimische Produktion vs. Import ▶ Importoptionen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Unproblematisch: Heimische Produktion bevorzugt 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Künftige Rolle von CH₄ ▶ Einführungsstrategien je nach Netzebene
Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klare Rahmenbedingungen in der Entwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Politische Rahmenbedingungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Ausgestaltung der Regulatorik für H₂-Netze
Potenziale und Märkte	<ul style="list-style-type: none"> ▶ H₂-Märkte ▶ H₂-Qualitäten 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Potenziale ▶ Märkte 	-

Tabelle 1: Wesentliche Diskussionsfragen im Rahmen der Metastudie

Im Rahmen einer Metastudie nationaler und internationaler Studien werden wesentliche Positionen entlang der Wertschöpfungskette einander gegenübergestellt und diskutiert (siehe ▶ [Tabelle 1](#)). Die Analyse zeigt, dass gerade für Wasserstoff eine Vielzahl von wichtigen Fragen heute noch ungeklärt ist. Umso dringlicher erscheint es, klare Strategien zu entwickeln und die Akteure aus Industrie und Gesellschaft mit konkreten Zielvorgaben und sicheren Rahmenbedingungen bei der Einführung Grüner Gase zu unterstützen.

Die Ergebnisse der Metastudie werden weiterhin durch umfangreiche Lebenszyklusanalysen untermauert. Dafür werden diverse Bereitstellungspfade Grüner Gase sowie einige fossile bzw. flüssige Referenzpfade analysiert und die Anwendung der unterschiedlichen Grünen Gase in verschiedenen (exemplarischen) Endverbrauchssektoren verglichen (siehe ► [Tabelle 2](#)).

	Pfad-Nr.	Kategorie	Energieträger	Mobilität				Industrie		Haushalt	Strom	
				A) Schwerlastverkehr	B) Schienenfahrzeuge (SPNV)	C) Binnenschifffahrt	D) Luftfahrt (Kurzstrecke)	E) Stoffliche Nutzung von H ₂	F) Hochtemperatur-Wärme	G) Niedertemperatur-Wärme	H) Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	I) Rückverstromung
Flüssig C ₂ H ₄ O ₂	1	Fossil	Konventionelle Kraftstoffe	Diesel	Diesel	Diesel	Kerosin	-	-	-	-	-
	2a, 2b	Erneuerbar	PTL-Kraftstoffe	PTL-Diesel	PTL-Diesel	PTL-Diesel	PTL-Kerosin	-	-	-	-	-
	3	Fossil	Methanol	-	-	Methanol-Brennstoffzelle	-	-	-	-	-	-
	4a, 4b	Erneuerbar	PTL-Methanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Methan (CH ₄)	5	Fossil	Methan (Erdgas) (Import)	-	-	-	-	-	Gasbrenner (CH ₄)	Brennwerttherme (CH ₄)	Blockheizkraftwerk (BHKW)	Gasturbine
	6a, 6b	Erneuerbar / THG-arm	Biomethan aus Anbau-biomasse / Reststoffen	Flüssiggas (LNG)	-	-	-					
	7a – 7d	Erneuerbar	PtCH ₄ / synth. Methan	-	-	-	-					
Wasserstoff (H ₂)	8	Fossil	H ₂ aus SMR (grauer H ₂)	Wasserstoff-Brennstoffzelle	Wasserstoff-Brennstoffzellen	Wasserstoff-Brennstoffzellen	Wasserstoff-Brennstoffzellen	H ₂ als Einsatzstoff	Gasbrenner (H ₂)	Brennwerttherme (H ₂)	Brennstoffzellen-BHKW	H ₂ -Gasturbine
	9	Fossil/ THG-arm	Import H ₂ aus SMR + CCS (blauer H ₂)									
	10a – 10c	Erneuerbar	Elektrolyse / PtH ₂ (grüner H ₂)					-	-	-	-	
	11	Erneuerbar / THG-arm	H ₂ aus SMR (Biomethan aus Anbaubiomasse)					-	-	-	-	

Tabelle 2: Übersicht der Bereitstellungspfade (vertikal) und Anwendungen (horizontal) im Rahmen der Lebenszyklusanalysen

Die betrachteten Kenngrößen umfassen den erforderlichen Energieeinsatz, die Bereitstellungskosten sowie die THG-Emissionen der jeweiligen Energieträger. In einem zweistufigen Ansatz werden diese zunächst bis zur Abgabe an den Endverbraucher (Well-to-Tank, WtT) sowie anschließend auch unter Einbeziehung der jeweiligen Anwendungen (Well-to-Wheel, WtW) diskutiert (siehe ► [Abbildung 14](#)).

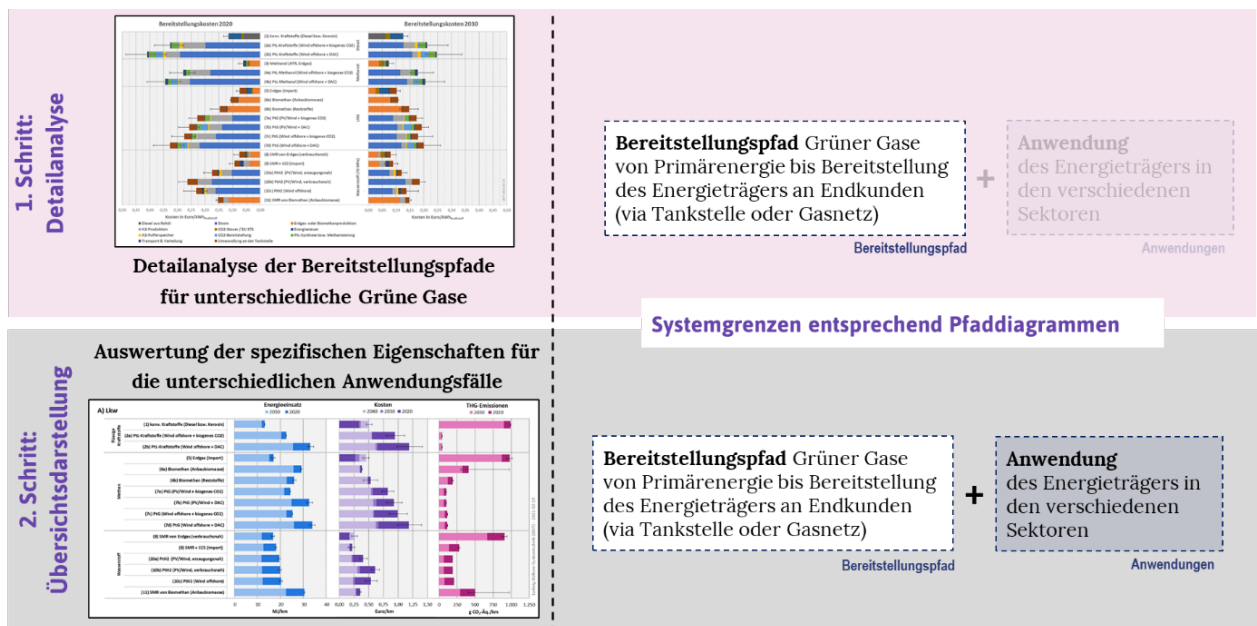


Abbildung 14: Zweistufiges Vorgehen im Rahmen der Lebenszyklusanalysen

Im Fokus der Analysen stehen die Grünen Gase Wasserstoff und Biomethan, jeweils in unterschiedlichen Varianten. So wird beispielsweise der Import von grünem Wasserstoff mit einer regionalen zentralen bzw. dezentralen H₂-Produktion durch Elektrolyse („grüner“ Wasserstoff) verglichen. Je nach untersuchter Anwendung umfasst der Pfad die Bereitstellung an den End-



Abbildung 15: Übersicht der ermittelten spezifischen Kosten in den jeweiligen Anwendungsfeldern für die betrachteten Zeithorizonte (Darstellung erfolgt im Vergleich zur jeweiligen Referenztechnologie mit Indexwert = 1)

Hinweis: Es wurden jeweils verschiedene Varianten für jede Technologie berücksichtigt. Zu beachten sind außerdem die verschiedenen Skalierungen der y-Achse.

verbraucher über das Gasnetz (z. B. im Wärmesektor), komprimiert auf 70 MPa für den Schwerlastverkehr oder verflüssigt für den Flugverkehr. Als Referenzpfade dienen, je nach Anwendung, fossiler Diesel bzw. Kerosin, Erdgas oder Wasserstoff aus der Erdgas-Dampfreformierung (sogenannter „grauer Wasserstoff“). Für eine umfassende Betrachtung werden überdies auch Power-to-Liquid(PtL)-Kraftstoffe (Diesel bzw. Kerosin sowie Methanol) als Vergleichspfade angegeben. Die Ergebnisse werden anschließend für jede Anwendung diskutiert und mit Blick auf die IRMD eingeordnet. Sie dienen damit als Basis für die folgenden Analysen dieser Studie. Dabei werden auch weitere qualitative Kriterien wie die Technologiereife, die Regionalisierbarkeit oder der Anpassungsbedarf bei bestehenden Infrastrukturen bzw. Anwendungen berücksichtigt.

Die Kernergebnisse der Kostenanalysen für die drei betrachteten Zeithorizonte sind in ► [Abbildung 15](#) einander gegenübergestellt. Dabei werden für jeden untersuchten Anwendungsfall (Lkw, Zug, Binnenschiff, Kleinflugzeug, stoffliche H₂-Nutzung, Hoch- und Niedertemperaturwärme (HT und NT), KWK-Anlagen und Rückverstromung) die spezifischen Kosten für unterschiedliche Energieträger und Pfade verglichen. Der in der jeweiligen Anwendung gewählte fossile Pfad dient als Referenz und entspricht dem Wert 1.0.²⁴

Die Ergebnisse zeigen, dass die Nutzung von grünem Wasserstoff besonders aus Kostengründen bereits kurzfristig in der Mobilität interessant ist. Langfristig ist der sektorenübergreifende Einsatz von Wasserstoff jedoch auch unverzichtbar: Wasserstoff ermöglicht die Nutzung der Synergiepotenziale heterogener Infrastrukturen und eignet sich hervorragend als Transport- und Speichermedium für erneuerbare Energien. Dem steht mittelfristig auch der Einsatz von blauem Wasserstoff (Dampfreformierung mit CO₂-Abscheidung) als kostengünstigere Option gegenüber. Dies macht ihn besonders attraktiv für die Industrie, doch sind mit Blick auf Mitteldeutschland Einschränkungen bezüglich des CO₂-Abtransportes und der Endlagerung zu bedenken.

Biomethan wird aufgrund seines kostengünstigen THG-Senkungspotenzials und rascher Einführbarkeit über das Gasnetz bereits kurzfristig im Wärme- und Stromsektor als direktes Erdgas-substitut dienen. Langfristig kann aufgrund der begrenzten potenziellen Erzeugungsmengen jedoch nur eine Teilsubstitution erfolgen, die partiell auch mit synthetischem Methan ausgeglichen werden kann. Entscheidend ist die Entwicklung der Gasinfrastruktur, da bei einer zunehmenden Umwidmung bestehender Erdgasleitungen auf Wasserstoff langfristig nur abgetrennte Teilnetze auch weiterhin mit (Bio-)Methan versorgt werden können.

Aus Wasserstoff hergestellte flüssige Kraftstoffe (PtL-Kraftstoffe) sollten aufgrund ihrer hohen Umwandlungsverluste und Bereitstellungskosten auf bestimmte Anwendungen (Luft- oder Schifffahrt) beschränkt bleiben. Ihre Rolle zur raschen Emissionsminderung in bestehenden Flotten hängt stark vom Markthochlauf alternativer Antriebe ab.

Abschließend werden überdies relevante Fördermöglichkeiten auf europäischer, nationaler und regionaler Ebene für Grüne Gase aufgezeigt und beschrieben. Die Veröffentlichung diverser neuer Förderrichtlinien insbesondere für grünen Wasserstoff unterstreicht dabei die besondere Bedeutung sowie die großen Hoffnungen, die gegenwärtig mit diesem Energieträger verbunden sind.

²⁴ Doppelt so hohe spezifische Kosten (z. B. in EUR/kg für den Schwerlastverkehr) entsprechen damit einem Indexwert von 2,0 gegenüber der Referenz.

Kapitel 3: Bestandsanalyse – Heutige Erzeugung und Nutzung Grüner Gase in der IRMD

Die Bestandsanalyse gibt einen umfassenden Einblick in die gegenwärtigen Aktivitäten im Bereich Grüner Gase in der IRMD sowie einen Ausblick auf weitere potenzielle Anwendungssektoren.

Mit über 60 identifizierten Akteuren aus dem Bereich der Wertschöpfung für grünen Wasserstoff verfügt die IRMD über ein breites unternehmerisches Potenzial. Dabei handelt es sich überwiegend um internationale bzw. nationale Industrieunternehmen. Die Akteure sind sowohl in der Erzeugung als auch in der Anwendung und der Infrastruktur tätig. Große Ballungszentren befinden sich in Leipzig und in den Chemieparks (z. B. in Leuna oder Bitterfeld-Wolfen). Auch die Forschungslandschaft zu Grünen Gasen ist mit den Standorten in Leipzig und Halle (Saale) gut aufgestellt. Diese kooperieren mit weiteren Akteuren in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen und bilden damit ein starkes regionales Forschungsnetzwerk von der Grundlagenforschung bis zu industriellen Verbundprojekten.

Bislang beschränkt sich der Einsatz Grüner Gase in der IRMD vor allem auf bestehende Biogasanlagen zur Produktion von Strom und Wärme bzw. zur Einspeisung von Biomethan ins Erdgasnetz. Nach den vorliegenden Analysen existieren 217 Biogasanlagen²⁵ mit einer Gesamtproduktionskapazität von rund 164 Mio. Nm³ Biogas, das zur Produktion von 950 GWh/a Strom und 290 GWh/a Wärme genutzt wird. Die Anlagen sind gleichmäßig über die IRMD verteilt.

Zwar ist auch Wasserstoff bereits heute ein wichtiger Einsatzstoff der Industrie, doch wird er ausschließlich fossil gewonnen. Die gegenwärtige Produktionsmenge von Wasserstoff liegt bei etwa 6,9 TWh/a, während aktuell weitere Anlagen (Elektrolyseure) mit einer Produktionskapazität von bis zu 1,2 TWh/a geplant sind. Die Zentren der heutigen H₂-Produktion liegen in den Chemiestandorten Bitterfeld-Wolfen, Schkopau, Böhlen und Leuna.

Die H₂-Produktion ist heute zumeist an die direkte Nutzung in der chemischen Industrie geknüpft. So werden jährlich insgesamt etwa 14,3 TWh Wasserstoff innerhalb der IRMD und dem nahen Umkreis der Region produziert, mit einem Schwerpunkt in der Methanol- und Rohölverarbeitung (v. a. TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH in Leuna). Neben Leuna sind unter anderem auch Böhlen, Bitterfeld-Wolfen und Zeitz wichtige Standorte der H₂-Nutzung in der IRMD. Wesentliche Grundvoraussetzung für die Erzeugung von grünem Wasserstoff ist der signifikante Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion. Aktuell existieren in der IRMD etwa 1.200 Windenergieanlagen (WEA) mit einer Gesamtleistung von 2 GW, wobei 83 % der inst. Leistung in Sachsen-Anhalt verortet sind. Zusätzlich existieren rund 23.000 Photovoltaik(PV)-Anlagen mit knapp 2,1 GW Gesamtleistung. Die gesamte jährliche Erzeugungsmenge beträgt etwa 5,8 TWh/a (3,7 TWh/a Wind und 2,1 TWh/a PV).

Ein wesentlicher Standortvorteil der IRMD bei der Entwicklung einer „Wasserstoffwirtschaft“ ist die existierende, rund 157 km lange H₂-Leitung im Mitteldeutschen Chemiedreieck, welche die großen Chemie- und Industriestandorte Zeitz, Leuna, Bitterfeld-Wolfen und Rodleben nördlich der IRMD miteinander verbindet. Eine Erweiterung der Pipeline wird gegenwärtig etwa in den Projekten „doing hydrogen“ und „Green Octopus“ vorbereitet. Auch das Reallabor „Energiepark Bad Lauchstädt“ soll über entsprechende Pipelines langfristig in das Verbundnetz integriert werden.

► **Abbildung 16** fasst alle Ergebnisse der Bestandsaufnahme zusammen und verdeutlicht visuell, wo relevante Infrastrukturen entlang der gesamten Wertschöpfungskette für Grüne Gase in der IRMD zu finden sind. Einige Ergebnisse auf Ebene der Gebietskörperschaften sind auch in ► **Tabelle 4** zusammengestellt.

Im Strom- und Wärmesektor findet Wasserstoff derzeit noch keine Anwendung. Trotzdem kann Wasserstoff durch Leitungsumwidmungen, direkte Einspeisungen ins Erdgasnetz oder die Methanisierung von grünem Wasserstoff mit anschließender Einspeisung eine wichtige Rolle im zu-

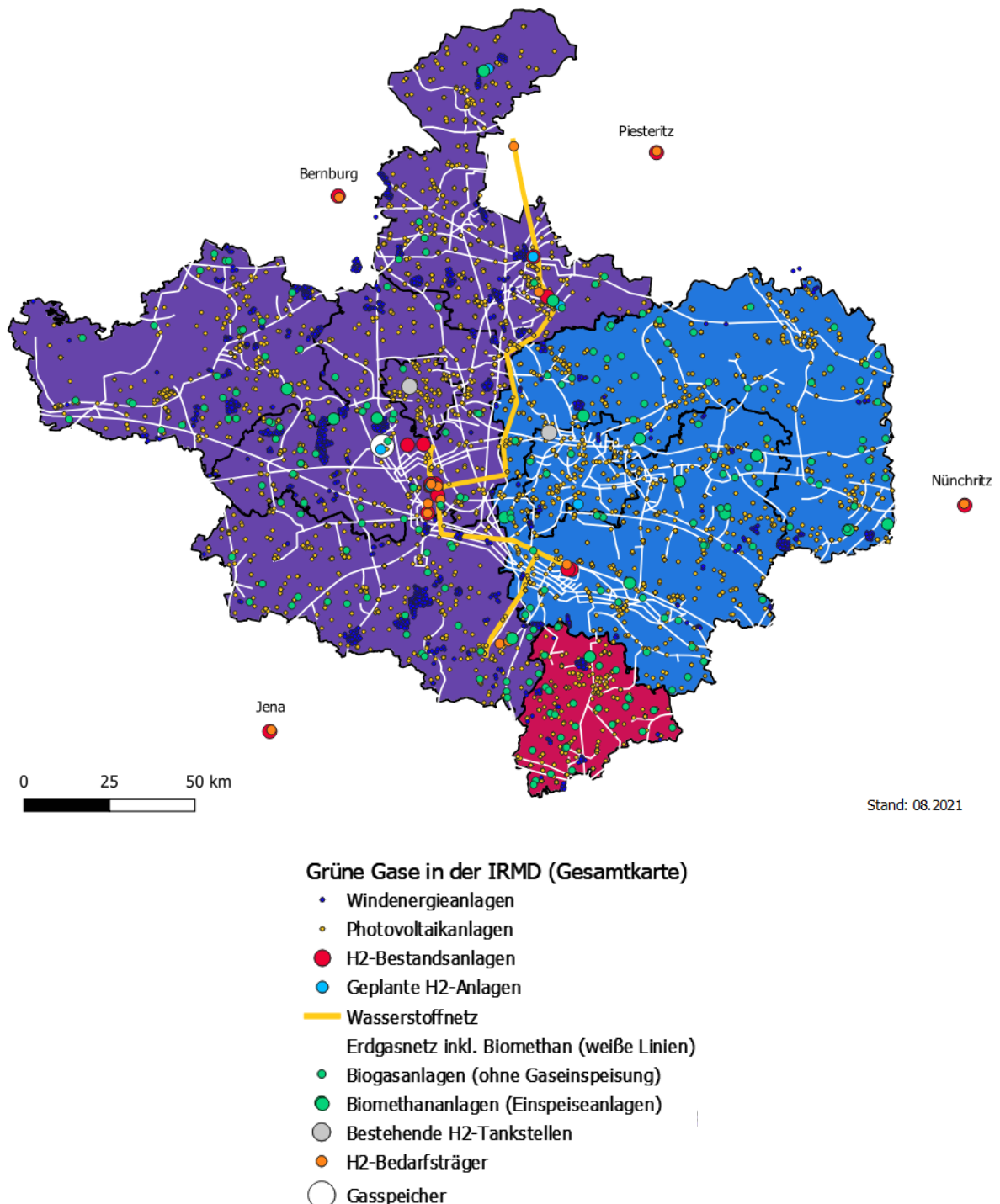


Abbildung 16: Standorte zu Grünen Gasen innerhalb der IRMD

künftigen Wärmemarkt spielen. In der Region gibt es gegenwärtig zwei H₂-Tankstellen für Pkw. Der Mobilitätssektor bietet darüber hinaus viele Einsatzmöglichkeiten von Grünen Gasen insbesondere im Schienen- und Schwerlastverkehr sowie in der Flug- und Binnenschifffahrt. Die Bestandsanalyse der Energiebedarfe dieser drei Sektoren sowie der möglichen Einsatzfelder Grüner Gase dient daher auch als Ausgangspunkt für die folgende Potenzialanalyse.

Kapitel 4: Potenzialanalyse – Zukünftige Erzeugung und Nutzung Grüner Gase

Basierend auf den heutigen sektoralen Energiebedarfen und Einsatzfeldern Grüner Gase werden szenariobasiert die zukünftigen Potenziale zur Erzeugung und Nutzung Grüner Gase in der IRMD abgeschätzt.

Hierfür wurden zwei Szenarien definiert, die eine Bandbreite der möglichen Entwicklungen aufzeigen sollen.²⁶

- ▶ Szenario 1: Einhaltung der bisherigen Ziele orientiert sich an den ehemaligen sektoralen Emissionsreduktionszielen der Bundesregierung. Also jenen vor dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom April 2021 zur erforderlichen Nachbesserung der Ziele.²⁷ Dabei wurde das Ziel einer Reduktion der THG-Emissionen von 80 bis 95 % bis 2050 im Vergleich zu 1990 ausgegeben.
- ▶ Szenario 2: Klimaschutz First hingegen bezieht sich folgerichtig auf die aktuellen und deutlich strikteren Klimaschutzziele der Bundesregierung seit Mai 2021. Diese zielen auf eine THG-Emissionsreduktion von mindestens 95 % bis 2045 ab.

Entsprechend wurde der Betrachtungshorizont der vorliegenden Studie von 2050 auf 2045 vorgezogen. Die Diskussions wesentlicher Ergebnisse fokussiert sich auf das Jahr 2040 als Referenzjahr vor dem Hintergrund des Strukturwandels in der IRMD sowie das Szenario 2 als Referenzszenario unter Berücksichtigung der aktuellen Klimaschutzziele. Im Folgenden werden die wesentlichen Erkenntnisse der Analyse für die Erzeugung, die unterschiedlichen Anwendungssektoren und die Infrastrukturen zusammengefasst. Landkreisscharfe Ergebnisse sind in ▶ [Tabelle 5](#) und ▶ [Tabelle 6](#) aufgeführt.

Erzeugungspotenziale Grüner Gase

Die Erzeugungspotenziale für grünen Wasserstoff sind von der Verfügbarkeit erneuerbaren Stroms abhängig. Deshalb wird in einem ersten Schritt das theoretische Potenzial für PV- und Windstrom abgeschätzt. Dieses wird nach den Berechnungen von heute etwa 7 TWh auf 31 bis 48 TWh bis 2040 ansteigen (je nach Szenario). Eine wichtige Voraussetzung für das Erreichen dieser Erzeugungsmengen ist die kontinuierliche Nachrüstung bestehender Anlagen (sog. Repowering). Hierdurch ließe sich die Steigerung des benötigten Flächenbedarfs für die Anlagen von heute rund 0,5 % auf in Zukunft nur etwa 2 % der Landesfläche der IRMD begrenzen. Die Erzeugungsmengen basieren auf den maximalen theoretischen Ausbaupotenzialen. In der Praxis werden die EE-Ausbaupotenziale zusätzlich von Faktoren wie z. B. der Umsetzung der politischen Ausbauziele, möglichen Förderungen für Anlageninvestitionen oder der Akzeptanz von neuen Erzeugungsanlagen abhängen.

Für die H₂-Erzeugung werden im Jahr 2040 in Szenario 1 (Einhaltung der bisherigen Ziele) ca. 47 % des erzeugten regionalen EE-Stroms (entspricht ca. 15 TWh/a) eingesetzt. Das ergibt eine erzeugte H₂-Menge von 11 TWh/a. In Szenario 2 (Klimaschutz First) liegen diese Werte sogar bei 65 % (30 TWh/a) der EE-Stromerzeugung für rund 22 TWh/a Wasserstoff. Für das Jahr 2045 steigt der Anteil des verwendeten erneuerbaren Stroms weiter auf 65 bis 77 % an, was die große Bedeutung des Ausbaus der erneuerbarer Stromproduktion für die heimische H₂-Wirtschaft unterstreicht. Weitere H₂-Mengen werden jeweils durch Importe abgedeckt werden müssen, insbesondere bei verzögertem EE-Ausbau. Die Ergebnisse sind in ▶ [Abbildung 17](#) dargestellt.

²⁶ Hintergrund sind auch die im Projektverlauf verschärften Klimaschutzzambitionen der Bundesregierung.

²⁷ Bundesverfassungsgericht (BVerfG): Verfassungsbeschwerde gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich, Pressemitteilung; 29. April 2021; <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html> (Zugriff am: 5. Juni 2021).

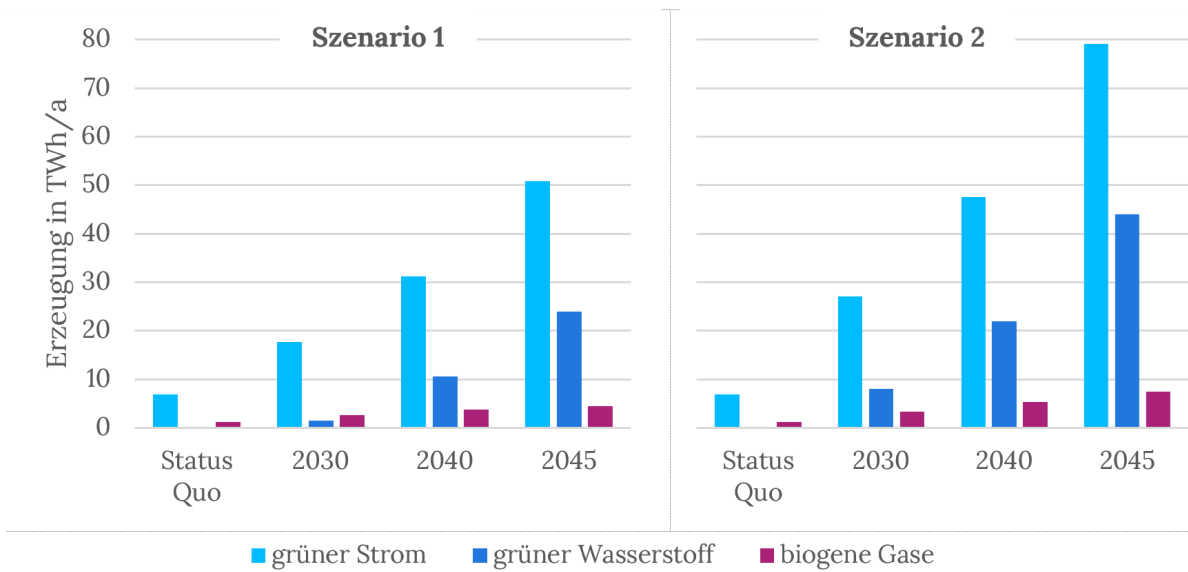


Abbildung 17: Gesamterzeugung von Grünen Gasen und erneuerbarem Strom in der IRMD für Szenario 1 (links) und Szenario 2 (rechts)

Zur Ermittlung des Erzeugungspotenzials biogener Gase wird die potenziell produzierbare Gasmenge anhand einer Kombination aus der angenommenen Entwicklung des Anlagenparks (+150%), der Erhöhung der jeweiligen Anlagenleistung (+50%) sowie der grundlegenden Rahmenbedingungen abgeschätzt. Unter diesen Annahmen können bis 2040 zwischen etwa 500 und 700 Nm³/a biogene Gase (3,7 bis 5,3 TWh/a) erzeugt werden, was in etwa einer Steigerung um den Faktor 3,0 bis 4,3 im Vergleich zum Status quo entspricht.

Übersicht der Einsatzpotenziale

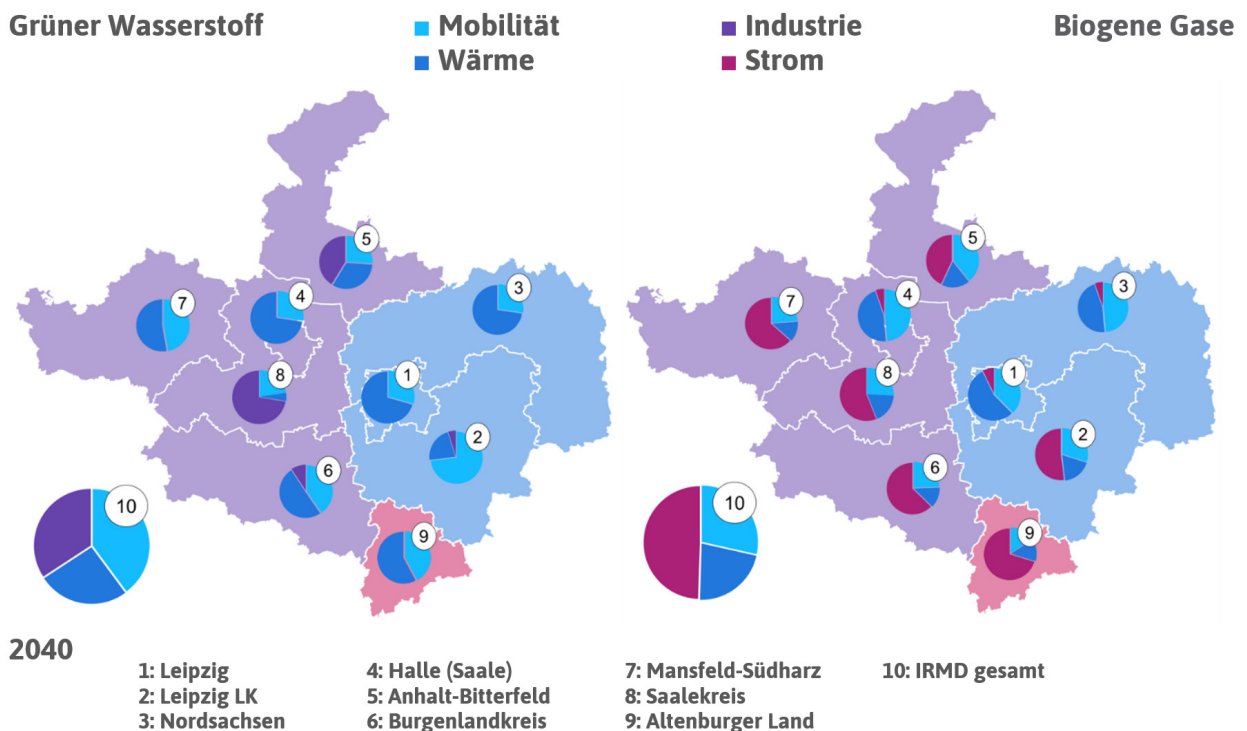


Abbildung 18: Bedarf an Wasserstoff (links, IRMD gesamt: 33 TWh) und biogenen Gasen (rechts, IRMD gesamt: 3 TWh), anteilig nach Sektoren im Jahr 2040 (Szenario 2). Hinweis: farbliche Einfärbung der Landkreise anhand Bundeslandgrenzen

Die Einsatzpotenziale von Wasserstoff und biogenen Gasen sowie ihre Verteilung auf die unterschiedlichen Sektoren variieren stark zwischen den Gebietskörperschaften. ► [Abbildung 18](#) zeigt diese exemplarisch für das Jahr 2040 im ambitionierten Szenario 2 (siehe auch ► [Tabelle 6](#)).

Die Untersuchungen zum Stromsektor fokussieren sich im Rahmen dieser Studie vor allem auf den Bereich biogener Gase, da hier bereits heute große Einsatzpotenziale liegen. Es wird zwar davon ausgegangen, dass auch Wasserstoff aufgrund seiner Transport- und Speichereigenschaften im zukünftigen Energiesystem ein bedeutender Energieträger sein wird. Sein tatsächlicher Einsatz im Stromsektor wird allerdings stark vom zukünftigen Strom- und Gasnetzausbau abhängen. In diesem Zusammenhang ist zu erwarten, dass Wasserstoff für die Rückverstromung in die Region importiert werden wird und die Bereitstellung daher nur unwesentlich zur regionalen Wertschöpfung beiträgt.

Stoffliche Nutzung von Wasserstoff

Wasserstoff ist bereits heute ein bedeutender chemischer Einsatzstoff mit einem identifizierten Gesamtbedarf in der Region von etwa 14,3 TWh/a, wobei 9,4 TWh/a allein direkt auf die IRMD entfallen. Dieser Bedarf bleibt in Szenario 1 auch langfristig nahezu konstant, da der steigende H₂-Bedarf einer wachsenden Methanol- und Ammoniakproduktion die sinkende Nachfrage der Rohölverarbeitung kompensiert (siehe ► [Abbildung 19](#)). In Szenario 2 steigt die H₂-Nutzung, in der chemischen Industrie, langfristig auf etwa 17,5 TWh an. In beiden Szenarien kommt es zu einer schrittweisen Substitution des grauen Wasserstoffs durch grünen Wasserstoff, in Szenario 2 ist dies bis zum Jahr 2045 vollständig abgeschlossen.

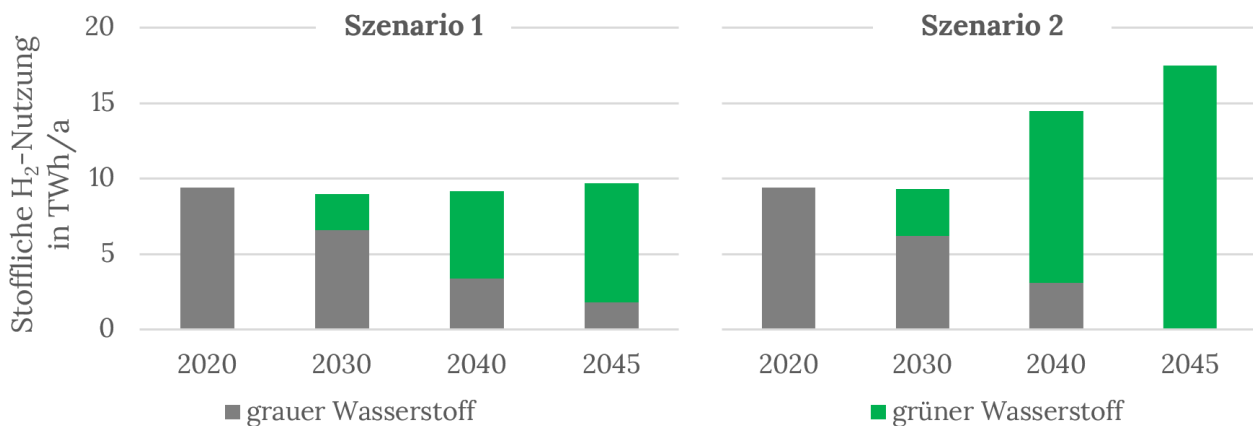


Abbildung 19: Einsatz von Wasserstoff (grau vs. grün) in der stofflichen Nutzung in Szenario 1 (links) und Szenario 2 (rechts)

Einsatzpotenziale in der Wärmeversorgung

Die zeitnahe Stilllegung von Braunkohlekraftwerken und anderen fossil betriebenen Wärmezeugern sowie der rücklaufende Einsatz von Erdgas werden zum Umbau des gesamten Wärmesektors in der IRMD führen. Die zukünftigen Säulen der Wärmeversorgung in den Städten und Kreisen der IRMD bleiben in beiden Szenarien die Zentralheizung, deren Anteil zunimmt, und die Fern- und Nahwärmeversorgung, deren Anteil ebenfalls deutlich ansteigt. Beide Erzeugungsformen decken in den Szenarien den Wärmebedarf von ca. 15 TWh/a in der IRMD mit ca. 14 TWh/a fast vollständig ab (siehe ► [Abbildung 20](#)).

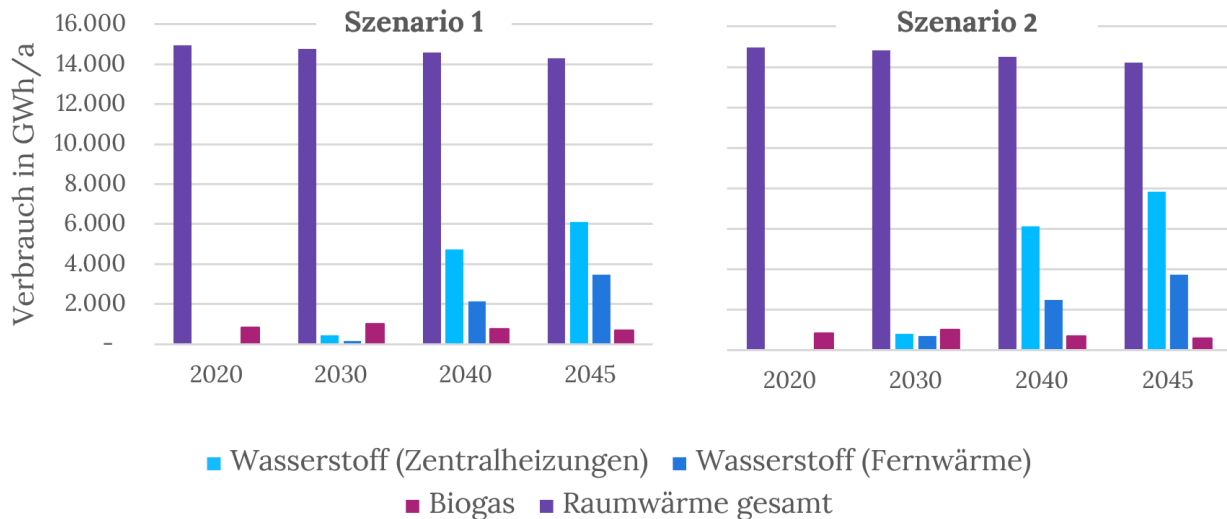


Abbildung 20: Einsatz Grüner Gase in der Wärmeversorgung in Szenario 1 (links) und Szenario 2 (rechts)

Die Zentralheizungen werden größtenteils bis 2045 auf Brennstoffzellen (BZ) umgestellt. Die Fernwärmeversorgung wird mit BZ und H₂-Turbinen sichergestellt werden. Da Biogas langfristig nicht mehr in die Erdgasinfrastrukturen eingespeist werden wird, weil diese für den Transport von Wasserstoff umgerüstet werden, bieten sich orts- und quartiersbezogene Insellösungen mit Wärme aus mittelgroßen Biogas- oder Biomethan-Einspeiseanlagen und lokal abgetrennten Netzen an. Es wird angenommen, dass der Einsatz elektrischer Wärmepumpen und moderner Speicherheizungen eine untergeordnete Rolle spielen wird, mit Einsatz vor allem in Neubaugebieten und bei Sonderfällen. Diese Annahme dient dazu, das theoretische Potenzial von Wasserstoff im Wärmemarkt zu beschreiben.

Die Menge des regionalen Einsatzes biogener Gase ist vorwiegend an deren Nachfrage gekoppelt. Konkret bedeutet dies, dass biogene Gase zunehmend für jene Sektoren reserviert bzw. von den Unternehmen dieser Sektoren aufgekauft werden, die dem größten Dekarbonisierungsdruck ausgesetzt sind und biogene Gase als mögliche Lösung (ggf. auch politisch forciert) identifiziert haben. Strom- und Wärmesektor zeigen hier kurzfristig aufgrund des geringen Anpassungsbedarfs die besten Einsatzpotenziale.

Beide Ausbaupfade erfordern gewaltige Anstrengungen der Politik, der Energieversorger und der Wohnungseigentümer die schnell an finanzielle und kapazitive Grenzen stoßen können. Deswegen ist ein kontinuierlicher Markthochlauf genauso notwendig wie eine zuverlässige ökonomische und soziale Absicherung des Prozesses mit einer akteursübergreifenden Strategie für den Wärmesektor.

Einsatzpotenziale in der Mobilität

Auch im Verkehrssektor können Grüne Gase einen großen Beitrag zur THG-Emissionsminderung leisten. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden dabei detaillierte Betrachtungen für die unterschiedlichen Anwendungen vorgenommen. In der Studie wurde zwischen verschiedenen Kraftstoffen und Antriebsarten unterschieden: fossile Brennstoffe (Verbrennungsmotoren), Wasserstoff (Elektrofahrzeuge mit BZ und H₂-Verbrennungsmotoren), reine Elektrofahrzeuge (batterieelektrisch), Biomethan (in Form von CNG/LNG) und andere flüssige Kraftstoffe (PtL-Kraftstoffe und Methanol).

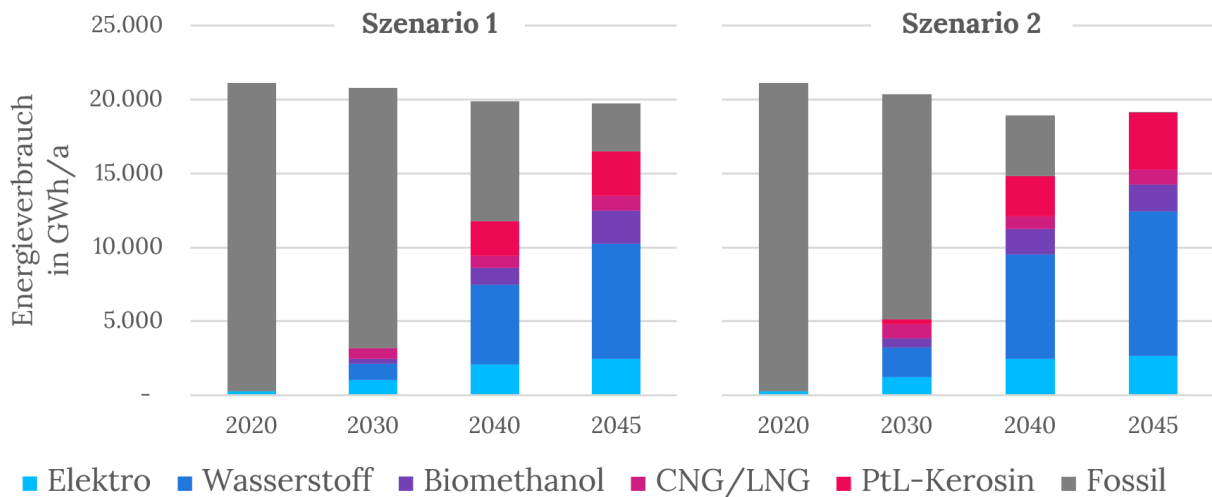


Abbildung 21: Energieverbrauch in der Mobilität nach Energieträgern für Szenario 1 (links) und Szenario 2 (rechts)

► **Abbildung 21** zeigt die Aufteilung des Energieverbrauchs in der IRMD für den Status quo und die betrachteten Jahre 2030, 2040 und 2045. Ausgangswert ist der heutige Energiebedarf von über 20 TWh, der durch den Einsatz effektiverer Batterie- oder BZ-elektrischer Fahrzeuge sinken wird. Für einen verstärkten Einsatz von Wasserstoff in der Mobilität ist überdies der Aufbau eines kombinierten 350- und 700-bar-Tankstellennetzes erforderlich. Im Rahmen der Studie wird entlang eines Rasters von ca. 40 km ein entsprechendes Netz für die IRMD vorgeschlagen, das den Ausbau von heute zwei auf 22 Tankstellen vorsieht. Überdies wurde der Bedarf Grüner Gase im Mobilitätssektor mit Blick auf die Anwendungen untersucht. Dabei wurde im Falle von Wasserstoff nicht nur die Menge berücksichtigt, die direkt an der Tankstelle abgegeben wird, sondern auch jene, die als Zwischenprodukt für die Herstellung strombasierter Kraftstoffe (PtL-Kraftstoffe) dient. So entfällt mehr als die Hälfte des 2040 in der Mobilität eingesetzten Wasserstoffes auf den Flugsektor (siehe ► **Abbildung 22**), getrieben auch durch den hohen H₂-Bedarf für PtL-Kerosin (etwa 4 TWh/a Wasserstoff). Da der Einsatz flüssiger Kraftstoffe auch mittel- bis langfristig bei Flugzeugen eine große Bedeutung haben wird, unterstreicht dies die Notwendigkeit zum Aufbau der entsprechenden H₂-Produktionskapazitäten.

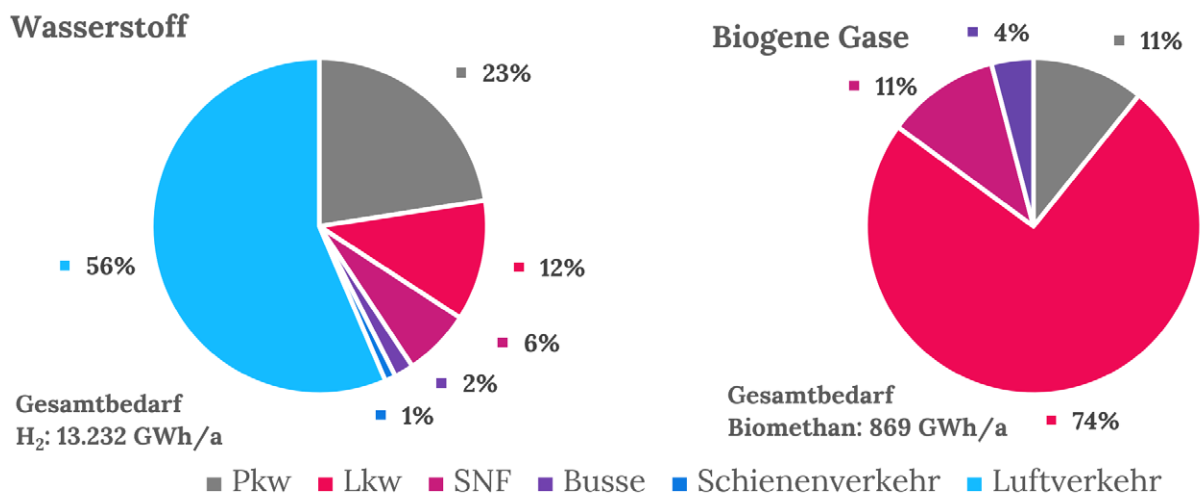


Abbildung 22: Aufteilung des Wasserstoffbedarfs (links) und des Methanbedarfs (rechts) in der Mobilität im Jahr 2040 für Szenario 2

Infrastrukturausbau für Grüne Gase

In der IRMD existiert bereits heute ein flächendeckendes Netz an Erdgasleitungen auf Transport- und Verteilnetzebene. Zusätzlich wird im Mitteldeutschen Chemiedreieck ein H₂-Rohrleitungsnetz unterhalten. Die im Projektvorhaben angekündigten Vorschläge zum Ausbau des Netzes sehen zum überwiegenden Teil die kostengünstigere Umwidmung bestehender Erdgasleitungen gegenüber dem Neubau reiner H₂-Leitungen vor.²⁸

In der IRMD betreibt die ONTRAS ein Ferngasnetz mit einer Länge von ca. 1.230 km. Die übrigen Gasnetzbetreiber, wie Stadtwerke, interkommunale Unternehmen und sonstige Versorger, betreiben über alle Druckstufen ein Gasnetz mit einer Länge von 10.475 km (siehe ► [Abbildung 23](#)). Zusätzlich sind weitere Investitionen in den Ausbau des H₂-Netzes angekündigt. Für den Aufbau eines H₂-Netzes (einschließlich Umrüstung des Erdgasbestandnetzes) belaufen sich die regionalen Ertüchtigungskosten auf etwa 2,7 Mrd. EUR, davon knapp 600 Mio. EUR für den H₂-Neubau.

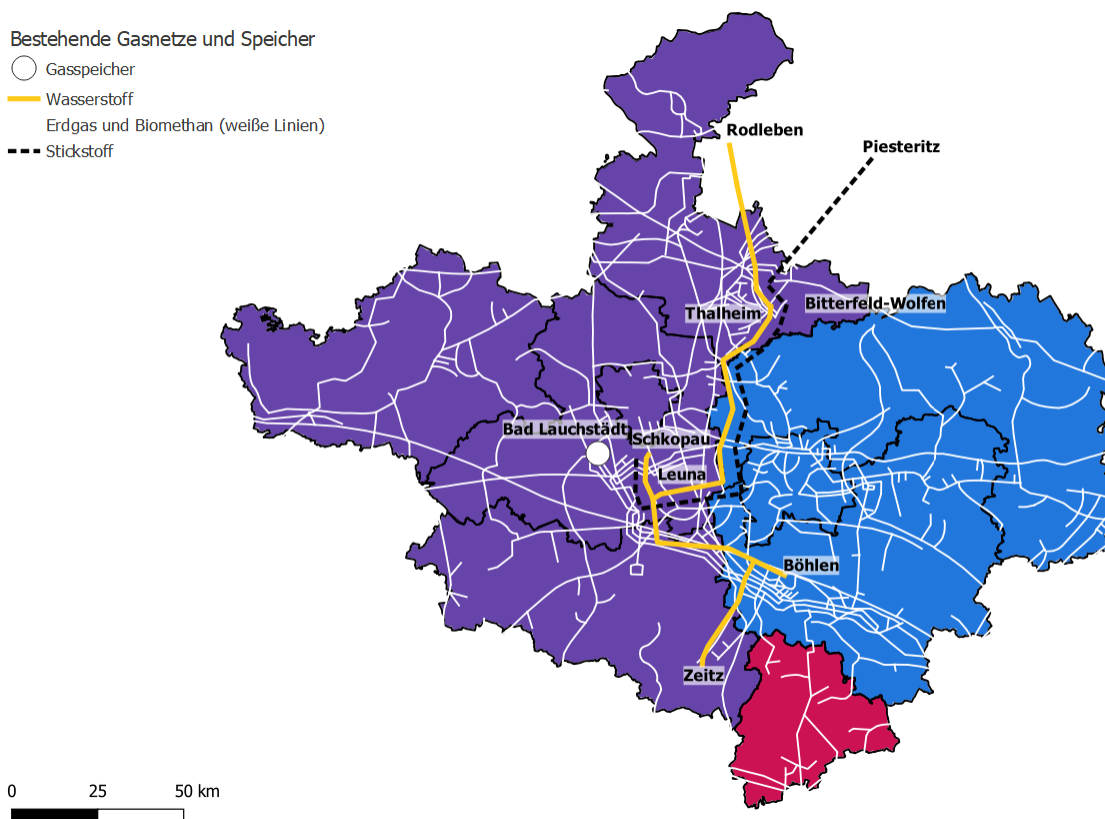


Abbildung 23: Bestehende Gasinfrastruktur in der IRMD

Wesentlicher Treiber für den Übergang von der Gaswirtschaft in die „Wasserstoffwirtschaft“ wäre ein gemeinsames Umlagesystem mit deutlichen Elementen einer Anreizfinanzierung.

²⁸ Die Kosten für die Ertüchtigung von Erdgasnetzen liegen nach Richtpreisen für 2030 bei 240 EUR/m und für den Neubau von H₂-Leitungen bei 2.340 EUR/m.

Bedarfsdeckung und Importbedarf

Wenn alle grundsätzlich zur Verfügung stehenden politischen, regulatorischen und ökonomischen Instrumente sinnvoll eingesetzt werden, können die im Klimaschutz-First-Szenario ermittelten Potenziale an erneuerbarem Strom, an Wasserstoff und biogenen Gasen auch tatsächlich genutzt werden. Mit Blick auf den ermittelten H₂-Bedarf kann zwar theoretisch ein Großteil durch regionale Produktion gedeckt werden, dennoch zeigen die Analysen für die unterschiedlichen Jahre einen Importbedarf, den es durch langfristige (Infrastruktur-)Maßnahmen zu decken gilt (siehe ► [Abbildung 24](#)). Im Jahr 2040 liegt dieser Bedarf bei etwa 11 bis 12 TWh/a. Durch einen zunehmenden Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung kann sich diese Lücke bis 2045 deutlich verringern. Andererseits kann sich diese bei schleppendem EE-Ausbau auch deutlich vergrößern. Im Gegensatz dazu wird bei biogenen Gasen sogar ein leichter Produktionsüberschuss erwartet, der aber problemlos durch Einsatz als Erdgassubstitut genutzt werden kann.

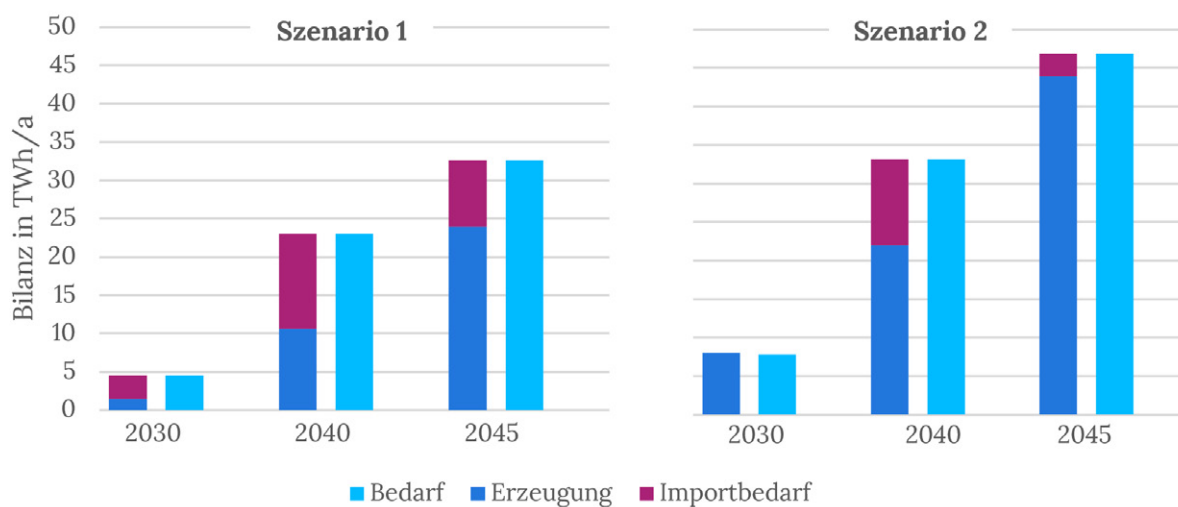


Abbildung 24: Importbedarf grüner Wasserstoff für Szenario 1 (links) und Szenario 2 (rechts)

Dekarbonisierungspotenziale

Abschließend wurden die Dekarbonisierungspotenziale ermittelt, die sich durch den in den Szenarien beschriebenen Einsatz Grüner Gase in der IRMD bis zum Jahr 2040 realisieren ließen. Dabei wurde für die Sektoren Industrie (stoffliche Nutzung), Strom und Wärme davon ausgegangen, dass die Grünen Gase ihr fossiles Pendant 1:1 ersetzen. Im Mobilitätssektor wurden weitere Effizienzverbesserungen berücksichtigt. Die Substitutionsmenge wurde dazu jeweils mit dem Faktor der eingesparten CO₂-Emissionen multipliziert. Die Dekarbonisierungspotenziale in den unterschiedlichen Sektoren für das Jahr 2040 sind in ► [Abbildung 25](#) dargestellt. Sie zeigen, dass der Einsatz Grüner Gase im Jahr 2040 einen Beitrag von 8 bis 12,5 Mio. t CO₂-Äq. zur Emissionsreduktion innerhalb der IRMD leisten kann.

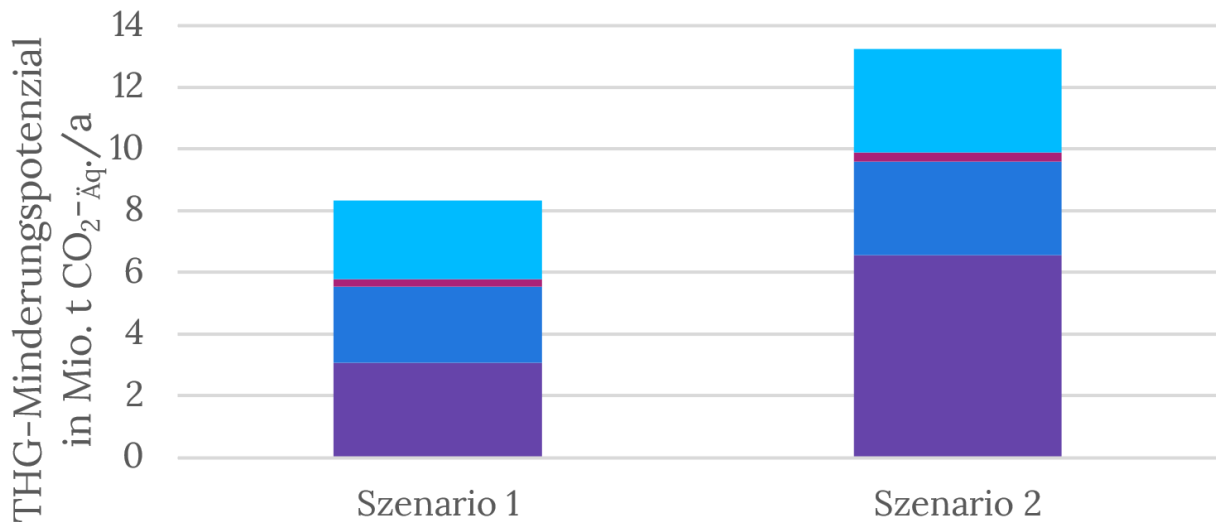


Abbildung 25: Durch den Einsatz Grüner Gase eingesparte THG-Emissionen nach Anwendungssektoren im Jahr 2040

Kapitel 5: Regionale Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale

Die aufgezeigten Potenziale Grüner Gase in den unterschiedlichen Sektoren werden auch einen signifikanten Beitrag zur regionalen Wertschöpfung leisten. Dies ist besonders vor dem Hintergrund des Strukturwandels und der damit einhergehenden Veränderung des Arbeitsmarktes in der IRMD interessant.

Um die vielfältigen Potenziale Grüner Gase in Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte zu übersetzen, werden die etablierten und ausgereiften Methoden der Input-Output-Rechnung eingesetzt. Basierend auf Daten des Statistischen Bundesamtes werden diese volkswirtschaftlichen Effekte in vorgelagerten Wertschöpfungsketten quantifiziert. Um der Heterogenität der IRMD Rechnung zu tragen, wird dieses Modell regionalisiert. Ausgangspunkt der Berechnungen sind die Ergebnisse der vorangegangenen Lebenszyklus- und Potenzialanalysen. Dabei wurden den Anwendungssektoren unterschiedliche Bereitstellungspfade zugeordnet und die Kosten auf die einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette sowie die jeweiligen Wirtschaftszweige aufgeteilt. Auch wurde der regionale Beitrag der einzelnen Gebietskörperschaften bei den jeweiligen Wertschöpfungsketten berücksichtigt.

Im Szenario 1 beläuft sich die potenzielle Wertschöpfung durch Grüne Gase in der IRMD auf etwa 250 Mio. EUR (2030), 830 Mio. EUR (2040) bzw. 1.250 Mio. EUR (2045). Die Potenziale für Szenario 2 sind mit Ergebnissen zwischen etwa 460 Mio. EUR (2030), 1.200 (2040) bzw. 1.800 Mio. EUR (2045) deutlich höher. Mit Blick auf die möglichen Beschäftigungspotenziale ergaben die Analysen für Szenario 1 ca. 2.000, 7.000 bzw. 10.700 Beschäftigte in den Jahren 2030, 2040 und 2045. In Szenario 2 liegen diese Werte bei 3.900, 10.100 und 15.200 sozialversicherungspflichtigen Angestellten. Hierbei handelt es sich um Bruttoeffekte. Ob es zu Arbeitsplatzverlusten in anderen Sektoren kommt, wird im Rahmen dieser Studie nicht betrachtet. Jedoch sind etwa 3.900 heutige Arbeitsplätze im Braunkohlebergbau des Mitteldeutschen Reviers vom Strukturwandel direkt betroffen.

► **Abbildung 26** zeigt die Ergebnisse für das ambitionierte Szenario 2 aufgeteilt auf die verschiedenen Gebietskörperschaften (siehe auch ► **Tabelle 7**). Zur Einordnung der Ergebnisse werden diese Zahlen auch mit den Werten von 2019 für die IRMD verglichen. Die gesamte Bruttowertschöpfung

innerhalb der IRMD betrug im Jahr 2019 rund 58 Mrd. EUR.²⁹ Verglichen damit, entspräche der Anteil der Bruttowertschöpfung Grüner Gase in Szenario 2 mit 1,2 Mrd. EUR im Jahr 2040 rund 2,0%. Außerdem waren im Jahr 2019 in der IRMD ca. 987.000 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt. Im Falle des Szenarios 2 würden im Jahr 2040 ca. 10.100 Arbeitsplätze im Bereich der Grünen Gase existieren. Dies entspräche einem Anteil von 1,0% an der heutigen Beschäftigung.

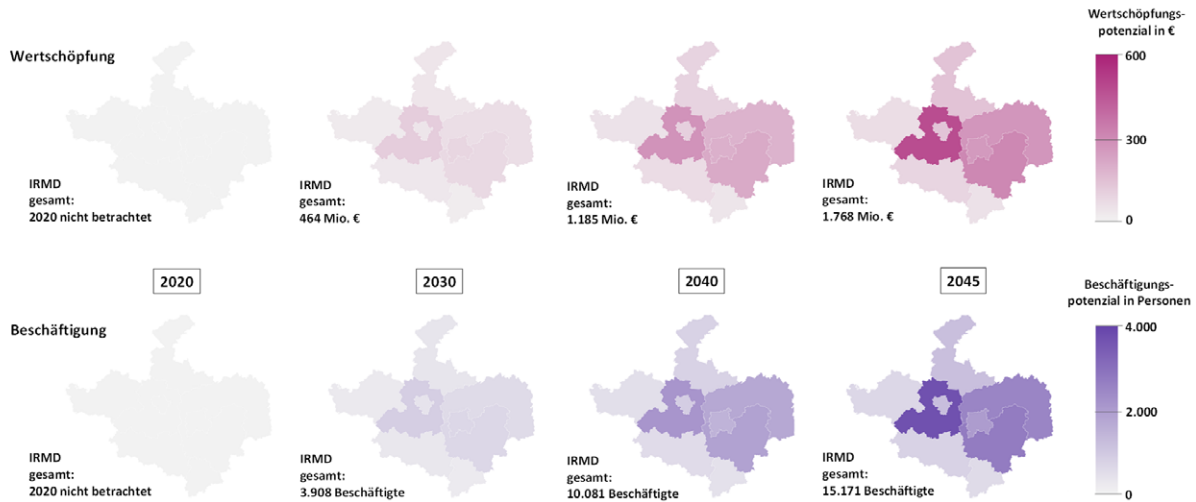


Abbildung 26: Wertschöpfungs- (oben) und Beschäftigungseffekte (unten) für die Landkreise der IRMD

In absoluten Zahlen zeigen der Saalekreis (274 Mio. EUR), der Landkreis Leipzig (208 Mio. EUR) und die Stadt Leipzig (189 Mio. EUR) die größten Wertschöpfungspotenziale im Jahr 2040. In Bezug auf Beschäftigungspotenziale können der Saalekreis (2.130 Personen), der Landkreis Leipzig (1.850 Personen) und Nordsachsen (1.710 Personen) die größten Effekte verzeichnen. Dies gilt vor allem auch mit Blick auf den Anteil der durch Grüne Gase entstehenden Jobs verglichen mit der Gesamtbeschäftigung im Jahr 2019.

Diese Ergebnisse wurden mittels vier Sensitivitätsanalysen auf ihre Robustheit überprüft. Je größer der regionale Anteil in der Erzeugung von Anlagen ist, desto größer sind die Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale. Gleichzeitig kann es jedoch zu erhöhter Konkurrenz um einzelne Wertschöpfungsschritte innerhalb der IRMD kommen. Insgesamt entfallen die größten Potenziale hauptsächlich auf den Bereich des Wasserstoffs (ca. 88% im Jahr 2040, Szenario 2) und weniger auf biogene Gase. Dies unterstreicht die große Bedeutung dieses Energieträgers für die IRMD. Außerdem steigen die regionalen Bruttowertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte umso deutlicher, je besser durch einen verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien ein höherer Deckungsgrad der regionalen H₂-Nachfrage in der Region durch eigene H₂-Erzeugung (d.h. ohne H₂-Importe in die Region) gewährleistet werden kann.

Generell lässt sich festhalten: Je höher die regionalen Investitionen im Bereich Grüner Gase sind, desto höher sind auch die daraus folgenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in der IRMD. Dies wurde durch die Sensitivitätsanalyse bestätigt. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass in Zukunft ein nicht unerheblicher Teil des H₂-Bedarfs durch Importe gedeckt werden wird. Die ermittelten Wertschöpfungspotenziale der unterschiedlichen Gebietskörperschaften sind stark durch die getroffenen Annahmen getrieben. Besonders die Deckung der H₂-Bedarfe der chemischen Industrie sowie der PtL-Produktion sind zukünftig wesentliche Treiber für die Verteilung der wirtschaftlichen Effekte zwischen den Landkreisen. Investitionen in neue Erzeugungskapazitäten und Infrastrukturen auch außerhalb der bisherigen Industriezentren stellen daher wichtige Stellschrauben für die zu hebenden wirtschaftlichen Potenziale dar. Für die IRMD als Ganzes füh-

ren heimische Erzeugungskapazitäten außerdem zu einer reduzierten Abhängigkeit von anderen Regionen bzw. Importländern. Die Coronapandemie hat gezeigt, dass resiliente und souveräne Wertschöpfungsketten von großem Vorteil sein können. Überdies wird durch die Förderung von technologischer Kompetenz im Bereich Grüner Gase wissenschaftliches und unternehmerisches Know-how aufgebaut. Die frühzeitige Positionierung als Wasserstoffregion mit der Förderung regionaler Industrieansiedlung bietet also zusätzliche Wertschöpfungspotenziale durch Technologieexporte in andere Regionen.

Kapitel 6: Empfehlung zum Aufbau eines Kompetenzzentrums

Die IRMD verfügt heute schon über vielfältige Netzwerke und Koordinationsstrukturen für Grüne Gase. Diese Ausgangssituation wurde analysiert, um anschließend einen begründeten Vorschlag zur inhaltlichen und organisatorischen Ausgestaltung eines eigenen Kompetenzzentrums für Grüne Gase für die IRMD zu entwickeln.

Um den Diskussionsgegenstand zu konkretisieren, wurde zu Beginn eine allgemeine Definition für das potenzielle Kompetenzzentrum aufgestellt. Darauf basierend konnten 19 aktive oder angekündigte Einrichtungen mit Bezug zur IRMD und den Grünen Gasen identifiziert und anhand von Strukturmerkmalen analysiert werden. Zu den genannten Einrichtungen zählen Fachnetzwerke und Branchenverbände, Energieagenturen und Landesstellen sowie Verbundvorhaben und Forschungsträger. Davon unabhängig konnten auf Grundlage der Metastudie und der Lebenszyklusanalyse sowie der Bestands- und Potenzialanalyse der IRMD fachliche und methodische Schwerpunkte für ein zukünftiges Kompetenzzentrum definiert werden. Diese Inhalte wurden anschließend mit den Aktivitäten der 19 identifizierten Einrichtungen verglichen und umfassend diskutiert und ausgewertet. ► **Tabelle 3** fasst alle definierten Handlungsfelder für das Kompetenzzentrum zusammen.

Es konnte herausgearbeitet werden, dass grüner Wasserstoff als breites Handlungsfeld bereits

#	Handlungsfeld
1	Kommunikation innerhalb der IRMD verbessern
2	Gemeinsames Leitbild für Grüne Gase entwickeln
3	Gemeinsames Standortmarketing und Ansprechpartner für Investoren
4	Gemeinsamen Marktplatz etablieren
5/6	Grüne Gase in den Anwendungsbereichen Mobilität und Wärme voranbringen
7	Maßnahmen für blauen Wasserstoff unterstützen

Tabelle 3: Definierte Handlungsfelder für das Kompetenzzentrum

heute sehr stark von Kompetenzzentren bedient wird. Aufgrund der komplexen Wertschöpfungskette sind zahlreiche Unterstützungsmaßnahmen geschaffen worden. Es besteht allerdings ein erkennbares Defizit in der Abstimmung und Kommunikation zwischen den Einrichtungen untereinander. Blauer Wasserstoff ist durch seine großtechnische Bedeutung nahezu ausschließlich auf die industrielle Anwendung in der IRMD konzentriert. Ein Kompetenzzentrum könnte für die Region insbesondere die umfassenden notwendigen Infrastrukturentwicklungen moderieren und koordinieren. Biogene Gase nehmen in der IRMD heute und zukünftig eine Nischenrolle ein. Aufgrund ihrer dezentralen Verteilung eignen sie sich zur Nutzung Grüner Gase in der Fläche bspw. im Wärmemarkt und als regenerative CO₂-Quelle für nachgelagerte Prozesse. Zur Unterstützung der Energieträger sollte das Kompetenzzentrum außerdem Infrastrukturmaßnahmen vorantreiben. Zusätzlich wurden themenfeldübergreifende Handlungsfelder definiert. Das Kompetenzzentrum könnte gemeinsam mit den Gebietskörperschaften, Bundesländern, Unternehmen und

FuE-Einrichtungen der IRMD ein Leitbild für Grüne Gase entwickeln. Für den Markthochlauf könnte das Kompetenzzentrum eine gemeinsame Plattform zur Sammlung von Marktpreisen und Bezugsmöglichkeiten für Grüne Gase bilden.

Aufgrund der sehr guten Ausgangssituation empfiehlt die Studie nicht die Gründung eines neuen Kompetenzzentrums im Sinne eines abschließenden eigenen Konkurrenzangebotes für die IRMD. Stattdessen wird die Einrichtung eines strukturellen Überbaus skizziert. ► **Abbildung 27** fasst die empfohlenen Strukturmaßnahmen zusammen.



Abbildung 27: Vorschlag der Struktur für ein mögliches Kompetenzzentrum

Als erstes Element wird die Etablierung eines politischen Gremiums empfohlen. Dieses besteht aus Vertretern der drei Bundesländer und neun Gebietskörperschaften der IRMD und schafft eine institutionalisierte politische Verständigungsebene speziell für Grüne Gase. Das zweite Element umfasst die Etablierung abgestimmter Prozesse und Verfahren für die Kommunikation und Vernetzung der zahlreichen bestehenden Netzwerke. Zweck der Maßnahme ist es, die Kooperation der Einrichtungen anzuregen, ohne gleichzeitig deren Autonomie einzuschränken. Zur Koordinierung der Maßnahmen wird drittens die Einrichtung einer Geschäftsstelle empfohlen. Diese kann in unterschiedlicher Verfahrensweise gebildet werden und setzt sich bspw. direkt aus entsendeten Mitarbeitenden der bestehenden Einrichtungen zusammen. Das vierte Element umfasst die mögliche Einrichtung weiterer Kontrollgremien, etwa eines Strategiebeirats für Industrie und Wissenschaft.

Kurzfristig empfiehlt die Studie die möglichst rasche Einrichtung des politischen Gremiums. Mit Veröffentlichung der jeweils eigenen Landeswasserstoffstrategien ist jetzt die Herausforderung, eine verbesserte länderübergreifende Zusammenarbeit für Grüne Gase zu ermöglichen. Insbesondere die aktuell laufenden Ausschreibungen zu den „Important Projects of Common European Interest“ (IPCEI) bieten die Möglichkeit, in eine vertiefte politische Abstimmung zu kommen und politisch unterstützte Cluster zu bilden.

Kapitel 7: Handlungsempfehlungen für die regionalen Akteure

Die vorliegende Studie untersucht detailliert für Grüne Gase die unterschiedlichen Bereitstellungspfade und möglichen Einsatzgebiete. Dabei ist gerade grüner Wasserstoff mit Blick auf die deutlich verbesserte THG-Bilanz und die breiten sektorenübergreifenden Einsatzmöglichkeiten der Schlüsselenergieträger der Zukunft.

Die IRMD verfügt durch die bereits bestehenden umfangreichen Infrastrukturen und die vielfältigen fachlichen Kompetenzen über eine sehr gute Ausgangsposition für die weitere Entwicklung. In der Bestandsanalyse werden diese bisherigen Aktivitäten im Bereich Wasserstoff und biogene Gase aufgeführt. Die gegenwärtige Situation in den weiteren Sektoren Mobilität, Wärme und Strom dient außerdem als Ausgangspunkt für die Abschätzung zukünftiger Bedarfspotenziale, welche die sektorenübergreifende Nutzung Grüner Gase beschreibt. Die Studie zeigt das große wirtschaftliche Potenzial Grüner Gase für das Erreichen der Klimaschutzziele. Hierfür ist jedoch eine ambitionierte und politisch unterstützte Transformation des Energiesystems erforderlich. Zusätzlich werden die aus solch einer Umstellung resultierenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für die Region diskutiert. Für die Umsetzung dieses herausfordernden Transformationsprozesses sind Anpassungen der regulatorischen, genehmigungsrechtlichen und förderrechtlichen Rahmenbedingungen unerlässlich, welche jedoch nur beschränkt durch die regionalen Akteure zu beeinflussen sind.

Dennoch lassen sich aus der Gesamtbetrachtung sechs generelle Handlungsfelder ableiten, in denen regionale Akteure direkt bzw. indirekt die Transformation zu einer verstärkten Nutzung Grüner Gase vorantreiben können (► [Abbildung 28](#)).



Abbildung 28: Identifizierte Handlungsfelder im Bereich Grüner Gase

Konkret sollten die künftigen Aktivitäten der Gebietskörperschaften und weiterer Akteure sich insbesondere an dem folgenden Katalog an Handlungsempfehlungen orientieren:

Handlungsfeld A: Substanzieller Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung

- Empfehlung 1: Ausreichende Ausbaugelände und verringerte Flächenrestriktionen für EE-Anlagen in der Raumplanung vorsehen
- Empfehlung 2: Umnutzung der durch den Strukturwandel freigegebenen Flächen aus Bergbau und Energiewirtschaft
- Empfehlung 3: Regionale Genehmigungsverfahren für EE-Anlagen und Anlagen zur Produktion Grüner Gase beschleunigen
- Empfehlung 4: Begleitung, Koordination und Unterstützung von Aktivitäten und Initiativen zur Beteiligung der Standortgemeinden neuer EE-Strom-Anlagen

Handlungsfeld B: Aufbau neuer Produktionskapazitäten für Grüne Gase / Wasserstoff

- Empfehlung 5: Gezielte Unterstützung und Förderung regionaler Projekte (Schwerpunkt: KMU)

Handlungsfeld C: Aufbau bzw. Ertüchtigung der erforderlichen Gasinfrastruktur

- ▶ Empfehlung 6: (Über-)regional abgestimmte Infrastrukturentwicklung

Handlungsfeld D: Einführung neuer Technologien in den Anwendungssektoren

- ▶ Empfehlung 7: Initiierung, Begleitung und Förderung modellhafter Anwendungen mit markanter öffentlicher Wirkung in den unterschiedlichen Sektoren
- ▶ Empfehlung 8: Zielgerichtete kommunale Wärmepläne mit Vorranggebieten für Fern- und Nahwärme
- ▶ Empfehlung 9: Schaffung von Anwendermärkten durch öffentliche Beschaffung, insbesondere im Mobilitätssektor

Handlungsfeld E: Gezielte Öffentlichkeitsarbeit und Weiterbildungsmaßnahmen

- ▶ Empfehlung 10: Qualifizierung und Schulungen für verantwortliche Akteure
- ▶ Empfehlung 11: Aus- und Weiterbildung von Fachkräften, Umschulungen
- ▶ Empfehlung 12: Medienarbeit zur Steigerung der öffentlichen Akzeptanz Grüner Gase

Handlungsfeld F: Vernetzung der Akteure, inkl. Aufbau eines Kompetenzzentrums

- ▶ Empfehlung 13: Einrichtung eines regionalen Kompetenzzentrums
- ▶ Empfehlung 14: Stärkere Vernetzung durch Austausch- und Koordinationsplattform
- ▶ Empfehlung 15: Bundesländerübergreifende Strategieentwicklung und gemeinsame Interessenvertretung der Region

Die Hebung der regionalen Potenziale hängt im hohen Maße von der Umsetzung einiger dieser Empfehlungen ab. Da die IRMD aus neun verschiedenen Gebietskörperschaften besteht, sind unterschiedliche Strategien und Ansatzpunkte für den Ausbau zukünftiger „Grüne Gase“-Aktivitäten zu berücksichtigen. Den Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung dieses Wirtschaftszweiges stellen die bereits bestehenden unternehmerischen Tätigkeiten im Wasserstoffsegment dar, insbesondere im Zusammenhang mit der bestehenden leitungsgebundenen Infrastruktur. Ein essenzieller Baustein hierbei ist das Zusammenbringen der Produzenten mit den potenziellen Verbrauchern. Deswegen ist es unerlässlich, diese Infrastruktur länderübergreifend koordiniert auszubauen. Ein erster Ansatz wird in der Machbarkeitsstudie „Wasserstoffnetz Mitteldeutschland“ untersucht.³⁰ Voraussetzung für grünen Wasserstoff ist überdies die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, bei deren Ausbau hauptsächlich Gebietskörperschaften in ländlichen Gebieten aufgrund ihrer Flächenpotenziale eine wesentliche Rolle spielen werden. Dies – und ein konsistenter und verlässlicher Pfad zur Erreichung der Klimaziele unter Berücksichtigung der wichtigen Rolle Grüner Gase – ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Transformation des Mitteldeutschen Reviers zu einer „Innovationsregion Mitteldeutschland“.

³⁰ DBI & INFRACON (2022), „Machbarkeitsstudie Wasserstoffnetz Mitteldeutschland“, Leipzig, Kurzfassung unter www.mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2022/04/220422_kurzfassung_wasserstoffnetz_mitteldeutschland.pdf

Datenanhang: Detailergebnisse für die Gebietskörperschaften der IRMD

Landkreis/Stadt	EE-Erzeugung Wind		EE-Erzeugung PV		Biogene Gase	
	Inst. Leistung (in MW)	Strommenge (in GWh/a)	Inst. Leistung (in MW)	Strommenge (in GWh/a)	Inst. Leistung (in MWel)	Produzierte Gasmenge (in Mio. Nm ³ /a)
Leipzig, Stadt	12	13	36	39	3,5	3,0
Leipzig, LK	103	198	439	273	26,5	25,0
Nordsachsen	119	213	257	288	23,3	22,0
Halle, Stadt	0	0	24	29	2,0	1,9
Anhalt-Bitterfeld, LK	412	745	380	436	14,7	14,0
Burgenlandkreis	429	758	197	203	26,3	25,0
Mansfeld-Südharz, LK	322	569	322	346	27,0	26,0
Saalekreis, LK	496	981	294	320	34,7	33,0
Altenburger Land, LK	98	192	125	138	15,0	14,0
IRMD	1.991	3.669	2.074	2.072	173,0	163,9

Table 4: Bestandsanalyse: Status quo der Stromerzeugung aus WEA und PV sowie biogenen Gasen in der IRMD

Landkreis/Stadt	EE-Erzeugung Wind		EE-Erzeugung PV		Grüner Wasserstoff		Biogene Gase	
	Inst. Leistung (in MW)	Strommenge (in GWh/a)	Inst. Leistung (in MW)	Strommenge (in GWh/a)	H ₂ -Erzeugung (in GWh/a)	Elektrolyse- leistung (in MW)	Inst. Leistung (in MWel)	Produzierte Gasmenge (in Mio. Nm ³ /a)
Leipzig, Stadt	68	128	398	579	199	52	12,0	13,0
Leipzig, LK	676	2.211	1.690	1.394	1.801	470	105,0	118,0
Nordsachsen	899	2.751	1.527	2.269	1.916	500	116,0	131,0
Halle, Stadt	0	0	350	566	111	29	3,0	3,3
Anhalt-Bitterfeld, LK	2.029	6.253	1.047	1.592	4.516	1.179	38,0	43,0
Burgenlandkreis	2.021	6.082	1.080	1.478	3.675	960	102,0	114,0
Mansfeld-Südharz, LK	1.764	5.315	878	1.252	3.499	914	78,0	88,0
Saalekreis, LK	2.021	6.808	1.227	1.770	4.975	1.299	96,0	108,0
Altenburger Land, LK	522	1.738	552	808	1.262	330	81,0	92,0
IRMD	10.000	31.286	8.749	11.708	21.954	5.733	631,0	710,3

* Die tatsächlichen Ausbaupotenziale sind stark von politischen Rahmenbedingungen getrieben.

Table 5: Potenzialanalyse: Erzeugungspotenziale für erneuerbare Energien und Grüne Gase (Szenario 2, Jahr 2040)*

Landkreis/Stadt	Grüner Wasserstoff				Biogene Gase			
	Mobilität* (in GWh/a)	Wärme (in GWh/a)	Industrie (in GWh/a)	Gesamt (in GWh/a)	Mobilität (in GWh/a)	Wärme (in GWh/a)	Strom (in GWh/a)	Gesamt (in GWh/a)
Leipzig, Stadt	1.063	2.552	0	3.616	145	213	28	385
Leipzig, LK	3.398	1.015	227	4.641	144	88	251	483
Nordsachsen	3.214	710	0	3.924	118	71	278	467
Halle, Stadt	454	1.210	0	1.664	64	60	7	131
Anhalt-Bitterfeld, LK	549	692	872	2.113	83	38	91	212
Burgenlandkreis	620	773	142	1.535	94	50	242	386
Mansfeld-Südharz, LK	490	546	0	1.035	70	37	187	295
Saalekreis, LK	3.154	694	10.117	13.963	106	74	230	409
Altenburger Land, LK	290	398	0	688	44	39	196	278
IRMD	13.232	8.590	11.358	33.179	868	670	1.510	3.046

* Einschließlich des H2-Bedarfs für Pfl-Produktion von insgesamt 6.178 GWh/a.

Tabelle 6: Potenzialanalyse: Bedarfpotenziale nach Sektoren (Szenario 2, Jahr 2040)

Landkreis/Stadt	Bruttowertschöpfung			Beschäftigung		
	Bruttowertschöpfung 2019 (in Mio. EUR)*	Wertschöpfungspotenzial durch Grüne Gase 2040 (in Mio. EUR)	Anteil im Vergleich zu 2019 (in%)	Beschäftigte 2019 (in Personen)*	Beschäftigungspotenzial durch Grüne Gase 2040 (in Personen)	Anteil im Vergleich zu 2019 (in%)
Leipzig, Stadt	20.539	189,4	0,92	347.600	1.449	0,42
Leipzig, LK	6.583	208,4	3,16	103.800	1.848	1,78
Nordsachsen	5.037	180,7	3,56	93.100	1.707	1,83
Halle, Stadt	6.883	98,7	1,43	129.000	848	0,66
Anhalt-Bitterfeld, LK	4.358	88,1	2,02	69.100	742	1,07
Burgenlandkreis	4.236	62,0	1,46	73.700	527	0,72
Mansfeld-Südharz, LK	2.644	46,0	1,74	52.100	445	0,85
Saalekreis, LK	5.729	273,9	4,78	83.400	2.127	2,55
Altenburger Land, LK	1.090	37,7	3,46	35.005	387	1,09
IRMD	57.099	1.184,9	2,08	986.805	10.080	1,02

* Quelle: Prognos: Neue Wege für Innovation und Wertschöpfung: Strukturwandel in der Innovationsregion Mitteldeutschland, im Auftrag der Metropolregion Mitteldeutschland, Berlin, Juni 2021.

Tabelle 7: Wertschöpfungsanalyse: Potenziale für Bruttowertschöpfung und Beschäftigung in der IRMD (Szenario 2, Jahr 2040)

Abkürzungsverzeichnis – Potenzialstudie Grüne Gase

BZ	Brennstoffzelle
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH ₄	Methan
CNG	Komprimiertes Erdgas (Compressed Natural Gas)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid (Carbon Dioxide)
EE	Erneuerbare Energien
EMMD	Europäische Metropolregion Mitteldeutschland
GWh	Gigawattstunden
H ₂	Wasserstoff
HT	Hochtemperatur
IRMD	Innovationsregion Mitteldeutschland
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LCA	Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment)
Lkw	Lastkraftwagen
LNG	Flüssigerdgas (Liquefied Natural Gas)
MPa	Megapascal
NG	Erdgas (Natural Gas)
NT	Niedertemperatur
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
PtG	Konzept zur Umwandlung von Strom in gasförmige Kraftstoffe (Power-to-Gas)
PtL	Konzept zur Umwandlung von Strom in flüssige Kraftstoffe (Power-to-Liquids)
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas
TWh	Terrawattstunden
WEA	Windenergieanlage
WtU	Von der Quelle bis zum Verbraucher (Well-to-User, LCA)
WtW	Von der Quelle bis zum Rad (Well-to-Wheel, LCA)

IMPRESSUM

Redaktionsschluss: 01.06.2022

Herausgeber

**Metropolregion Mitteldeutschland
Management GmbH**

Schillerstraße 5
04109 Leipzig

E-Mail: info@mitteldeutschland.com

Web: www.mitteldeutschland.com

Geschäftsführer:

Jörn-Heinrich Tobaben

Burgenlandkreis

Stabsstelle Strukturwandel,
Regionalplanung & Breitbandausbau
Schönburger Str. 41
06618 Naumburg

Web: www.burgenlandkreis.de

Redaktion

Julia Mayer

Grafik

DIE AUSSICHT
alexander.dornheim@dieaussicht.de
Uwe Jähnichen

Lektorat

Frank Sommerkamp



INNOVATIONSREGION
MITTELDEUTSCHLAND

Kontakt

Metropolregion Mitteldeutschland Management GmbH
Schillerstraße 5
04109 Leipzig

03 41 / 6 00 16 - 0
strukturwandel@mitteldeutschland.com

www.mitteldeutschland.com
www.innovationsregion-mitteldeutschland.com

Ein Projekt der



METROPOLREGION
MITTELDEUTSCHLAND