



# Wasserstoff-Roadmap Lausitz

Handlungsansatz zur Etablierung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft

Finale Version, 03. September 2021

## Impressum

**Herausgeber:** Wasserstoffnetzwerk Lausitz (IHK Cottbus, Goethestraße 1, 03046 Cottbus)

**Projektleitung:** Jens Krause, Netzwerksprecher Wasserstoffnetzwerk Lausitz/Generalmanager IHK Cottbus  
U. Kaiser, Wirtschaftsregion Lausitz

### Unter Beteiligung von

- ALBA Group
- BTU Cottbus-Senftenberg
- Cottbusverkehr GmbH
- CEBra – Centrum für Energietechnologie Brandenburg e.V.
- DSK Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH
- Energiequelle GmbH
- Industrie- und Handelskammer Cottbus
- Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU)
- Lausitz Energie Bergbau AG (LEAG)
- Landkreis Elbe-Elster, Klimaschutzmanagement
- Lausitzrunde (Verbund aller Bürgermeister in der Lausitz)
- LWG Lausitzer Wasser GmbH & Co KG
- Siemens Energy AG
- Stadt- und Überlandwerke GmbH Lübben
- Stadtwerke Görlitz AG
- Wasserstoffnetzwerk Lausitz DurchH<sub>2</sub>atmen
- Wirtschaftsförderung Brandenburg GmbH (WFBB)
- Wirtschaftsregion Lausitz (WRL)
- Wirtschaftsverkehrsnetzwerk Lausitz

## Verantwortlich für den Inhalt

Spilett new technologies GmbH, Schöneberger Str. 18, 10963 Berlin

### Autoren:

N. Hölzinger (Spilett new technologies)  
S. Pick (Becker Büttner Held Beratung), Kap. 5.5.2  
T. Röpcke (Reiner Lemoine Institut), Anhang 1

### Unter Mitarbeit von:

J. Koch (Spilett new technologies)  
Dr. F. Koch und F. Budschun (EE ENERGY ENGINEERS)  
C. Dunks (Reiner Lemoine Institut)  
Dr. H. Butsch und D. Siegler (Becker Büttner Held Beratung)

## Layout

D. Borgwardt (Spilett new technologies GmbH)  
Titelbild: ©BMVI/David Borgwardt (Spilett new technologies GmbH)

**Stand:** Version 1, August 2021

Die Strategiedialoge zu HyStarter wurden beauftragt im Rahmen des HyLand- Programms durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), koordiniert durch die NOW GmbH.



Vergabe und Projektbegleitung durch:



## Abkürzungsverzeichnis

<b>a</b>	Jahr
<b>BHKW</b>	Blockheizkraftwerk
<b>BMBF</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung
<b>BMWi</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
<b>BMU</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
<b>BMVI</b>	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
<b>BZ</b>	Brennstoffzelle
<b>CH<sub>4</sub></b>	Methan
<b>CO</b>	Kohlenmonoxid
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlendioxid
<b>CVD</b>	Clean Vehicles Directive
<b>DN</b>	Maß für die Nennweite von Rohren (innerer Durchmesser) in mm
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz
<b>EFRE</b>	Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung
<b>ETS</b>	European Union Emissions Trading System (= EU-Emissionshandel)
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>EUR</b>	Euro (Währung)
<b>FC</b>	Fuel cell (englisch für: Brennstoffzelle)
<b>FuE</b>	Forschung und Entwicklung
<b>GU</b>	Generalunternehmer
<b>GW</b>	Gigawatt (= 1.000.000 kW)
<b>GWh</b>	Gigawattstunde (= 1.000.000 kWh)

<b>H<sub>2</sub></b>	Wasserstoff (chemische Abkürzung)
<b>HRS</b>	Hydrogen refueling station (Wasserstofftankstelle)
<b>IHK</b>	Industrie- und Handelskammer
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change (auch "Weltklimarat" genannt)
<b>km</b>	Kilometer
<b>km<sup>2</sup></b>	Quadratkilometer
<b>KMU</b>	Kleine und mittlere Unternehmen
<b>Ko.H<sub>2</sub>.LE</b>	<b>Ko</b> operationsgemeinschaft <b>H<sub>2</sub></b> im <b>Lausitzer Energieland</b> (Lausitzer H <sub>2</sub> -Projektentwicklungs- und Vertriebsgesellschaft)
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>kWh</b>	Kilowattstunde
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung
<b>LEAG</b>	Lausitz Energie Bergbau AG
<b>Lkw</b>	Lastkraftwagen
<b>LOHC</b>	Liquid Organic Hydrogen Carriers (organische Flüssigkeit zum Transport von Wasserstoff)
<b>LK</b>	Landkreis
<b>m</b>	Meter
<b>mm</b>	Millimeter
<b>m<sup>3</sup></b>	Kubikmeter
<b>Mio</b>	Million
<b>MPa</b>	Megapascal, Maß für den Druck (1 Mpa = 10 bar)
<b>MW</b>	Megawatt (= 1.000 kW)
<b>MWAE</b>	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg
<b>MWh</b>	Megawattstunde (= 1.000 kWh)

<b>NH<sub>4</sub></b>	Ammonium
<b>NIP</b>	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
<b>Nm<sup>3</sup></b>	Normkubikmeter
<b>NOW</b>	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
<b>O<sub>2</sub></b>	Sauerstoff
<b>ÖPNV</b>	Öffentlicher Personennahverkehr
<b>p.a.</b>	per annum (pro Jahr)
<b>PE</b>	Polyethylen (thermoplastischer Kunststoff)
<b>PEM</b>	Polymer-Exchange-Membrane
<b>Pkw</b>	Personenkraftwagen
<b>PP</b>	Polypropylen (thermoplastischer Kunststoff)
<b>PSA</b>	Druckwechseladsorption
<b>PtJ</b>	Projekträger Jülich
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>SOFC</b>	Solid-oxide fuel cell
<b>SPNV</b>	Schienenpersonennahverkehr
<b>t</b>	Tonnen (= 1.000 kg)
<b>TEN-T</b>	Trans-European transport network
<b>tsd.</b>	Tausend
<b>TWh</b>	Terrawattstunde (= 1.000.000.000 kWh)
<b>USD</b>	U.S. Dollar (Währung)
<b>VU</b>	Verkehrsunternehmen
<b>WFBB</b>	Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH

<b>IMPRESSUM .....</b>	<b>2</b>
<b>1 REGIONALER KONTEXT .....</b>	<b>8</b>
1.1 GEOGRAPHISCHER UND WIRTSCHAFTLICHER KONTEXT .....	8
1.2 HERAUSFORDERUNGEN DES STRUKTURWANDELS IN DER LAUSITZ AUS ENERGIEWIRTSCHAFTLICHER SICHT.....	10
1.3 CHANCEN DES STRUKTURWANDELS AUS ENERGIEWIRTSCHAFTLICHER SICHT.....	11
1.4 VORHANDENE STRATEGIEN.....	12
<b>2 ZIELE UND AKTEURE DER HYSTARTER - WASSERSTOFFREGION LAUSITZ .....</b>	<b>15</b>
2.1 ZIELE DER REGION.....	15
2.2 ZIELE DES PROJEKTS .....	15
2.3 DAS HYSTARTER-KERNTEAM .....	17
<b>3 LEITLINIEN DER ZUSAMMENARBEIT (LAUSITZER „WASSERSTOFF-KNIGGE“) .....</b>	<b>19</b>
3.1 GEMEINSCHAFTLICH VORGEHEN – IM NETZWERK DENKEN UND AGIEREN.....	19
3.2 TECHNOLOGIEOFFENHEIT WAGEN .....	20
3.3 DEZENTRALITÄT ERMÖGLICHEN .....	20
3.4 AUF BESTEHENDEM AUFBAUEN UND STRUKTURBRÜCHE VERMEIDEN .....	21
3.5 ZEITNAH SICHTBAR WERDEN, UM VERTRAUEN ZU SCHAFFEN.....	23
3.6 MIT DEM MACHBAREN STARTEN, ERFAHRUNGEN SAMMELN UND EXPERTISE AUFBAUEN .....	23
3.7 REGIONALE QUELLEN PRIORITÄR ERSCHLIEßEN.....	24
3.8 REGIONALE MÄRKTE NACHHALTIG ENTWICKELN.....	25
<b>4 DIE VISION: DIE WASSERSTOFFREGION LAUSITZ IM JAHR 2035 .....</b>	<b>27</b>
<b>5 STRATEGIEN UND MAßNAHMEN ZUR UMSETZUNG DER VISION .....</b>	<b>28</b>
5.1 THEMENCLUSTER 1: REGIONALE H <sub>2</sub> -ERZEUGUNG .....	31
5.2 THEMENCLUSTER 2: H <sub>2</sub> -READY-INFRASTRUKTUREN.....	38
5.3 THEMENCLUSTER 3: EMISSIONSFREIE VERKEHRE.....	43
5.4 THEMENCLUSTER 4: GRÜNE PRODUKTIONS- UND GEWERBESTANDORTE .....	51
5.5 ÜBERGREIFENDES THEMENCLUSTER: KOOPERATIONSGEMEINSCHAFT WASSERSTOFF IM LAUSITZER ENERGIELAND .....	55
<b>6 FÖRDER- UND FINANZIERUNGSPROGRAMME .....</b>	<b>67</b>
6.1 EUROPÄISCHE FÖRDERPROGRAMME.....	68
6.2 NATIONALE PROGRAMME .....	70
6.3 LANDESPROGRAMME BRANDENBURG UND SACHSEN .....	76
<b>7 FAHRPLAN .....</b>	<b>79</b>
7.1 VORBEMERKUNG ZUR PRIORISIERUNG VON MAßNAHMEN.....	79
7.2 KURZFRISTIGE PERSPEKTIVE: 2021 - 2023 .....	79
7.3 MITTELFRISTIGE PERSPEKTIVE: 2024– 2035 .....	81
<b>8 ANHANG 1: MODELLIERUNG VON H<sub>2</sub>-TRANSPORTKOSTEN .....</b>	<b>83</b>
8.1 METHODISCHES VORGEHEN.....	83
8.2 EINGABEPARAMETER REGION LAUSITZ.....	84
8.3 ERGEBNIS: TRANSPORTKOSTEN.....	89
8.4 ANNAHMEN .....	91
<b>9 ANHANG 2: ÜBERBLICK ZU IM RAHMEN VON HYSTARTER ADRESSIERTEN H<sub>2</sub>-PROJEKTEN UND PROJEKTIDEEN .....</b>	<b>94</b>
9.1 PROJEKTIDEEN THEMENCLUSTER 1: REGIONALE H <sub>2</sub> -ERZEUGUNG .....	95

9.3	PROJEKTIDEEN THEMENCLUSTER 2: H <sub>2</sub> -READY-INFRASTRUKTUREN .....	105
9.4	PROJEKTIDEEN THEMENCLUSTER 3: EMISSIONSFREIE VERKEHRE .....	108
9.5	PROJEKTIDEEN THEMENCLUSTER 4: GRÜNE PRODUKTIONS- UND GEWERBESTANDORTE .....	113
<b>10</b>	<b>ANHANG 3: ÜBERSICHTSKARTE WASSERSTOFFINITIATIVEN IN DER LAUSITZ 2021 .....</b>	<b>119</b>

# 1 Regionaler Kontext

## 1.1 Geographischer und wirtschaftlicher Kontext

Die Lausitz ist eine im Osten Deutschlands gelegene, die beiden Bundesländer Brandenburg und Sachsen umfassende Region mit insgesamt ca. 1,2 Mio. Einwohnern. Der brandenburgische Teil der Lausitz (Region Lausitz – Spreewald) umfasst die vier Landkreise Dahme-Spreewald, Elbe-Elster, Oberspreewald-Lausitz, Spree-Neiße sowie die kreisfreie Stadt Cottbus und ist mit einer Bevölkerungsdichte von 82 Einwohner/km<sup>2</sup> etwas weniger dicht besiedelt als der flächenmäßig fast gleich große sächsische Teil der Lausitz mit den beiden Landkreisen Bautzen und Görlitz (siehe Abbildung 1).

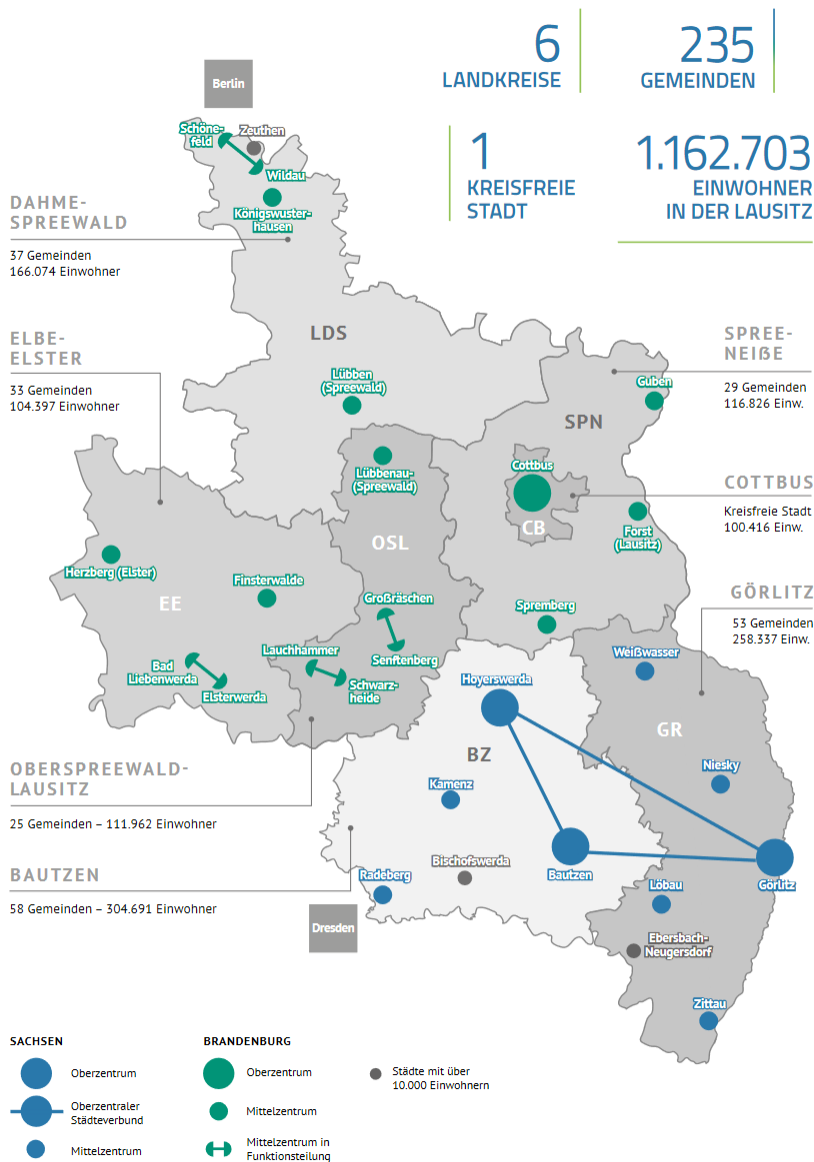


Abbildung 1: Strukturdaten der Region Lausitz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bildquelle: "Die Lausitz - Zahlen und Fakten - Ein Überblick", Zukunftswerkstatt Lausitz 2018



Von den etwa 414.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Lausitz sind etwa 3,8 % im Bereich Bergbau, Energie- und Wasserversorgung sowie Energiewirtschaft tätig (siehe Abbildung 2). Auch wenn nur etwa die Hälfte dieser Arbeitsplätze auf eine direkte Beschäftigung im Braunkohlesektor zurückzuführen ist (~8.300 Vollzeitstellen), so werden die direkten und indirekten Beschäftigungseffekte durch die Braunkohle im Lausitzer Revier auf etwas über 13.000 Vollzeitstellen geschätzt<sup>2</sup>. Die aus der Braunkohlewirtschaft im Lausitzer Revier resultierenden Bruttowertschöpfungseffekte belaufen sich auf ~1.221 Mio. EUR jährlich bzw. 4,3 % der gesamten Bruttowertschöpfung in der Region. Der Anteil des Sektors am Einkommenssteueraufkommen ist mit 4,6 % überdurchschnittlich hoch, was zeigt, dass es sich bei den Arbeitsplätzen um hoch qualifizierte und dotierte Beschäftigungsverhältnisse handelt (+ 85 % in Vergleich zu den Durchschnittslöhnen und -gehältern der Region)<sup>2</sup>.

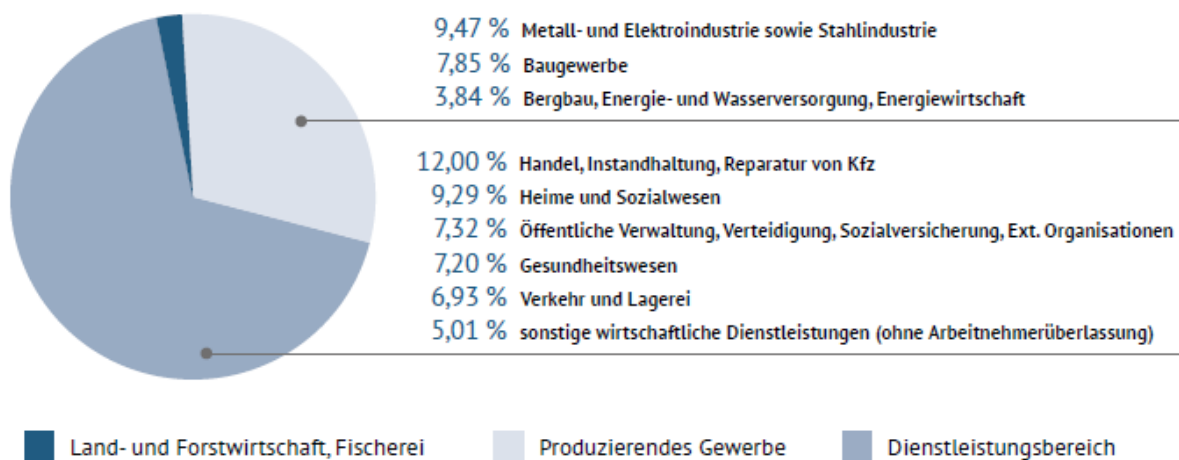


Abbildung 2: Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten je Wirtschaftssektor in der Lausitz (Quelle: "Die Lausitz - Zahlen und Fakten - Ein Überblick", Zukunftswerkstatt Lausitz 2018)

Die in der Lausitz installierten Kapazitäten zur Stromgewinnung aus Erneuerbaren Energien (Wind, Wasser, Sonne, Biomasse) summieren sich nach Auskunft des Marktstammdatenregisters der Bundesnetzagentur auf 4,8 GW, verteilt auf insgesamt 25.207 Anlagen<sup>3</sup>. Damit sind in der Lausitz bezogen auf die Fläche überdurchschnittlich viele Wind- und Solaranlagen installiert<sup>4</sup>. Hinzu kommen Stromerzeugungskapazitäten aus 4 Müllverwertungsanlagen in Höhe von fast 70 MW (siehe Abbildung 3).

<sup>2</sup> Vgl. Strukturdaten für die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ – Endbericht (RWI, 2018)

<sup>3</sup> Vgl. <https://www.marktstammdatenregister.de>, abgerufen am 19.8.2021

<sup>4</sup> Vgl. <https://www.foederal-erneuerbar.de> (= 4% der deutschlandweit installierten PV- und 4,5% der installierten Windanlagen befinden sich in der Lausitz, die etwa 3,3 % der Fläche Deutschlands ausmacht und die ca. 1,5 % der Einwohner Deutschlands beheimatet),

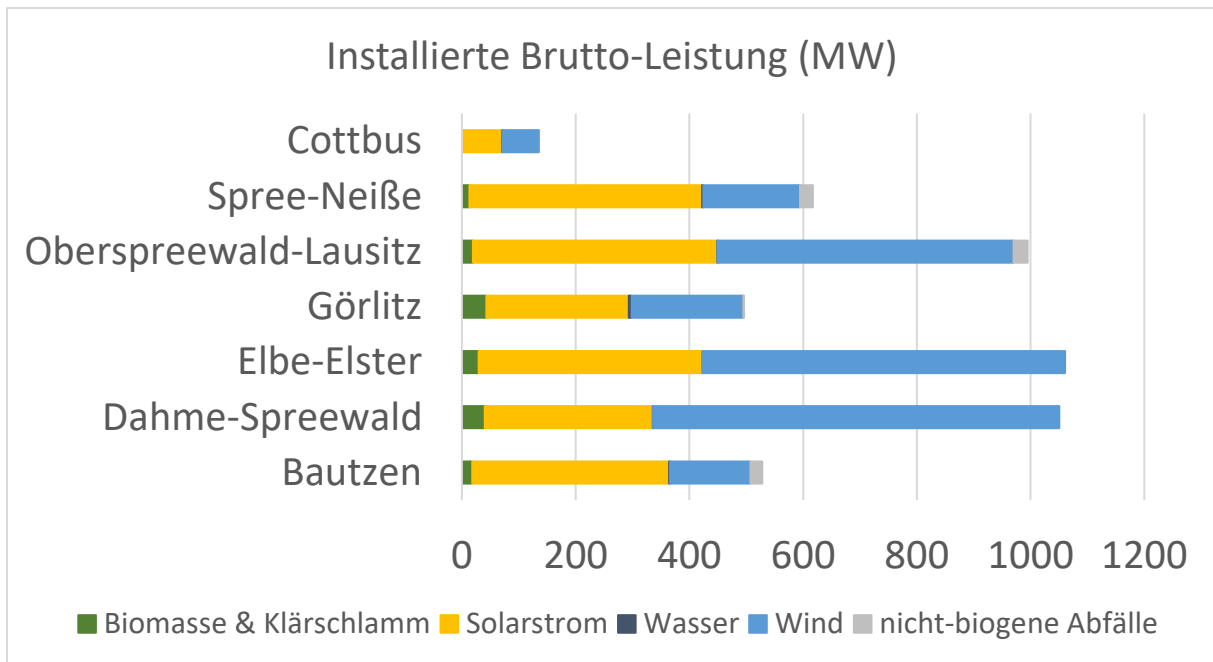


Abbildung 3: Installierte Bruttoleistung von Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Region Lausitz (Stand 2020)<sup>5</sup>

## 1.2 Herausforderungen des Strukturwandels in der Lausitz aus energiewirtschaftlicher Sicht

Der Ausstieg aus dem Kohletagebau und der Kohleverstromung bedeutet für die Lausitz nicht nur einen massiven Rückgang von Wirtschaftskraft und gut bezahlten Arbeitsplätzen in der Lausitz, die ersetzt werden müssen, sondern erfordert gleichzeitig den Ersatzneubau von Infrastrukturen zur Sicherstellung der regionalen Strom- und Wärmeversorgung sowie der Abfallentsorgung.

*Konkret bedeutet dies:* Die durch die Kraftwerksblöcke Jänschwalde, Schwarze Pumpe, Boxberg und Lippendorf (Block R) der LEAG jährlich bereitgestellten 41 TWh Strom (regional und überregional) sowie 3 TWh Fernwärme (regional) sind zuverlässig und zu bezahlbaren Preisen klimaneutral und im Idealfall weitestgehend aus regionalen Ressourcen zu ersetzen. Hinzu kommt unabhängig vom Kohleausstieg aufgrund der klimapolitischen Ziele die Notwendigkeit der Dekarbonisierung heutiger Wärmeerzeugungspfade aus Erdgas, die sich in der Wirtschaftsregion Lausitz im Jahr 2018 auf etwa 5,3 TWh summierten<sup>6</sup>.

Ebenso müssen nach Stilllegung der Kohlekraftwerke Abfälle aus der Region anderweitig verwertet und/oder entsorgt werden, da Kohlekraftwerke sogenannte Mitverbrennungsanlagen für Abfälle sind. Die LEAG schätzt die bestehenden Minderkapazitäten im Wirtschaftsraum Berlin-Brandenburg auf ca. 1,1 Mio. t/a nach Abschalten des Kohlekraftwerks Jänschwalde im Jahr 2028 unter der Annahme eines konstanten Abfallaufkommens<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> Vgl. Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur, abgerufen am 19.8.2021

<sup>6</sup> Vgl. „Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz - Perspektiven und Potentiale einer sektoren-übergreifenden Wasserstoffwirtschaft in der Wirtschaftsregion Lausitz“ (Zukunftswerkstatt Lausitz, März 2020)

<sup>7</sup> Vgl. Pressemitteilung der EVA Jänschwalde vom 20.4.2021

### 1.3 Chancen des Strukturwandels aus energiewirtschaftlicher Sicht

Der seit Jahrzehnten in der Lausitz stattfindende Strukturwandel hat die Lebens- und Arbeitsbedingungen der Menschen wesentlich geprägt und wird sie auch in Zukunft weiter prägen. Mit dem politisch beschlossenen Ausstieg aus der Kohleverstromung in Deutschland bis 2038 wird dieser Prozess nun auch bundesweit sichtbar. Dafür in der Lausitz sollen in den kommenden Jahren zusätzliche finanzielle Unterstützung bereitstehen. Dies bietet eine einmalige Möglichkeit, wirtschaftlich und gesellschaftlich nachhaltige Lösungen zu entwickeln und umzusetzen. Mit den Menschen und für die Menschen, die in der Lausitz leben und arbeiten sowie für die vielen Gäste, die es zur Erholung und Freizeit in die Lausitz zieht.

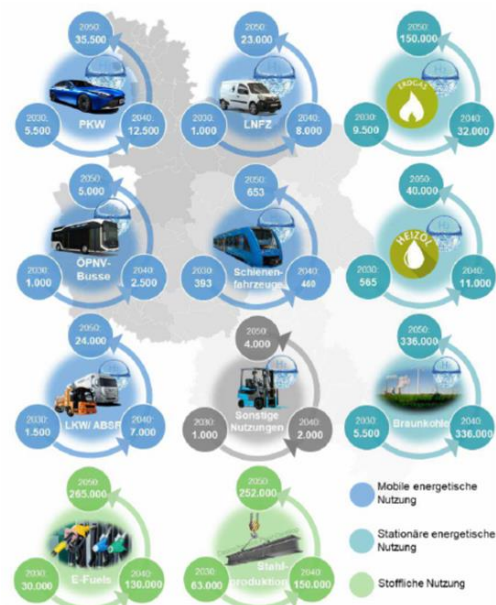
**Neben den Herausforderungen des Strukturwandels ergeben sich somit auch Chancen für die Region, denn es ist erklärtes Ziel der Lausitz, auch zukünftig Energieregion zu bleiben.** Die Region kann von der langjährigen Expertise und den vorhandenen Energie-Infrastrukturen und Fachkräften vor Ort profitieren. Dieser Standortvorteil, den die Lausitz anderen Regionen in Deutschland voraushat, soll aktiv genutzt werden, um die Energiewende sektorenübergreifend zu beschleunigen und die Lausitz erfolgreich in das Zeitalter der erneuerbaren Energieträger zu führen. Damit es auch in Zukunft heißt: Die Energie kommt aus der Lausitz.

**Ein wichtiger Baustein der zukünftigen Energiewirtschaft wird Wasserstoff sein, in seiner Funktion als Stromspeicher, aber auch als Energieträger.** Die Lausitzer Akteure haben die Potentiale der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie frühzeitig als Chance erkannt und entsprechende Forschungsaktivitäten sowie Technologieentwicklungen gestartet.

Zur Quantifizierung der Wasserstoffpotentiale in der Lausitz wurde im März 2020 die Studie *„Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz: Perspektiven und Potentiale einer sektoren-übergreifenden Wasserstoffwirtschaft in der Wirtschaftsregion Lausitz“* des Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU (Zittau) und des Centrums für Energietechnologie Brandenburg CEBra e.V. (Cottbus) veröffentlicht. Die Studie beinhaltet eine Potentialanalyse zur elektrolytischen Wasserstoffherzeugung in der Lausitz, kommt jedoch zu dem Schluss, dass der

*„zukünftige Bedarf an Wasserstoff in der Lausitz nicht allein mittels Elektrolyse und Strom aus erneuerbaren Energien decken lassen wird. Hierfür sind weitere Maßnahmen erforderlich, wie etwa der Import von Wasserstoff in die Wirtschaftsregion Lausitz (WRL) oder die Nutzung von Erdgas zur Erzeugung von CO<sub>2</sub>-neutralem Wasserstoff“* (siehe Abbildung 4).

Zur Erhöhung des regionalen Deckungsbeitrags müssten somit weitere Wasserstoffquellen in der Lausitz erschlossen werden.



(1) Annahme: 2% jährliche Zubaurate für WKA und PV (optimistisch) und angepasster regionaltypischer Rahmen zur Nutzung der ausfallarbeit (2) Annahme: Die jährliche Zubaurate im Zeitraum 2020 – 2030 beträgt 2%

Abbildung 4: Ergebnisse der H<sub>2</sub>-Potentialstudie Lausitz<sup>8</sup>

## 1.4 Vorhandene Strategien

Den inhaltlichen und politischen Rahmen einer zukünftigen Wasserstoffregion Lausitz bilden die folgenden, während der Laufzeit des HyStarter-Projekts veröffentlichten Strategiepapiere zu Strukturwandel und/oder Wasserstoff der Region Lausitz, der Länder, des Bundes und der EU (Sortierung von lokal nach international):

### 1.4.1 Entwicklungsstrategie Lausitz 2050

Die Entwicklungsstrategie Lausitz wurde im Herbst 2020 veröffentlicht. Sie basiert auf den Ergebnissen eines umfangreichen Leitbild- und Beteiligungsprozesses im Rahmen des Projekts „Zukunftswerkstatt Lausitz“, an dem in den vergangenen 3 Jahren etwa 2.500 Bürger der Lausitz teilnahmen. Die Entwicklungsstrategie verdichtet die Ergebnisse von 25 Fachstudien und Gutachten, die im Rahmen des Beteiligungsprozesses erstellt wurden. Begleitet wurde der Prozess durch eine Lenkungsgruppe mit 14 Vertretern des Landes, der beteiligten Kreise und der Stadt Cottbus sowie weiteren Partnern.

Die Entwicklungsstrategie weist 7 Zukunftsfelder aus, die jeweils mit konkreten Handlungsfeldern hinterlegt wurden. Ein übergreifendes **Leitbild** definiert das Selbstverständnis der Region und bildet die Basis für die weitere Ausgestaltung der Zukunfts- und Handlungsfelder:

„Das Lausitzer Revier ist

- eine europäische Modellregion für eine nachhaltige Strukturstärkung;
- ein zentraler, europäischer Verflechtungsraum mit leistungsfähiger und nachhaltiger Wertschöpfung, Infrastruktur und einer innovativen Mobilität;

<sup>8</sup> Eigene Darstellung nach Quelle: „Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz: Perspektiven und Potentiale einer sektorenübergreifenden Wasserstoffwirtschaft in der Wirtschaftsregion Lausitz“, WRL 2020

- *eine innovative, leistungsfähige, sozial gerechte und CO<sub>2</sub>-neutrale Wirtschaftsregion;*
- *eine moderne und nachhaltige Energieregion;*
- *eine Modellregion Gesundheit, die Forschung, Lehre und Versorgung auch und besonders im ländlichen Raum in neuartiger Weise verknüpft;*
- *ein moderner Forschungs- und Wissenschaftsstandort und*
- *eine Region mit hoher Lebensqualität, kultureller und sportlicher Vielfalt, einem Image und einer Marke mit internationaler Ausstrahlung“*

Der Ausbau der Lausitz zu einer Modellregion der Wasserstoffwirtschaft wird im Schwerpunkt „Innovation, Forschung und Wissenschaft“ (Handlungsansatz Nr. 13) explizit in der Entwicklungsstrategie Lausitz 2050 genannt, und das Thema erfährt demnach eine breite gesellschaftliche Unterstützung in der Lausitz.

*Mehr Informationen: [https://www.zw-lausitz.de/fileadmin/user\\_upload/entwicklungsstrategie-lausitz-2050.pdf](https://www.zw-lausitz.de/fileadmin/user_upload/entwicklungsstrategie-lausitz-2050.pdf)*

#### *1.4.2 Lausitzprogramm 2038*

Das Lausitzprogramm wurde im Herbst 2020 veröffentlicht und definiert die strategischen Ziele der Landesregierung sowie die Entscheidungs- und Begleitstrukturen für den Prozess der Strukturentwicklung in der Lausitz. Die Lausitz soll zu einer europäischen Modellregion für einen erfolgreichen regionalen Strukturwandel entwickelt werden, die aufzeigt, wie regionale Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig realisiert werden können. Es ist erklärtes Ziel, die zentrale innereuropäische Lage zu nutzen, und verkehrspolitische Maßnahmen zu einer raumwirksamen Vernetzung mit den angrenzenden Metropolregionen zu realisieren, um die Lausitz als attraktiven Standort für Unternehmensansiedelungen sowie Lebens- und Arbeitsumfeld zu positionieren. Durch die Zusammenarbeit aller Akteursgruppen (Wissenschaft, Forschung, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Verwaltung), soll der Strukturwandel auch zur Stärkung der regionalen Identität beitragen.

*Mehr Informationen: [https://lausitz-brandenburg.de/wp-content/uploads/2020/09/Lausitzprogramm-2038\\_20200914.pdf](https://lausitz-brandenburg.de/wp-content/uploads/2020/09/Lausitzprogramm-2038_20200914.pdf)*

#### *1.4.3 Eckpunktepapier der ostdeutschen Kohleländer*

Im Juni 2020 veröffentlichten die drei Bundesländer Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt ein gemeinsames „Eckpunktepapier der ostdeutschen Kohleländer zur Entwicklung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft“, in dem sie sich zur Förderung und Unterstützung des Aufbaus einer grünen Wasserstoffwirtschaft bekannten. Zur Deckung von absoluten oder temporären Versorgungslücken wird auch türkiser Wasserstoff als ergänzende Option gesehen. Im Frühjahr 2021 startete in Brandenburg ein Beteiligungsprozess zur Definition eines Fahrplans zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft für das Land Brandenburg und die Hauptstadtregion als Teil der Landesstrategie. Die Ergebnisse der Befragung und der daraus abgeleiteten Landesstrategie wird für Herbst 2021 erwartet und kommt somit im Nachgang zum Projekt HyStarter Lausitz. Da die in HyStarter diskutierten Themencluster und Handlungsfelder auf den Inhalten und Zielen des Eckpunktepapiers aufbauen und dieses um die Perspektiven der Lausitzer Akteure ergänzen, wird davon ausgegangen, dass die vorliegende Wasserstoffstrategie Lausitz in wesentlichen Punkten mit der zu finalisierenden Landesstrategie übereinstimmt.

*Mehr Informationen: [https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Wasserstoff\\_Eckpunktepapier\\_Kohlelaender.pdf](https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Wasserstoff_Eckpunktepapier_Kohlelaender.pdf)*

#### 1.4.4 Nationale Wasserstoffstrategie

Die Nationale Wasserstoffstrategie wurde im Sommer 2020 veröffentlicht und fokussiert auf die elektrolytische Produktion von Wasserstoff unter Verwendung von Erneuerbaren Energien. Die für das Jahr 2030 prognostizierte Wasserstoffnachfrage in Deutschland in Höhe von 90 – 110 TWh soll zu ca. 15% (15 TWh) aus heimischen Quellen durch den Aufbau von in Summe 5 GW Elektrolysekapazitäten gedeckt werden. Die resultierende Deckungslücke soll über Importe von Wasserstoff gefüllt werden. Bis zum Jahr 2040 sollen weitere 5 GW Elektrolysekapazitäten in Deutschland errichtet werden. Eine Forschungsförderung bei Schlüsseltechnologien und neuen Ansätzen entlang der gesamten Wasserstoffkette soll den Innovationsstandort Deutschland stärken und u.a. neue Produktionsverfahren neben der Elektrolyse zur Anwendungsreife bringen (biobasierte Verfahren, Methanpyrolyse etc.).

Um den Wasserstoff in Deutschland transportieren zu können, wird der Auf- und Ausbau von Wasserstoffnetzen sowie die Ertüchtigung vorhandener Gasinfrastrukturen zum Transport von Wasserstoff angekündigt. Zur Sicherung des Fachkräftemarkts in Deutschland sind neue Wege in der Zusammenarbeit von Bildung und Forschung vorgesehen.

Mehr Informationen: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=20](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20)

#### 1.4.5 Europäische Wasserstoffstrategie

Die europäische Wasserstoffstrategie sieht vor, bis zum Jahr 2030 in Summe 40 GW Elektrolysekapazitäten in Europa zu errichten, um jährlich 10 Mio. Tonnen grünen Wasserstoff aus erneuerbaren Energien zu produzieren. Zur Unterstützung des Markthochlaufs sind verbindliche Quoten für den Verkehrssektor und die Industrie vorgesehen (2,6 % erneuerbare Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs, mindestens 50 % grüner Wasserstoff bei Verwendung in industriellen Prozessen), wurde eine Ausbaudichte von Wasserstofftankstellen definiert (mindestens alle 150 km entlang der TEN-T Verkehrskorridore und in urbanen Gebieten), und werden ein europäisches Handels- und Zertifikatesystem und reduzierte Steuersätze für die Verwendung von CO<sub>2</sub>-frei und CO<sub>2</sub>-arm produzierten Wasserstoff angekündigt.

Auch die europäische Wasserstoffstrategie fokussiert auf elektrolytisch hergestellten Wasserstoff und hat alternative Erzeugungspfade z.B. der regionalen Kreisstoffschließung noch nicht im Blick.

Mehr Informationen: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs\\_21\\_3676](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_21_3676)

**In Abweichung zu den jeweiligen Schwerpunktsetzungen der einzelnen Strategien haben die Akteure des HyStarter-Kernteams die strategische Ausrichtung der zu etablierenden Wasserstoffregion Lausitz an den konkreten regionalen Kontext angepasst und in einigen Bereichen erweitert bzw. bewusst eigene und neue Akzente gesetzt, um die Nachhaltigkeit der Lösungen und die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten in der Region zu verbessern.**

## 2 Ziele und Akteure der HyStarter - Wasserstoffregion Lausitz

### 2.1 Ziele der Region

Es ist erklärtes Ziel der Lausitz, auch zukünftig Energieregion zu bleiben. Wasserstoff kann sowohl als Energieträger (Kraftstoff) wie auch als Energiespeichermedium ein wichtiger Baustein einer nachhaltigen Energiewirtschaft sein. Die resultierenden Erwartungen und Anforderungen an die zu etablierende Wasserstoffregion Lausitz sind in Abbildung 5 dargestellt.

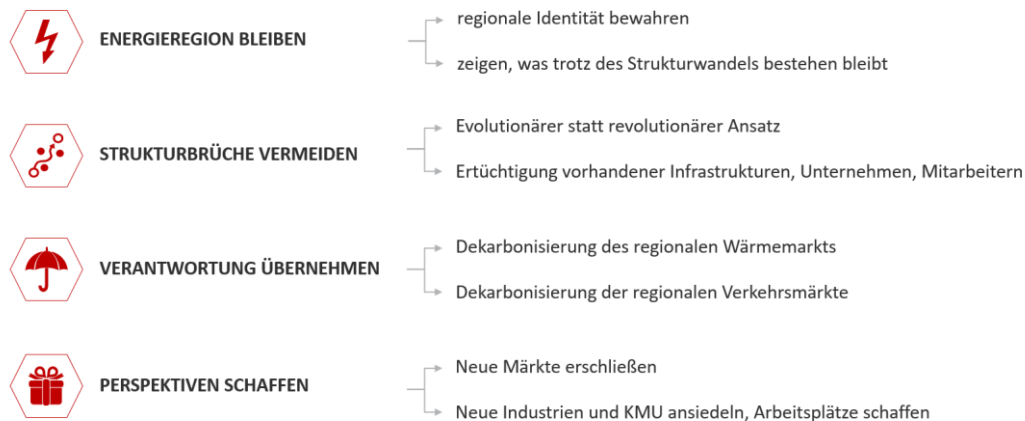


Abbildung 5: Ziele der HyStarter - Wasserstoffregion Lausitz (©BMVI/Spilett)

Konkret soll Wasserstoff in erster Linie Perspektiven für die **sichere Versorgung der Region** mit Strom, Wärme und Kraftstoffen aus klimaneutralen Quellen und Prozessen sorgen, die **vorhandene Wirtschaftskraft stärken** und ein **attraktives Arbeits- und Lebensumfeld** für die in der Region lebenden Menschen gewährleisten. Darüber hinaus soll auch die Lausitz als **innovativer Standort der nachhaltigen Energieproduktion**, der **Forschung und Entwicklung sowie dem Anlagenbau im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie** überregional und international platziert werden, um die dringend benötigten Ansiedlungen von Unternehmen und Fachkräften voranzutreiben. Letztendlich muss in Folge der im Rahmen des Strukturwandels erwarteten Ansiedlung neuer Organisationen und Unternehmen auch die Energieversorgung dieser zu entwickelnden Standorte (Industrie, Forschung, Tourismus) sowie der resultierenden zusätzlichen Nachfrage nach Personen- und Gütermobilität neu geplant und von Beginn an emissionsfrei aus vornehmlich regionalen Quellen bedient werden.

### 2.2 Ziele des Projekts

Die Herausforderungen in der Initiierung einer länderübergreifenden Wasserstoffregion Lausitz bestehen zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge in der proaktiven und zielgerichteten Steuerung der Vielzahl an Akteuren und Projekten, die den Strukturwandel in der Lausitz und die attraktive Förderkulisse nutzen möchten, um Ihre Wasserstoffaktivitäten zu demonstrieren und neue Geschäftsfelder zu erschließen. Wasserstoffprojekte und -akteure geraten häufig noch unbewusst oder ungewollt in eine Konkurrenzsituation um Gelder, Märkte oder Aufmerksamkeit. Die resultierende „Kannibalisierung“ birgt die Gefahr, die Einführung der Wasserstoffwirtschaft in der Region zu bremsen, d.h. mögliche Synergien ungenutzt zu lassen, Prozesse zu verzögern und Akzeptanz bei allen Beteiligten und Betroffenen zu mindern.

**Ziel des HyStarter-Projekts war daher die gemeinsame Entwicklung einer Wasserstoff-Roadmap für die Lausitz, welche strukturierend und steuernd wirkt und Transparenz schafft, indem Akteure und Aktivitäten identifiziert und zu Themenclustern geordnet werden.** Die im Ergebnis vorliegende Wasserstoff-Roadmap soll als Arbeitsgrundlage für das „Wasserstoffnetzwerk Lausitz durchH<sub>2</sub>atmen“ dienen, das im Januar 2021 seine Arbeit aufgenommen hat und mit drei Personalstellen ausgestattet ist, um die Initiierung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft in der brandenburgischen und sächsischen Lausitz in den kommenden Jahren voranzutreiben und zu begleiten.

Die Roadmap skizziert die Rahmenbedingungen des Aufbaus einer Wasserstoffregion Lausitz und konkretisiert Herausforderungen, Handlungsfelder, Akteure und Projektideen. Sie gibt Hinweise auf zu entwickelnde Maßnahmen und Projekte, sowie fehlende Akteure und Expertise. Das bestehende Netzwerk der regional im Themenfeld Wasserstoff forschenden und arbeitenden Akteure, sowie der interessierten potenziellen Anwender der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien kann so gezielt weiterentwickelt und gestärkt werden.

Erste Vernetzungsaktivitäten mit Experten außerhalb der Lausitz wurden im Rahmen von HyStarter angestoßen, um offene Fragen zu adressieren (Marktverfügbarkeit und Technologieperformance, Projekterfahrungen, rechtliche und regulative Rahmenbedingungen, alternative H<sub>2</sub>-Produktionsverfahren). Diese Vernetzungsaktivitäten wurden zwischenzeitlich durch das Wasserstoffnetzwerk fortgeführt und verstetigt.

Die konkreten **Erwartungen an die in HyStarter zu entwickelnde Wasserstoff-Roadmap** und das Projekt wurden im Rahmen von Interviews in der ersten Hälfte des Projektzeitraums erfasst und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Projekte sortieren, umsetzbare Projekte identifizieren
- Bildung eines tragfähigen, nachhaltigen Netzwerks zur Umsetzung der Roadmap
- Unterstützende Maßnahmen zur Akzeptanzsteigerung
- Erleichterte Beantragung von Fördermitteln (u.a. in den kommenden Stufen des HyLand-Programms)

Einige der interviewten Akteure blickten bereits zu Projektbeginn auf langjährige Erfahrungen im Bereich Wasserstoff zurück, manche beschäftigen sich vorrangig privat mit dem Thema, für andere war das Thema noch Neuland. Als Eigenschaften, die aus Sicht der Akteure für die Wasserstofftechnologie sprachen, wurden vor allem die Potentiale genannt: Wasserstoff ermögliche es als Energieträger, viele Dinge weiter so zu handhaben, wie bislang. Darüber hinaus wurde die Flexibilität in der Herstellung und Nutzung hervorgehoben, die sowohl die Integration von erneuerbaren Energien in das Energiesystem erleichterten wie auch die Sektorenkopplung zwischen Strom-, Wärme- und Verkehrssektor ermögliche.

Als Herausforderungen, die aus Sicht der Interviewten eher gegen die Wasserstofftechnologien sprachen, wurden die zum Zeitpunkt der Interviews fehlende Entwicklungsreife genannt (keine Serienreife, unbekannte Zuverlässigkeit/Verfügbarkeit), der geringe elektrische Wirkungsgrad in der Gesamtkette, die beschränkte Marktverfügbarkeit von Anwendungstechnologien, der fehlende Wettbewerb aufgrund von wenigen Anbietern und resultierend hohen Investitionskosten sowie (unbekannte) Betriebskosten. Dadurch wäre eine Wirtschaftlichkeit – wenn überhaupt – nur mit sehr hohen Förderquoten erreichbar, so die Annahme.



Trotz der anfänglichen Skepsis zur aktuellen Technologie- und Marktreife der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie und den daraus resultierenden wirtschaftlichen Herausforderungen erklärten sich die Teilnehmer des HyStarter-Kernteam bereit, die Entwicklung der Wasserstoff-Roadmap Lausitz während der 18-monatigen Projektlaufzeit fachlich und personell zu begleiten und zu unterstützen. Die Potentiale der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien zur Unterstützung und Beschleunigung der regionalen Energiewende überzeugten, und der aus dem begonnenen Strukturwandelprozess resultierende Handlungs- und Gestaltungsdruck wirkte motivierend.

### 2.3 Das HyStarter-Kernteam

Die Entwicklung der HyStarter-Wasserstoff-Roadmap Lausitz erfolgte im Zeitraum Herbst 2019 bis Frühjahr 2021 in Zusammenarbeit mit dem HyStarter-Kernteam, dessen Teilnehmer zu Beginn des Projekts gemeinsam mit den beiden Initiatoren IHK Cottbus und Wirtschaftsregion Lausitz identifiziert, angesprochen und ausgewählt wurden.

Bei der Identifizierung möglicher Teilnehmer wurden folgende Kriterien angewendet:

- Regional ansässige bzw. in der Lausitz tätige Unternehmen und Akteure.
- Je Branche ein Vertreter, um das Gleichgewicht der unterschiedlichen Perspektiven zu gewährleisten (in Ausnahmefällen zwei, zur Berücksichtigung ggfs. unterschiedlicher Perspektiven der brandenburgischen und der sächsischen Lausitz).
- Nicht mehr als 18 - 20 Akteure im Kernteam, um die Arbeitsfähigkeit des Gremiums zu gewährleisten.
- Eine Mischung aus „Treibern“ und „Unterstützern“ - d.h. Akteuren mit unterschiedlichem Handlungsdruck - damit die zu entwickelnde Strategie weder zu einzelfallspezifisch noch zu allgemeingültig ohne konkreten Bezug zur Region oder den absehbaren Herausforderungen gerät. „Treiber“ wurden dabei definiert als Akteure mit akutem Handlungsdruck aufgrund politischer Erwartungen bzw. rechtlicher Vorgaben, die das Thema Wasserstoff strategisch im Unternehmen bzw. der Organisation verankern (möchten). „Unterstützer“ haben keinen unmittelbaren Handlungsdruck, da sie (noch) über ausreichend Technologiealternativen zu Wasserstoff verfügen, mit diesem Innovationsfeld jedoch sympathisieren und es für sich und die Lausitz vorantreiben möchten.

Die Akteure des Kernteam haben im Rahmen der Strategiedialoge nicht nur ihre jeweils individuellen Perspektiven und Interessen vertreten, sondern auch ihre jeweiligen Branchenentwicklungen und -perspektiven miteinander geteilt, um allgemeine Ziele und Handlungsgrundsätze zu diskutieren und die Wasserstoff-Roadmap auch stellvertretend für die weniger eng im Prozess eingebundenen Unternehmen und Akteure der Lausitz zu entwickeln.

**Im HyStarter-Kernteam waren Mitarbeiter von folgenden Unternehmen und Organisationen vertreten:**

- *ALBA Group* - für die Abfallwirtschaft
- *BTU Cottbus-Senftenberg/CEBra* e.V. - für die Forschung & Entwicklung in der brandenburgischen Lausitz
- *Cottbusverkehr GmbH* – für den regionalen ÖPNV

- *DSK Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH* – für die Standort- und Quartiersentwicklung in der Lausitz
- *Energiequelle GmbH* – für die Erneuerbare-Energien-Branche
- *Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU)* - für die Forschung & Entwicklung in der sächsischen Lausitz
- *Industrie- und Handelskammer Cottbus* – für die Unternehmen in der brandenburgischen und sächsischen Lausitz
- *Landkreis Elbe-Elster* – für die Klimaschutzmanager der Region
- *Lausitz Energie Bergbau AG* – für die traditionelle Energieindustrie
- *LWG Lausitzer Wasser GmbH & Co KG* - für die Wasserwirtschaft
- *Lausitzrunde* – für die Städte und Gemeinden der Region
- *Siemens Energy AG* – für die Wasserstoffindustrie
- *Stadt- und Überlandwerke GmbH Lübben* – für die kommunale Energieversorgung in der brandenburgischen Lausitz
- *Stadtwerke Görlitz AG* – für die kommunale Energieversorgung in der sächsischen Lausitz
- *Wasserstoffnetzwerk Lausitz DurchH<sub>2</sub>atmen* – für die thematisch interessierten Akteure in der Lausitz
- *Wirtschaftsförderung Brandenburg GmbH (WFBB)* – für die Landesperspektive
- *Wirtschaftsregion Lausitz (WRL)* – für die Landkreise und Bürger der Lausitz
- *Wirtschaftsverkehrsnetzwerk Lausitz* – für die Verkehrs- und Logistikunternehmen der Lausitz

Zu Beginn von HyStarter wurde das Projekt darüber hinaus dem Lausitzer Wasserstoffboard, dem Wirtschaftsverkehrsnetzwerk und dem Verkehrsausschuss der IHK Cottbus vorgestellt und Zwischenergebnisse wurden in persönlichen Treffen mit dem Lausitzbeauftragten, Vertretern des Brandenburgischen Energieministeriums (MWAE) sowie im Rahmen der 2. Infoveranstaltung zu Wasserstoff des Landkreises Elbe-Elster mit den Teilnehmern diskutiert.

Im Sommer 2020 erschien im Lausitzmagazin ein Artikel zum Projekt mit der Aufforderung an weitere interessierte Akteure, sich beim Projektteam zu melden, um neue Impulse in die Diskussionen einzubringen. In Folge gab es vereinzelte bilaterale Gespräche mit der IHK, dem Wasserstoffnetzwerk Lausitz und der Spilett, deren Inhalte mit in den Prozess aufgenommen wurden.

Im Sommer und Herbst 2020 wurden eine Online-Seminarreihe zu Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien sowie zu rechtlichen Fragen durch die Projektpartner EE Energy Engineers und BBHC für die HyStarter-Akteure durchgeführt, zu denen weitere ausgewählte Akteure aus der Lausitz eingeladen wurden und die Diskussionen in einem erweiterten Akteursfeld ermöglichten.

Im Frühjahr 2021 wurde das im Projekt entwickelte Modell zur gemeinsamen H<sub>2</sub>-Vertriebsgesellschaft weiteren Vertretern der regionalen Stadtwerke und ÖPNV-Betreiber vorgestellt und gemeinsam diskutiert, um Annahmen breiter zu validieren und neue Impulse mit aufzunehmen.

### 3 Leitlinien der Zusammenarbeit (Lausitzer „Wasserstoff-Knigge“)

Die prozessbegleitenden Herausforderungen beim Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz bestehen in der Balance zwischen einer dirigierenden Planung „von oben“ und der Flexibilität, kontinuierlich neue Impulse und Ideen „von unten“ zuzulassen und zu integrieren. Es besteht der klare Wunsch, die Diversität und Vielfältigkeit der eher kleinteiligen und dezentral organisierten Akteure, Interessen und Handlungsansätze in der Lausitz beizubehalten. Somit soll sichergestellt werden, dass der jeweils individuelle Kontext berücksichtigt wird, und der Kompetenzaufbau nicht nur zeitnah und breit erfolgt, sondern auch durch Einbindung vorhandener Institutionen, Strukturen und Prozesse Vertrauen geschaffen bzw. gehalten wird.

**Ein strukturiertes und fokussiertes Vorgehen in der Lausitz soll durch Leitlinien der Zusammenarbeit unterstützt werden.** Ziel der Leitlinien ist es, die Expertise und Kapazitäten aller am Aufbau der Wasserstoffregion Lausitz interessierten Akteure (regionalen/überregional, heute und zukünftig, Treiber und Unterstützer) bestmöglich zu nutzen.

Die im Rahmen der HyStarter-Dialoge in der Lausitz diskutierten Leitlinien sind

- Gemeinschaftlich vorgehen – im Netzwerk denken und agieren.
- Technologieoffenheit wagen.
- Dezentralität ermöglichen.
- Auf Bestehendem aufbauen und Strukturbrüche vermeiden.
- Zeitnah sichtbar werden, um Vertrauen zu schaffen.
- Mit dem Machbaren starten, Erfahrungen sammeln und Expertise aufbauen.
- Regionale Quellen prioritär erschließen.
- Regionale Märkte nachhaltig entwickeln.

Damit Leitlinien richtungsweisend sein können, müssen sie um Netzwerkaktivitäten ergänzt werden, die einen kontinuierlichen Informationsaustausch zwischen allen Akteuren sicherstellen und erforderliche Interpretationen, Anpassungen und Ergänzungen der Leitlinien zulassen („lernende Systeme“).

#### 3.1 Gemeinschaftlich vorgehen – im Netzwerk denken und agieren

Die Akteure des HyStarter-Kernteam sind sich einig, dass der Erfolg der Wasserstoffregion Lausitz wesentlich davon abhängt, ob und wie die unterschiedlichen Interessen und Planungen in Einklang gebracht, Synergien zwischen den einzelnen Ideen und Projekten hergestellt sowie Erfahrungen zum gegenseitigen Lernen ausgetauscht werden können. Die Akteure bekennen sich eindeutig zu einem „Wir“ in der Wasserstoffregion Lausitz und beabsichtigen, im Netzwerk zu denken und zu agieren, um ihre Kräfte zu bündeln und den Wasserstoff nachhaltig in den regionalen Strukturwandel zu integrieren.

Die Gründung des *Wasserstoffnetzwerks Lausitz im Sommer 2019 und der Start der Förderung der Netzwerkstelle durch das Bundeswirtschaftsministerium ab Januar 2021* waren erste wichtige Schritte in diese Richtung, da nun für alle aktuellen und zukünftigen Akteure in der Lausitz ein zentraler Ansprechpartner existiert, der koordinierend tätig wird und sicherstellt, dass Projekte aufeinander

aufbauen statt gegenseitig konkurrieren, vorhandenes Wissen geteilt wird und Akteure vernetzt werden. Somit besitzen auch externe Akteure, die den Strukturwandel in der Lausitz zukünftig begleiten und in die Wasserstoffregion investieren möchten, bzw. Akteure in verwandten Themenfeldern und benachbarten Regionen<sup>9</sup> einen zentralen Ansprechpartner.

**Das Wasserstoffnetzwerk Lausitz ist zu erreichen unter: <https://durchatmen.org>, der zuständige Netzwerkmanager ist Mario Lehmann ([mario.lehmann@cottbus.ihk.de](mailto:mario.lehmann@cottbus.ihk.de), +49 355 365 1505).**

Die vorliegende *Wasserstoff-Roadmap Lausitz* ist der zweite wichtige Schritt in diese Richtung, da sie die gemeinsame Vision der Lausitzer Akteure skizziert, geeignete Handlungsansätze ableitet sowie bestehende Projekte und Aktivitäten benennt und Maßnahmen zu deren Umsetzung darstellt. Sie bildet damit die Arbeitsgrundlage des Wasserstoffnetzwerks Lausitz als koordinierende Leitstelle und erleichtert es neuen Akteuren, die eigene Rolle im Gesamtkontext zu erkennen und zu finden.

### 3.2 Technologieoffenheit wagen

Den Berechnungen des Weltklimarats IPCC zufolge, verbleiben der Menschheit bei gleichbleibendem Konsum (d.h. konstanten CO<sub>2</sub>-Emissionen) im August 2021 nur noch 24 Jahre und 3 Monate zur Erreichung des globalen 2°C-Ziels. Das ambitioniertere 1,5°C-Ziel, von dem lange die Rede war, erfordert eine globale Dekarbonisierung innerhalb von 6 Jahren und 4 Monaten<sup>10</sup>.

Ziel der Akteure in der Lausitz ist es daher, alle vorhandenen Ressourcen, Kapazitäten, Infrastrukturen und Expertise in den Transformationsprozess einzubringen, um Kosten sowie Investitions- und Betriebsrisiken der Energiewende zu minimieren und die erforderliche Beschleunigung in der Dekarbonisierung der Energiemärkte zu erreichen.

Vor diesem Hintergrund wird eine technologieoffene Herangehensweise favorisiert, sowohl auf Angebots- wie auch auf Nachfrageseite. Es bleibt keine Zeit für ideologische Grundsatzdiskussionen; unterschiedliche Strategien und Technologiekonzepte zur Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Nutzung des Wasserstoffs in mobilen und stationären Anwendungen können und sollen diskriminierungsfrei in der Lausitz erprobt werden. Jedoch sollte bei der Planung der Projekte und Infrastrukturen die Lebens- und Betriebsdauer der jeweiligen Technologien berücksichtigt werden, denn alle Investitionen, die über 30 Jahre genutzt werden sollen, werden im Jahr 2050 noch in Betrieb sein und müssten damit bereits heute CO<sub>2</sub>-neutral oder zumindest umrüstbar geplant werden, um nicht in die Gefahr der Zwangsstillegung zu kommen. Auch sollten die potenziellen Synergien durch Vernetzung zwischen den Projekten und Infrastrukturen unterschiedlicher Akteure im Blick behalten und genutzt werden.

### 3.3 Dezentralität ermöglichen

Zentrale großskalige Anlagen haben den Vorteil der geringen spezifischen Kosten und werden daher häufig bevorzugt diskutiert und verfolgt. Die zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge aktuell auf

---

<sup>9</sup> Wie z.B. das PTX Lab Lausitz zur Erforschung von synthetischen Kraftstoffen für den Luft- und Seeverkehr (<https://ptxlablausitz.de>) oder die im Juni 2021 verkündete Initiative H2-Cluster Ostbrandenburg zur Dekarbonisierung der energieintensiven Industrie (<https://mwae.brandenburg.de/de/steinbach-wasserstoffcluster-ost-brandenburg-ist-n%C3%A4chster-wichtiger-schritt-auf-dem-weg-brandenburgs-zum-wasserstoffland/bb1.c.707724.de>)

<sup>10</sup> Vgl. <https://www.mcc-berlin.net/forschung/co2-budget.html>

Bundesebene geführten Diskussionen um den Import von grünem Wasserstoff aus GroÙelektrolyse in Nordafrika, Südamerika oder Australien folgen diesem Ansatz.

Gleichzeitig besitzen große, zentral platzierte Projekte ein hohes Investitionsrisiko: Störungen von Anlagen und Abläufen führen zu größeren Versorgungsengpässen als bei kleinen dezentralen Anlagen. Auch können dezentrale Anlagen sich im Störfall gegenseitig mit Expertise und Ersatzteilhaltung unterstützen.

Solange noch keine Blaupausen existieren, wie Technologiesysteme idealerweise sektorübergreifend zusammengeschaltet und betrieben werden und die Anlagenkomponenten noch nicht durchgängig Serienreife besitzen, besteht die Gefahr, dass Planungs- oder Konstruktionsfehler bei zentralen Großanlagen zu unnötig hohen Kosten, Störfälligkeiten oder Verbräuchen führen. Aufgrund der langen Lebens- und Betriebsdauer der zu etablierenden Infrastrukturen können daher kleinere flexible Anlagen, die modular erweiterbar und ggfs. zu moderaten Kosten austauschbar sind, einen strategischen Vorteil bieten. Die Modularität der Anlagen hat auch den weiteren Vorteil, dass sie flexibel auf nachfrageseitige Änderungen der Nachfrage eingehen können.

Ein weiterer Vorteil von kleineren, dezentralen Anlagen besteht in der Möglichkeit, sie am Ort des Verbrauchs oder in der Nähe der Kunden zu platzieren. Somit vermeidet man die Herausforderung, große Mengen an Überschussstrom oder Wärme lokal „unterbringen“ zu müssen.

### **3.4 Auf Bestehendem aufbauen und Strukturbrüche vermeiden**

Die Lausitz kann auf jahrzehntelange Erfahrungen und umfangreiche Expertise in den Bereichen Energieerzeugung, -wandlung, -transport und Energiemanagement zurückgreifen. Sie verfügt über gewachsene Netzinfrastrukturen in den Bereichen Strom, Gas und Wärme. Die regionalen Hochschulen forschen und entwickeln intensiv zu Themen der Energiewende und des Wasserstoffs und es besteht Potential zum weiteren Ausbau von erneuerbaren Energien. Kurzum: Die Lausitz weiß, wie Energie funktioniert.

Diese vorhandenen Kapazitäten (Expertise und Infrastrukturen) bilden eine Grundlage, auf der die regionale Wasserstoffwirtschaft aufbauen sollte, um Kosten und Risiken zu minimieren und Strukturbrüche zu vermeiden. Letztere können zu einer sinkenden Akzeptanz der Wasserstoffwirtschaft bei den Lausitzern und den Lausitzer Unternehmen führen, die es in Anbetracht der Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt, in jedem Fall zu vermeiden gilt.

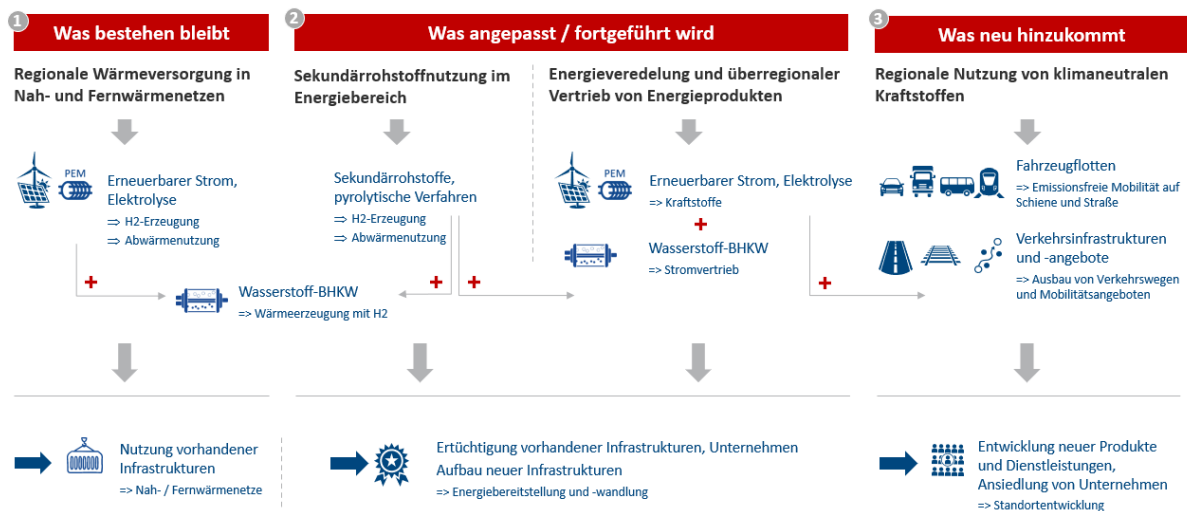


Abbildung 6: Thematische Anknüpfungspunkte zur Integration von Wasserstoff in die regionale Energiewirtschaft der Lausitz (©BMVI/Spilett)

Was bereits in der Lausitz an Infrastrukturen besteht und in den jeweiligen Projektentwicklungen berücksichtigt werden sollte, sind

- die netzgebundene Wärmeversorgung,
- die netzgebundene Gasversorgung,
- die vorhandenen Anlagen zur Stromtransformation und dem Stromtransport,
- die vorhandenen Erneuerbare-Energien-Anlagen, die zeitnah nicht mehr über das EEG vergütet werden und einer wirtschaftlichen Nachnutzung zugeführt werden müssen,
- die Klärwerke und Biomasseanlagen, deren energiewirtschaftlichen Potentiale noch weitestgehend ungenutzt sind,
- die Betriebshöfe kommunaler Fuhrparks (u.a. ÖPNV, Ver- und Entsorgungsbetriebe, Bauhöfe, Stadtwerke) und von Landesbetrieben (insbesondere Straßenwesen),
- die Betriebshöfe privater Fuhrparks (u.a. Logistikzentren, Personenbeförderung, Paketdienste, Rettungsdienste).

Was zeitnah in der Lausitz aufgrund der Beendigung des Braunkohletagebaus bzw. der Braunkohleverstromung und der Transformation zu einer CO<sub>2</sub>-freien Energiewirtschaft an Infrastrukturen ersetzt bzw. neu errichtet werden muss und somit geeignete Anknüpfungspunkte für die Integration von Wasserstoff in die regionale Energiewirtschaft Wasserstoffprojekte darstellt, sind

- Lösungen für die klimaneutrale Wärmebereitstellung zum Transport in Nah- und Fernwärmenetzen (85°C),
- Lösungen für die klimaneutrale, netzferne Wärmebereitstellung (Insellösungen, z.B. Mineralöl) und die gasnetzgebundene Energieversorgung (Strom und Wärme),
- Lösungen für die Sicherstellung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (insbesondere in sensiblen Bereichen wie Rechenzentren, Krankenhäusern etc.),
- Lösungen zur klimaneutralen Energieversorgung von Entwicklungsgebieten (zusätzliche Nachfrage nach Strom, Wärme und Kraftstoffen aufgrund der Neuansiedlung von Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Fachkräften im Rahmen des Strukturwandels),
- Lösungen zur klimaneutralen Energie- und Kraftstoffbereitstellung an neu geplanten Verkehrsknotenpunkten (u.a. Straßen, Flughäfen, Bahnhöfen, Logistikhubs).

### 3.5 Zeitnah sichtbar werden, um Vertrauen zu schaffen

Zu Beginn der Strategiedialoge war eine gewisse Ungeduld bei den Lausitzer Akteuren spürbar, die überwiegend von den Potentialen des Wasserstoffs und der Wasserstofftechnologien überzeugt waren und diese nun im realen Umfeld erproben wollten. Gebremst wurde diese Euphorie etwas durch langwierige und komplizierte Antragsverfahren bei denjenigen, die laufende Förderanträge hatten bzw. fehlende Förderprogramme zur Umsetzung der vorhandenen Projektideen und eine begrenzte Marktverfügbarkeit der Technologien.

Die Akteure sind sich einig, dass Wasserstoff zeitnah in der Lausitz sichtbar werden muss, um Vertrauen in der Bevölkerung und bei den Unternehmen zu schaffen bzw. zu sichern. Die Menschen in der Lausitz sollen in ihrem alltäglichen Lebens- und Arbeitsumfeld erfahren, dass Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien eine funktionierende und zuverlässige Alternative zu den fossilen Energie- und Antriebstechnologien in der Lausitz darstellen. Der durch die Beendigung der Kohleverstromung erwartete Strukturbruch in der Region kann somit vorbereitend abgemildert und Ängste diesbezüglich aufgefangen werden. Idealerweise „steht“ das neue System bereits, bevor die letzten Kohlemeiler vom Netz gehen.

Zur Sicherstellung der Akzeptanz ist wichtig, zu zeigen und zu erklären was man tut. Viele kleinere Projekte an unterschiedlichen Orten können die Vielfalt der möglichen Einsatzgebiete zeigen. Wo die Sichtbarkeit der Technologie nicht gegeben ist, z.B. an zugangsbeschränkten Orten oder aufgrund regional weit voneinander verteilter Einzelaktivitäten, kann und sollten die Aktivitäten kommunikativ aufbereitet und inhaltlich miteinander vernetzt (in Bezug gesetzt) werden.

### 3.6 Mit dem Machbaren starten, Erfahrungen sammeln und Expertise aufbauen

Aufgrund der allgemein begrenzten Erfahrungen im Bereich Wasserstoff, und der noch fehlenden Technologie- bzw. Marktreife vieler Technologieanwendungen ist es in der Übergangszeit wichtig, mit dem Machbaren zu starten – entweder bereits erprobte Systeme zu implementieren oder sich Fachexpertise von außen zu holen, die den Lernprozess in der Region begleitet. Projekte, die Neuland betreten, sollten eine angemessene Dimensionierung und ein gewisses Skalierungspotential besitzen, um Risiken zu minimieren und Flexibilität zu sichern.

Neben der technischen Machbarkeit spielt die wirtschaftliche Machbarkeit eine ebenso wichtige Rolle. Da die Wirtschaftlichkeit vieler Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien im Vergleich zu den fossilen Alternativen heute noch geringer und teilweise verlustbehaftet ist, macht es Sinn, vorerst mit kleiner dimensionierten Demonstrationsprojekten zu starten. So können Erfahrungen im Betrieb der Technologie und vor allem im Zusammenspiel mit den vorhandenen Prozessen und Abläufen im Alltagsbetrieb gewonnen bzw. abgeschätzt werden. Diese Erfahrungen ermöglichen es, in Vorbereitung der Skalierung der Technologiesysteme (zu einem späteren Zeitpunkt) Prozesse zu optimieren und anzupassen. Somit kann die spätere Wirtschaftlichkeit deutlich gesteigert und die Akzeptanz bei den beteiligten Mitarbeitern gesichert werden, da die technische Umstellung von der organisatorischen Re-Strukturierung zeitlich entkoppelt ist.

Auch die rechtliche wie regulatorische Machbarkeit technisch und wirtschaftlich sinnvoller Projektansätze ist noch nicht in jedem Fall gegeben. Bestehende Regularien, Gesetze und Verordnungen müssen angepasst und neue entwickelt werden, um Innovation zu ermöglichen und innovative Kooperationsmodelle auszuprobieren. Häufig fehlen noch Ideen der Ausgestaltung und Nachweise der Wirksamkeit neuer Ansätze. Es liegt im Interesse der Lausitzer Wasserstoffakteure, die

Prozesse zur Anpassung dieser regulativen Rahmenbedingungen zu beschleunigen. Zur Herstellung der rechtlichen Machbarkeit sollen wo immer möglich Experimentierklauseln in Projekte integriert, neue Ideen entwickelt und erprobt, sowie resultierende Erfahrungen transparent und umfangreich mit den zuständigen Stellen und anderen betroffenen Akteuren geteilt werden.

Die Lausitz besitzt den Standortvorteil, viele innovative Unternehmer und Forschungseinrichtungen in der Region zu haben. Somit wird für die Lausitz „machbar“, was für andere Regionen noch nicht realisierbar ist. Es ist erklärtes Ziel, diese regionale Expertise in Forschung und Entwicklung sowie Anlagenbau in die Projekte zu integrieren und innovativen Entwicklungen eine Markterprobung zu ermöglichen. Die Innovationsbereiche in der Lausitz, die genutzt werden sollten sind u.a.

- Entwicklung von H<sub>2</sub>-Gasmotoren für Fahrzeugantriebe
- Entwicklung von H<sub>2</sub>-Gasturbinen für die Rückverstromung
- Forschung an H<sub>2</sub>-Drucktanks (Materialien und Wickeltechniken)
- Entwicklung von Mikrogasturbinen-Brennstoffzelle
- Forschung an grünen Carbonfasern
- Entwicklung von wasserstoffbetriebenen Leichtbaufahrzeugen für den ÖPNV

### 3.7 Regionale Quellen prioritär erschließen

Das Eckpunktepapier der ostdeutschen Kohleländer sieht vor, die Nutzung von sogenanntem blauen und türkisen Wasserstoff allenfalls als Übergangstechnologie zu tolerieren.<sup>11</sup> In Kombination mit der Nationalen Wasserstoffstrategie, die sich im Wesentlichen auf die elektrolytische Produktion von Wasserstoff im In- und Ausland stützt, und vor dem Hintergrund des begrenzten Ausbaupotentials von Erneuerbaren Energien würden diese Strategieansätze zur Konsequenz haben, dass die Lausitz ihre Rolle und Bedeutung als überregionale Energieregion verliert. Wie die H<sub>2</sub>-Potentialstudie Lausitz berechnet hat, lassen sich mit den nicht am Strommarkt absetzbaren Strommengen aus regionalen Erneuerbaren Energien<sup>12</sup> gerade einmal 10 % der für 2050 prognostizierten Wasserstoffnachfrage decken (siehe Abbildung 4).

Die Lausitz kann aber mehr. Statt auf Wasserstoffimporte zu setzen, sollen zusätzliche regionale Quellen für die Wasserstoffproduktion jenseits der Wasserelektrolyse erschlossen werden. Nur so lässt sich die erforderliche regionale Wertschöpfung erreichen und Arbeitsplätze in der Energiewirtschaft langfristig sichern.

Regional verfügbare Ressourcen, die die Lausitzer Akteure erschließen wollen, sind

- organische Reststoffe biogenen oder fossilen Ursprungs (Kunststoffe, Altreifen etc.),
- Biomethan und fossiles Methan.

Die Wasserstofferzeugung aus den genannten Quellen findet dabei stets CO<sub>2</sub>-neutral, CO<sub>2</sub>-frei oder sogar als CO<sub>2</sub>-Senke statt (siehe Kapitel 5.1) und hat mehrere positive Nebeneffekte für die Region:

- Sie ist unter aktuellen Rahmenbedingungen wirtschaftlicher darstellbar als die Wasserelektrolyse.

---

<sup>11</sup> Vgl. Kapitel III - Wasserstoff – Ein Schlüsselement für industrielle Wertschöpfung und Beschäftigung sowie für die Energiewende

<sup>12</sup> Ausfallarbeit und Post-EEG-Anlagen



- Sie benötigt weniger externe Energiezufuhr zur Produktion von Wasserstoff als die Wasserelektrolyse und nutzt die verfügbaren Erneuerbare-Energien-Kapazitäten effizienter.
- Perspektivische Trinkwasser-Nutzungskonflikte werden vermieden.
- Sie schließt regionale (Nähr-)Stoffkreisläufe und vermeidet Transporte zur Entsorgung der Reststoffe bzw. Versorgung der Region mit Düngemitteln.
- Sie schafft zusätzliche Arbeitsplätze und regionale Wertschöpfung durch den Anlagenbetrieb und den Vertrieb der Nebenprodukte (chemische Grundstoffe, technische Gase, Wärme).

Für Unternehmen und Anlagenbauer in der Lausitz bieten sich durch die breite Varianz unterschiedlichster Technologien der Wasserstofferzeugung neue Handlungsfelder und Märkte. Die Entwicklung, Erprobung und Anwendung dieser innovativen Technologie „vor der eigenen Haustür“ schafft wettbewerbliche Vorteile und erfordert gleichzeitig weniger Spezialwissen bzw. -werkzeuge als die Wasserelektrolyse. Somit sind die Einstiegshürden niedrig, da viele Komponenten und Bauteile aus anderen Arbeitszusammenhängen bekannt sind.

### 3.8 Regionale Märkte nachhaltig entwickeln

Die in der H<sub>2</sub>-Potentialstudie Lausitz ab 2030 erwarteten sprunghaften Anstiege der regionalen Wasserstoffnachfrage aufgrund der sukzessiven Abschaltung der Braunkohlekraftwerksblöcke an den Standorten Jämschwalde und Boxberg, sowie der sich verschärfenden Anforderungen an die Dekarbonisierung der Verkehrs- und Wärmesektoren sind mit hohen Versorgungsrisiken verbunden, die in jedem Fall vermieden werden sollten.

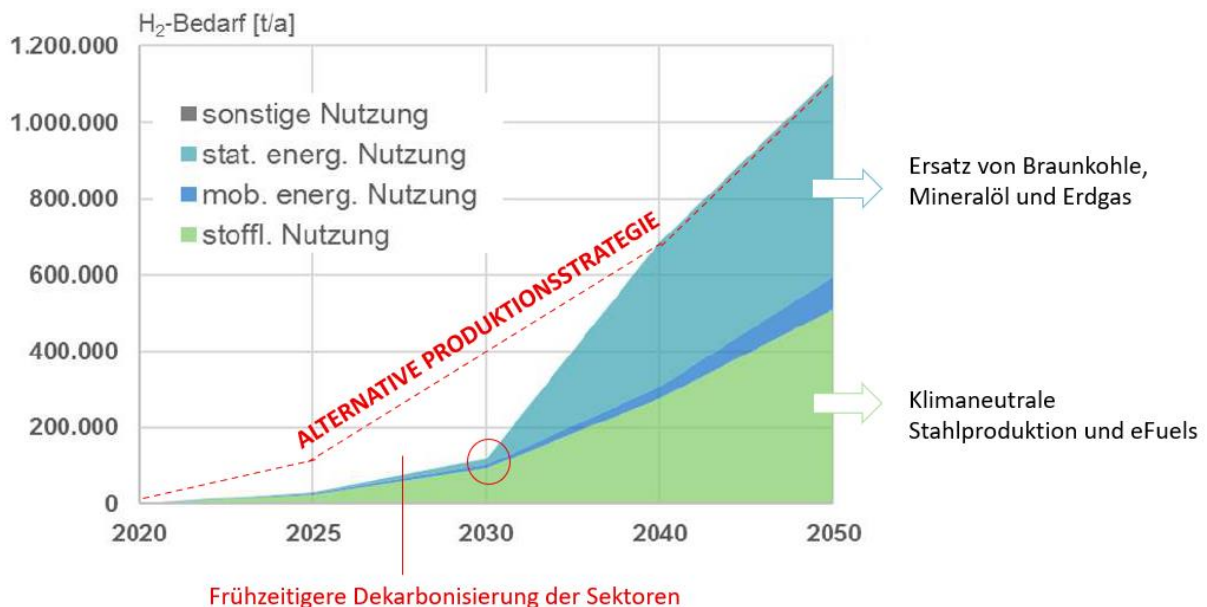


Abbildung 7: Wasserstoffbedarfspotentiale der WRL nach Nutzungsbereichen für den Zeitraum 2020 bis 2050 und angepasste Produktionsstrategie<sup>13</sup>

Eine nachhaltige Entwicklung der regionalen Energiemärkte zielt wesentlich auch auf die Vermeidung einer sprunghaften Erhöhung der Produktionskapazitäten, die einerseits mit erheblichen Investitionsrisiken verbunden sein können. Andererseits führt jede Verzögerung der Inbetriebnahme

<sup>13</sup> Eigene Darstellung nach Bildquelle: „Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz: Perspektiven und Potentiale einer sektorenübergreifenden Wasserstoffwirtschaft in der Wirtschaftsregion Lausitz“, WRL 2020

der Anlagen zu akuten Engpässen auf der Nachfrageseite. Eine alternative Produktionsstrategie, wie sie in Abbildung 7 exemplarisch eingetragen ist, erfordert eine aktive, zeitlich vorgezogene Entwicklung der Nachfrageseite, unabhängig von Betriebsdauern existierender Anlagen oder rechtlichen Vorgaben der Emissionsminderung.

Die proaktive Erschließung der Nachfrageseite sollte in einem ersten Schritt die organisierten Einheiten ansprechen (regionale Verbände, Flottenbetreiber, Liegenschaftsverwaltungen etc.), da sie einfacher anzusprechen und zu restrukturieren sind als Märkte mit stark diversifizierten Einheiten, wie z.B. der Individualverkehr bzw. Eigenheimbesitzer mit eigenen Wärmeerzeugungseinheiten. Motivierend wirken können hierbei zielgruppenorientierte Förderprogramme, die eine degressive Förderlogik aufweisen, z.B. im Zeitraum bis 2025 höhere Förderquoten beinhalten und kommunizieren als in den Folgezeiträumen.

#### 4 Die Vision: Die Wasserstoffregion Lausitz im Jahr 2035



- H<sub>2</sub>-Betankung von allen Verkehrsträgern auf Straße und Schiene
- Viele dezentrale H<sub>2</sub>-Produktionseinheiten aus unterschiedlichen Quellen
- Eine gemeinsame H<sub>2</sub>-Vertriebsgesellschaft
- H<sub>2</sub>-Busse in der gesamten Region
- H<sub>2</sub>-Forschung, Entwicklung und Anlagenbau kommen aus der Lausitz
- H<sub>2</sub>-Versorgung grüner Produktionsstandorte
- Hohe Akzeptanz und Nachfrage nach H<sub>2</sub>

Abbildung 8: Die Vision der Wasserstoffregion Lausitz im Jahr 2035 (©BMVI / David Borgwardt)

## 5 Strategien und Maßnahmen zur Umsetzung der Vision

Der strategische Handlungsansatz der Wasserstoffregion Lausitz ist in Abbildung 9 dargestellt und unterteilt sich in vier zeitlich, örtlich und thematisch differenzierte Strategiebereiche. Der Zeitraum des Strukturwandels in der Lausitz bis 2038 bildet dabei die im HyStarter-Projekt fokussierte kurz- bis mittelfristige Perspektive. Um sicherzustellen, dass die entwickelten Lösungen sich auch langfristig eignen, wurden mittelfristig adressierte Themen und Aktivitäten auch in ihrer langfristigen Perspektive betrachtet bzw. für den Zeitraum nach 2038 absehbar notwendige Aktivitäten vorbereitend mitgedacht. Je Zeitraum wird zwischen den beiden Handlungsbereichen Energieversorgung und Standortentwicklung unterschieden:

- *Energieversorgung* – alle Aktivitäten, die den Ausbau der Infrastrukturen in der Region Lausitz betreffen.
- *Standortentwicklung* – alle Aktivitäten, die die Qualifizierung und Positionierung der regionalen Akteure betreffen.

In der kurz- und mittelfristigen Perspektive bis 2038 steht die regionale Energieversorgung im Fokus der Aktivitäten. Da die Wasserstoffnachfrage noch gering ist, müssen parallel zum Aufbau von Produktionskapazitäten auch jeweils die regionalen Absatzmärkte mitentwickelt und die Akteure in der Region qualifiziert werden.

In der mittel- bis langfristigen Perspektive ab 2030 ist die Skalierung der Kapazitäten geplant, um den in der Lausitz produzierten Wasserstoff auch überregional zu vertreiben und Lausitzer Technologien und Expertise national und international für den Hochlauf der Wasserstofftechnologie zu vermarkten. Dafür ist es erforderlich, die vorhandene Expertise und Technologien bereits in der kurzfristigen Perspektive mit in die regionale Wasserstoffwirtschaft zu integrieren, um Technologien zu demonstrieren und Entwicklungen zu beschleunigen.

Gleichzeitig soll die Zeit genutzt werden, um neue Fachkräfte und Unternehmen in der Region anzusiedeln, welche die vorhandene regionale Expertise in Forschung, Entwicklung und Anlagenbau ergänzen, um die Lausitz zu einem Zentrum für Wasserstofftechnologien in der Energiewende zu entwickeln.



Abbildung 9: Strategischer Handlungsansatz der HyStarter - Wasserstoffregion Lausitz (©BMVI/Spilett)

**Der strategische Ansatz zum koordinierten Hochlauf der regionalen Wasserstofferzeugung** in der kurz- bis mittelfristigen Perspektive ist in Abbildung 10 dargestellt.

Solange die regionale Nachfrage nach Wasserstoff noch gering ist, können klein- bis mittelskalige Elektrolyseanlagen verbrauchernahe errichtet und betrieben werden, um die lokale Wasserstoffnachfrage ohne große Transportwege zu bedienen (z.B. in örtlicher Nähe zu Tankstellen, Logistikhubs, Gewerbegebieten, Wohnquartieren etc.). Sollten an den jeweiligen Standorten Potentiale für eine spätere Skalierung der Anlagen bestehen, so ist dies genehmigungsrechtlich und planerisch bereits zu berücksichtigen und ggfs. durch eine aktive Entwicklung der Nachfrage die Skalierung zeitlich vorzuziehen (siehe Kapitel 0).

Zeitgleich sollten erste Demonstrationsprojekte zur Erprobung alternativer H<sub>2</sub>-Erzeugungspfade umgesetzt werden, um die steigende regionale (und später auch überregionale) Nachfrage nach Wasserstoff aus vorrangig regionalen Quellen bedienen zu können. Sobald ausreichend Erfahrungen vorliegen und die technische sowie wirtschaftliche Eignung nachgewiesen wurde, können die Produktionsanlagen optimiert und skaliert werden.

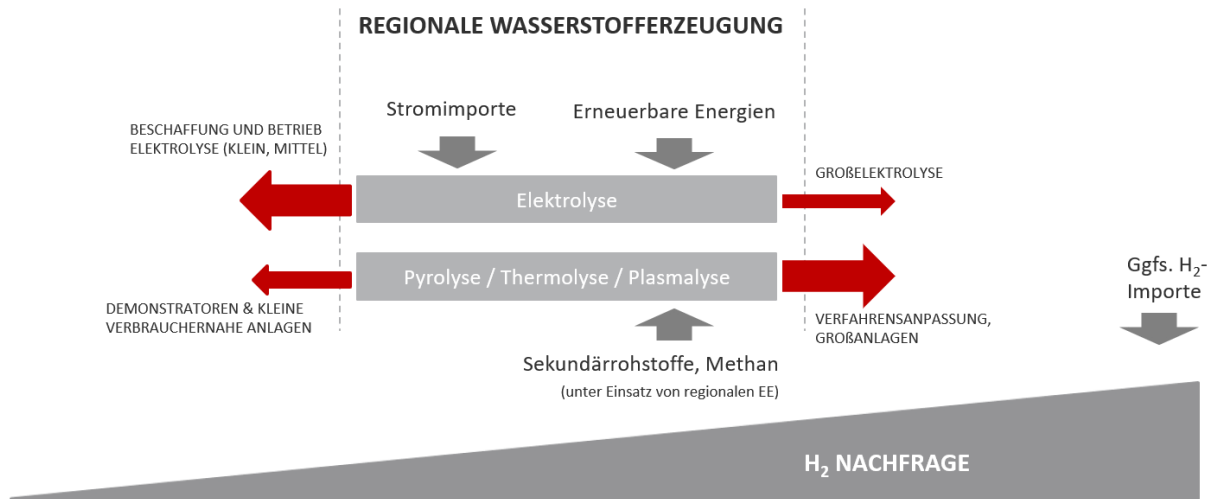


Abbildung 10: Strategie zur angebotsseitigen Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz (©BMVI/Spilett)

Der koordinierte Ansatz zur strategischen Entwicklung der Nachfrageseite in der kurz- bis mittelfristigen Perspektive ist in Abbildung 11 dargestellt.

Solange nur geringe regionale Produktionskapazitäten existieren, wird der Fokus auf die Umrüstung von Bestandsgebäuden, -quartieren und Fahrzeugflotten gelegt, wobei bei der Auswahl der Einsatzgebiete neben der technischen Eignung und des zeitlichen Bedarfs einer Umrüstung auch die Sichtbarkeit der Maßnahmen eine Rolle spielen sollte (siehe Kapitel 3.5). Mit Hochlauf der Produktionskapazitäten können dann auch neue Standorte im Rahmen der Standortentwicklung und die zu erwartende zusätzliche Nachfrage nach Mobilität durch den Strukturwandel (Ansiedlung neuer Unternehmen und Fachkräfte) von Beginn an emissionsfrei mit Wasserstoff versorgt werden. Zur Vorbereitung dieser Maßnahmen sind zeitnah entsprechende Planungsgrundlagen zu schaffen und die Genehmigungsbehörden zu qualifizieren.

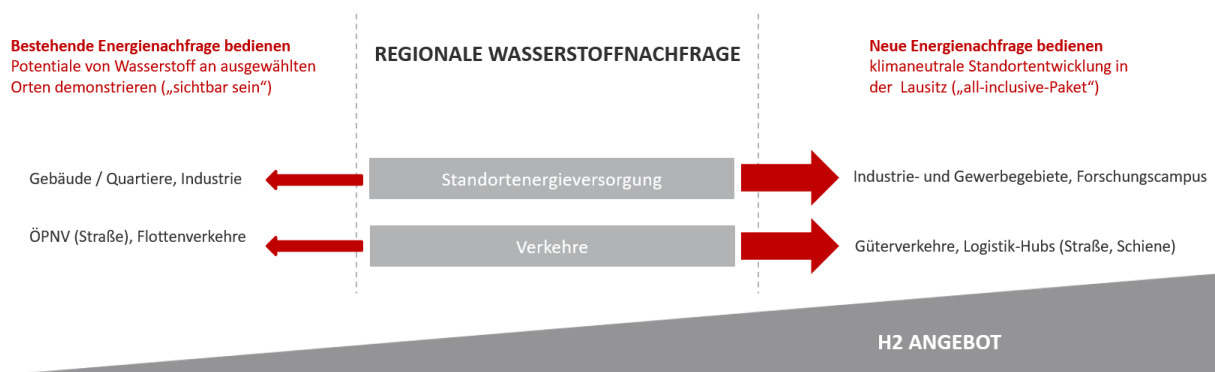


Abbildung 11: Strategie zur nachfrageseitigen Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz (©BMVI/Spilett)

Die Lausitzer Wasserstoffstrategie soll in insgesamt 22 Handlungsfeldern umgesetzt werden, die sich in vier Themencluster gliedern (siehe Abbildung 12). Begleitet werden die 4 Themencluster

- Regionale H<sub>2</sub>-Erzeugung
- H<sub>2</sub>-Ready-Infrastrukturen
- Emissionsfreier Verkehr
- Grüne Industrie- und Gewerbebestandorte

durch die Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen der Lausitz sowie die Unternehmen in den Bereichen der Technologieentwicklung und des Anlagenbaus, um die umgesetzten Konzepte zu validieren, die Wirtschaftlichkeit der Vorhaben und Systemlösungen durch Optimierung zu verbessern und eigene Produkte und Anlagen zu demonstrieren. Die Projektentwicklung und der Wasserstoffvertrieb sollen dabei gemeinsam im Rahmen einer zu gründenden Gesellschaft koordiniert und realisiert werden.

Im Folgenden werden die einzelnen Themencluster und Handlungsfelder im Detail dargestellt. Die Darstellung ist hierbei nicht abschließend und kann bzw. sollte sich in den kommenden Monaten und Jahren an sich ändernde Rahmenbedingungen sowie die Erfahrungen aus der Projektarbeit kontinuierlich überprüft und bei Bedarf angepasst werden.

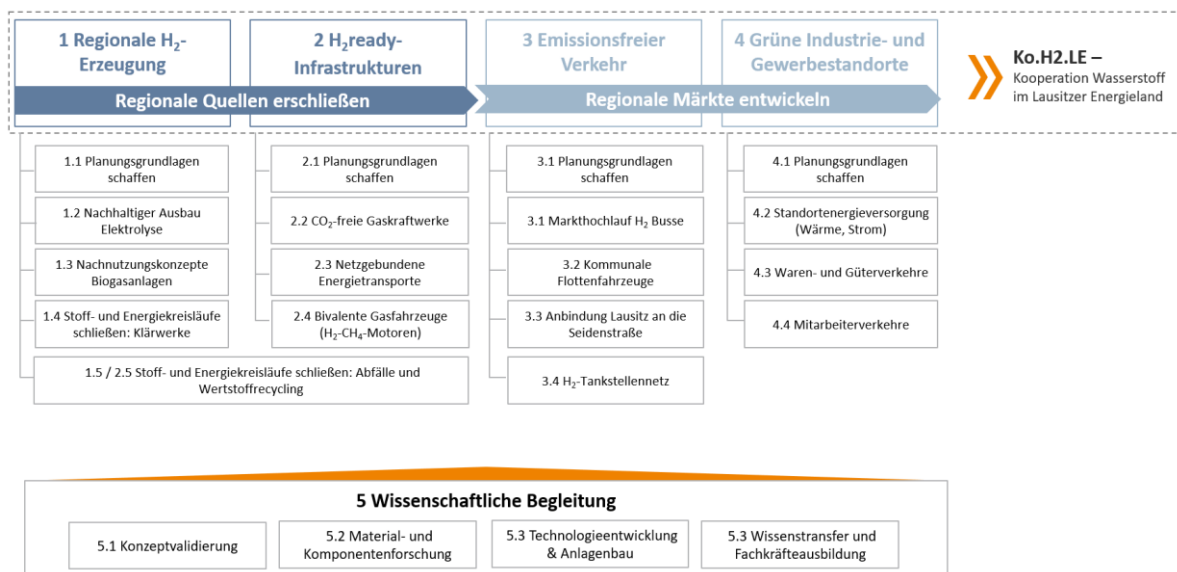


Abbildung 12: Übersicht zu Themenclustern und Handlungsfeldern der Lausitzer Wasserstoffstrategie (@BMVI / Spilett)

**Grundsätzlich gilt dabei für alle Themenfelder:** Die Wasserstoffregion Lausitz versteht sich nicht als abgegrenzter Raum, sondern wird – wo erforderlich und sinnvoll – auch Bedarfe und Aktivitäten angrenzender Landkreise und Bundesländer in die eigenen Planungen und Projektentwicklungen integrieren und kooperierend agieren.

## 5.1 Themencluster 1: Regionale H<sub>2</sub>-Erzeugung

Im Rahmen des HyStarter-Prozesses wurde neben der elektrolytischen Wasserstoffproduktion ein hohes Interesse der Lausitzer Akteure am Thema Wasserstoffherzeugung aus organischen Reststoffen festgestellt und erste Projektideen identifiziert (Biogas-Reformierung, Biomethan-Plasmalyse, Abfall- und Methanpyrolyse).



Abbildung 13: Themencluster regionale H<sub>2</sub>-Erzeugung (©BMVI/Spilett)

Hintergrund der technologieoffenen Herangehensweise ist zum einen die Erkenntnis aus der im Jahr 2020 veröffentlichten H<sub>2</sub>-Potentialstudie Lausitz, dass selbst bei einem ambitionierten Ausbau der Erneuerbaren Energien (Nutzung von 2% der Landesfläche) die Wasserelektrolyse die Nachfrage nach Wasserstoff in der Lausitz nicht vollständig zu decken vermag. Zum anderen erfährt die Lausitz bereits heute deutliche Trockenperioden und ist sich bewusst, dass im Zuge des Klimawandels in den kommenden Jahren und Jahrzehnten sich die Nutzungskonkurrenzen um die Ressource Wasser deutlich verschärfen werden.

Diese absehbare Entwicklung hat die Bundesregierung auch in ihre im Juni 2021 veröffentlichte nationale Wasserstrategie aufgegriffen und strategisch wie folgt formuliert: „Die Produktion innovativer Energieträger wie Wasserstoff findet so statt, dass andere Wassernutzungen nicht beeinträchtigt werden.“<sup>14</sup>

Die Handlungsfelder im Themencluster 1 „Regionale H<sub>2</sub>-Erzeugung“ gliedern sich in die drei Bereiche

- Planungsgrundlagen schaffen.
- Machbarkeits- und Potentialstudien erstellen.
- Technologieentwicklung vorantreiben/Projekte umsetzen.

#### 5.1.1 Handlungsfeld 1.1 Regionale Planungsgrundlagen schaffen

Eine Vielzahl an aktuell geplanten oder in Umsetzung befindlichen Projektaktivitäten zur Wasserstoffherzeugung in der Lausitz basiert auf der großskaligen Wasserelektrolyse in Kombination mit benachbarten Wind- und/oder Solarparks.

Die **elektrolytische Produktion von Wasserstoff** ist ein langjährig erprobtes und marktreifes Verfahren. Bei der Wasserelektrolyse wird deionisiertes Wasser unter Anlegung der Zersetzungsspannung in seine chemischen Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt (siehe

<sup>14</sup> Vgl. „Nationale Wasserstrategie - Entwurf des Bundesumweltministeriums“, 2021 (S. 23)



Abbildung 14). Bei der Chloralkalielektrolyse werden Alkali(metall)salze (z. B. Kochsalz) und Wasser zu Chlor, Wasserstoff und Lauge umgesetzt, wobei Wasserstoff hierbei ein Nebenprodukt ist und die Erzeugung von Chlorgas zur Verarbeitung u. a. in Kunststoffen im Vordergrund steht.

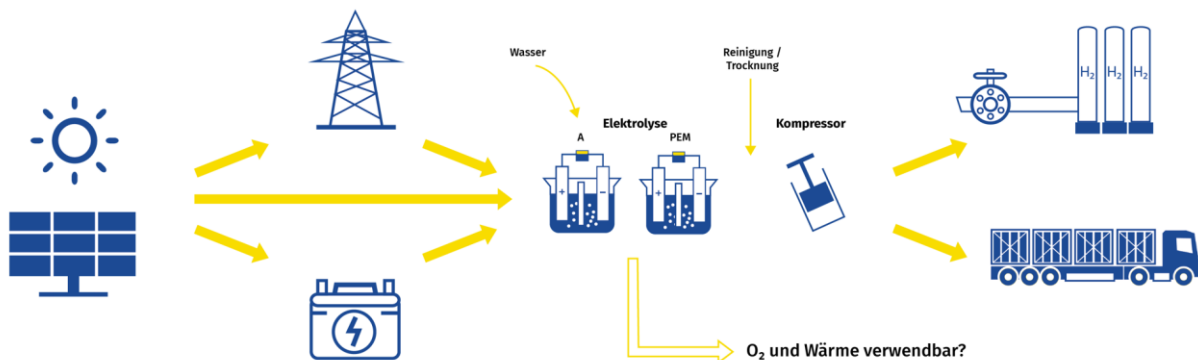


Abbildung 14: Wasserstoffproduktion aus Elektrolyse (@BMVI/Spilett)

Die Wasserelektrolyse-Standorte werden heutzutage vornehmlich in Abhängigkeit der Eignung bzw. Genehmigungsfähigkeit der geplanten Erneuerbare-Energien-Anlagen und nachrangig in Bezug auf mögliche Abnehmer des Wasserstoffs geplant (Industrie, Verkehr). Weitestgehend unberücksichtigt bleibt derzeit die Integration der Elektrolyse in die regionalen wasserwirtschaftlichen Strukturen und die Analyse der Auswirkungen von großen Entnahmemengen auf die regionale Wasserwirtschaft. Es ist zu erwarten, dass nicht alle Standorte gleich gut geeignet sind, um Wasser für die elektrolytische Wasserstoffproduktion bereitzustellen. Manche Standorte können ertüchtigt werden, andere sind nicht oder nur begrenzt erschließbar.

#### Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 1.1 sind:

- *Erstellung einer Standortkarte Elektrolyse für die Wirtschaftsregion Lausitz.* Integration der Wasserelektrolyse in das geplante länderübergreifende Niedrigwasser- und Wassermanagementkonzept der Lausitz<sup>15</sup> sowie das Grundwassermanagement. Identifizierung, Klassifizierung und Darstellung der für eine elektrolytische Wasserstoffproduktion verfügbaren Standorte inklusive möglicher Nutzungskonkurrenzen in einer Karte. Die Standortkarte soll für drei Zeithorizonte realisiert werden: < 2025, 2026 – 2038, > 2038.

#### 5.1.2 Handlungsfeld 1.2 Nachhaltiger Ausbau der elektrolytischen Wasserstoffproduktion

Der Strukturwandel in der Lausitz und die zugehörige Förderkulisse treffen auf eine hohe Investitionsbereitschaft in die Wasserelektrolyse von regionalen und überregionalen Akteuren. Eine Abstimmung der Aktivitäten, die häufig aus unterschiedlichen Fördertöpfen finanziert werden, findet zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge noch nicht statt. Somit bleibt auch unklar, ob sich die Projekte perspektivisch „kannibalisieren“, d.h. sich im lokalen Wettbewerb um dieselben Ankerkunden befinden oder nicht. Bei den meisten der Elektrolyseprojekte handelt es sich um Demonstrationsvorhaben, d.h. die technische und wirtschaftliche Evaluierung des

<sup>15</sup> Vgl. „Entwicklungsstrategie Lausitz 2050“ der Wirtschaftsregion Lausitz GmbH, 2020 (S. 28)

Systemzusammenspiels von Elektrolyse und verschalteten Technologien. Einige Vorhaben jedoch zielen schon auf den Markteintritt und einen wirtschaftlichen Betrieb ab.

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 1.2 sind:**

- *Entwicklung einer übergeordneten Strategie zum Ausbau der Elektrolysekapazitäten in der Lausitz.* Basierend auf der in Handlungsfeld 1.1 erstellten Standortkarte Elektrolyse werden Ausbaupfade für die Wasserelektrolyse in der Lausitz definiert und verortet.
- *Integration interessierter Elektrolysebetreiber in die regionale Standortentwicklung Elektrolyse.* Da erwartet wird, dass der Ausbau der Erneuerbaren Energien und der Elektrolyse in der Lausitz weiter zügig voranschreitet, ist wichtig, die aktuell in Umsetzung befindlichen, die geplanten und die zukünftigen Elektrolyseprojekte nachzuverfolgen, mit der Standortkarte und der Entwicklungsstrategie abzugleichen und die interessierten Akteure rechtzeitig über (nicht) geeignete Standorte, erforderliche Kapazitäten und in örtlicher Nähe realisierten bzw. geplanten Elektrolysevorhaben zu informieren.
- Die in Planung bzw. Umsetzung befindlichen Elektrolyseprojekte werden realisiert, im Betrieb evaluiert und die Akteure bei Interesse miteinander vernetzt, um Erfahrungen auszutauschen und voneinander zu lernen (Projektsteckbriefe: [Referenzkraftwerk Lausitz/RefLau](#), [Energiepark Lausitz](#), [Hy2Lausitz](#), [Wasserstoff-Drehscheibe Bahnsdorfer Berg](#), [Solare H<sub>2</sub>-Erzeugung Lübben](#)).

#### *5.1.3 Handlungsfeld 1.3 Nachnutzungskonzepte für Biogasanlagen entwickeln*

In der Wirtschaftsregion Lausitz werden derzeit 258 Biomasseanlagen (inkl. Klärgasanlagen) mit einer Gesamtleistung von 165 MW betrieben<sup>16</sup>. Davon sind 51 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 61 MW 15 Jahre und älter und werden daher zeitnah ihre EEG-Vergütung verlieren. Da 229 der insgesamt 258 Biomasseanlagen über mehr als 100 kW Leistung verfügen, kommen sie für eine Verlängerung der Förderung, wie sie die aktuelle Novelle des EEG für Kleinanlagen < 100 kW vorsieht, nicht in Frage.

Alternative Nachnutzungskonzepte für Biomasseanlagen, die aufgrund der stark fluktuierenden Erträge am Strom-Spotmarkt bzw. der sehr geringen Erträge am Wärmemarkt ohne EEG-Förderung nur bedingt wirtschaftlich sind, sind die Wasserstoffherzeugung durch Reformierung, die Biomethanplasmalyse bzw. -pyrolyse sowie die Biomethanproduktion mittels mikrobieller Methanisierung und Wasserstoff.

Die **Biogas-Reformierung** basiert auf einem ausgereiften Prozess, der Dampfreformierung mit anschließender Wassergas-Shift-Reaktion zur Erhöhung der H<sub>2</sub>-Ausbeute. Mittels Dampfreformierung aus Erdgas wurden im Jahr 2019 weltweit 69 Millionen Tonnen Wasserstoff aus Dampfreformierung gewonnen, was ungefähr 60 % der globalen Produktionsmenge von 117 Millionen Tonnen Wasserstoff entspricht<sup>17</sup>.

Bei der Dampfreformierung reagiert das Methan unter Druck und bei hohen Temperaturen mit Wasser zu Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Restgas. Das Kohlenmonoxid reagiert in einem zweiten Schritt, der Wassergas-Shift-Reaktion, unter Zuführung von Wärme noch einmal mit Wasser, und oxidiert zu

---

<sup>16</sup> Vgl. Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur, abgerufen am 17.8.2021

<sup>17</sup> Vgl. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1195241/umfrage/produktion-und-verwendung-von-wasserstoff-weltweit/> (abgerufen am 19.8.2021)

Kohlendioxid und Wasserstoff. Somit wird nicht nur das giftige Kohlenmonoxid aus dem Prozess eliminiert, sondern gleichzeitig die Ausbeute von Wasserstoff erhöht (siehe Abbildung 15).

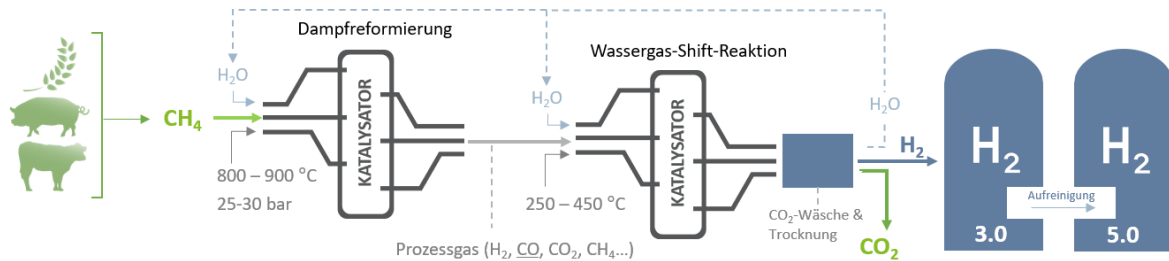
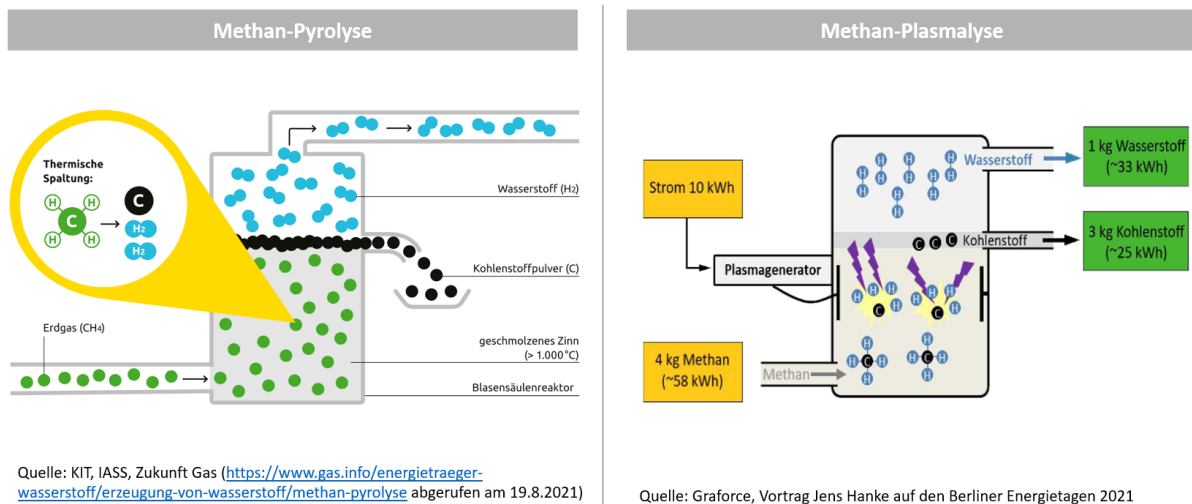


Abbildung 15: Wasserstoffherzeugung durch Biogas-Reformierung (@BMVI/Spilett)

Die **Biomethan-Pyrolyse** ist ein chemisches Cracken, unter Sauerstoffausschluss und bei hohen Temperaturen, bei dem das Methan-Molekül in seine beiden Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff aufgetrennt wird (siehe Abbildung 16, linke Seite).

Die **Plasmalyse** ist ein elektrochemischer Prozess, der Methangas und Schmutzwasser mittels eines nicht-thermischen Plasmas in seine Bestandteile spaltet: Methan ( $\text{CH}_4$ ) wird zu Kohlenstoff und Wasserstoff zerlegt, Ammonium ( $\text{NH}_4$ ) in Stickstoff und Wasserstoff (siehe Abbildung 16, rechte Seite).



Quelle: KIT, IASS, Zukunft Gas (<https://www.gas.info/energietraeger-wasserstoff/erzeugung-von-wasserstoff/methan-pyrolyse> abgerufen am 19.8.2021)

Quelle: Graforce, Vortrag Jens Hanke auf den Berliner Energietagen 2021

Abbildung 16: Wasserstoffherzeugung durch Methan-Pyrolyse und Methan Plasmalyse<sup>18</sup>

### Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 1.3 sind:

- *Potentialanalyse der Biogas-Reformierung für die Wirtschaftsregion Lausitz.* Die Analyse soll die technische, rechtliche und wirtschaftliche Machbarkeit exemplarisch für 20 in Art, Größe und Einsatzgebiet repräsentative Biogas-Anlagen umfassen, sowie die Akzeptanz bei Anlagenbetreibern zur Umrüstung ihrer Anlagen auf Wasserstoffbetrieb untersuchen. Die strategische Integration unterschiedlicher Standorte in zur Nutzung gemeinsamer Infrastrukturen soll untersucht und auf Machbarkeit geprüft werden.
- Projektentwicklung, -beantragung und Umsetzung von Demonstrationsprojekten (Projektsteckbriefe: [Bioabfall-Pyrolyse Spreewaldregion](#), [Methan-Pyrolyse Groß-Lubolz](#))

<sup>18</sup> Bildquellen wie angegeben

#### 5.1.4 Handlungsfeld 1.4 Stoff- und Energiekreisläufe schließen (Klärwerke, Plasmalyse)

Klärwerke können als kommunale Unternehmen trotz der hohen Potentiale, die sie im Rahmen einer lokalen und klimaneutralen Energie- und Kreislaufwirtschaft spielen könnten, derzeit nur begrenzt am Energiemarkt selbst aktiv werden. Mittels Biomethan-Plasmalyse könnten signifikante Mengen Wasserstoff produziert und z.B. dem Verkehrssektor bereitgestellt werden.

Am Beispiel der Abwasserbehandlungsanlage Cottbus werden die Potentiale deutlich: Momentan wird das Klärgas aus den 2 Faultürmen (Methangehalt von ca. 65 %) zur Eigenversorgung des Standorts mit Strom und Wärme über zwei BHKW mit einer Bruttoleistung von insgesamt 619 kW genutzt. Die ungenutzten Klärgasressourcen von bis zu 590 Tsd. Nm<sup>3</sup>/Jahr könnten für andere Nutzungen zur Verfügung gestellt werden. Über die Biomethan-Plasmalyse ließen sich am Standort etwa 69 t/a Wasserstoff produzieren und ca. 760 t/a atmosphärisches CO<sub>2</sub> in Kohlenstoff durch die dauerhafte Speicherung in Kohlenstoff („Black Carbon“) vermeiden. Bei entsprechender Verwendung des Wasserstoffes z.B. im Verkehr ergäbe sich ein Carbon Dioxide Removal (CDR) Gesamtpotential von fast 2.200 t/a.

#### Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 1.4 sind:

- *Studie zur rechtlichen, technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit einer potenziellen Geschäftstätigkeit von Klärwerken als Energiedienstleister inkl. Risikoanalyse und Risikomanagementstrategien.* Stellvertretend für Abwasserbehandlungsanlagen in Deutschland soll am konkreten Beispiel der Kläranlage in Cottbus geklärt werden, wie und inwieweit eine Energiebereitstellung über die Eigenversorgung des Standorts bzw. über die „kommunale Familie“ hinaus technisch, wirtschaftlich und rechtlich organisiert werden kann.
- *Realisierung eines Demonstrationsvorhabens am Standort Klärwerk Cottbus* (Projektsteckbrief: [Biomethan- Plasmalyse Klärwerk](#)).

Synergien dieses Handlungsfelds lassen sich zum geplanten Forschungsstandort Boxberg herstellen, an dem zu grünen Carbonfasern geforscht werden soll<sup>19</sup>.

#### 5.1.5 Handlungsfeld 1.5 Stoff- und Energiekreisläufe schließen (Abfälle und Wertstoffrecycling)

Die Kohlekraftwerke in der Lausitz gelten heute als „Mitverbrennungsanlagen“, die Abfälle aus der Region thermisch verwerten (entsorgen). Die für die kommenden Jahre geplante sukzessive Abschaltung der Kohlekraftwerke führt somit zu einem steigenden Bedarf nach alternativen Abfallverwertungsanlagen in der Region. Erste neue Müllverbrennungsanlagen befinden sich bereits in der Planung. Als Alternative zur konventionellen Müllverbrennung kann die Drehrohrthermolyse zum chemischen Recycling der sortierten Abfälle genutzt werden.

Bei der **Drehrohrthermolyse** handelt es sich um eine thermo-chemische Umwandlung von organischen Abfällen in einem Drehrohrofenprozess bei Temperaturen von 850 °C oder höher. Eine Vielzahl an organischen Reststoffen biogenen oder fossilen Ursprungs kann hier verwertet werden (u. a. Bioabfälle, Kunststoffe, Klärschlämme und Sonderabfälle wie Altreifen oder Medikamente). Ein Sonderfall der Pyrolyse mit Holzabfällen als Ausgangsstoff ist die Holzvergasung. Hierbei wird ein CO<sub>2</sub>-

---

<sup>19</sup> Vgl. <https://www.leag.de/de/news/details/boxberg-soll-forschungsstandort-fuer-gruene-carbonfasern-werden/> (abgerufen am 19.08.2021)

und H<sub>2</sub>-haltiges Gas erzeugt, das aufgrund der geringen Gasqualität nur in einem Verbrennungsmotor und nicht in der Brennstoffzelle genutzt werden kann.

Statt Strom, Wärme, CO<sub>2</sub> und Schlacken/Aschen entstehen in diesem Prozess u.a. Wasserstoff, chemische Grundstoffe, fester Kohlenstoff (Carbon Black) und Wärme. Mit nur 1/8 der externen Energiezufuhr einer Elektrolyse kann im Drehrohrofenprozess z.B. aus Kunststoffabfällen dieselbe Menge Wasserstoff zu deutlich geringeren Kosten (2 - 3 EUR/kg) produziert werden.

Die Gewinnung von Wasserstoff aus Reststoffen folgt auch dem in der *Entwicklungsstrategie Lausitz 2050* formulierten Handlungsansatz Nr. 13 des Kapitels „Infrastruktur und Daseinsvorsorge“, in dem es heißt: *„Der Umgang mit Verpackungsmaterialien ist effizient und ressourcenschonend. (...) Rohstoffgewinnung fördern >> Projekte im Rahmen von Förderprogrammen wie z.B. Vergasung und Rückführung in den Kreislauf“*<sup>20</sup>.

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 1.5 sind:**

- *Potential- und Machbarkeitsstudie zur Wasserstoffherzeugung mittels Reststoff-Thermolyse in der Lausitz inkl. Identifizierung geeigneter Standorte für erste Anlagen*<sup>21</sup>. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, ob und welche Auswirkungen aus der Verfahrensanpassung auf die Sicherstellung der Wärmeversorgung durch Nah- und Fernwärmenetze resultieren.
- *Strategieentwicklung in Abstimmung mit den verantwortlichen Entsorgungsunternehmen, wie der Übergang von der Mitverbrennung von Abfällen in Kohlekraftwerken zum chemischen Recycling mit Wasserstoffproduktion realisiert werden kann.* Sollte keine Akzeptanz bei den Betreibern für die Drehrohrthermolyse erzielbar sein, so ist ein Positionspapier zu erstellen, das die wesentlichen Hürden und Hemmnisse darstellt und Bedingungen nennt, unter denen sich die Akzeptanz verbessern lässt. Um das Bild abzurunden, sind die Wertstoffhöfe und -unternehmen in die Betrachtung mit einzubeziehen und ein mögliches Interesse an dem Prozess abzufragen.
- Realisierung von Demonstrationsvorhaben zur Erprobung und Validierung der Reststoffthermolyse aus Kunststoffabfällen, Klärschlämmen und Altreifen (Projektsteckbriefe: [Tires2Hydrogen - Wasserstoff aus Altreifen](#), [Waste2Hydrogen - Wasserstoff aus Kunststoffabfällen](#), [Sludge2Hydrogen - Wasserstoffproduktion aus Klärschlamm](#)).

---

<sup>20</sup> Vgl. Entwicklungsstrategie Lausitz, S.28 ([https://zw-lausitz.de/fileadmin/user\\_upload/entwicklungsstrategie-lausitz-2050.pdf](https://zw-lausitz.de/fileadmin/user_upload/entwicklungsstrategie-lausitz-2050.pdf))

<sup>21</sup> Es existieren bereits Vorplanungen der Stadt- und Überlandwerke GmbH Lübben Werk zur Erschließung von ehemaligen und aktiven Deponien im LK Dahme-Spreewald, die zur elektrolytischen und / oder pyrolytischen Wasserstoffproduktion genutzt werden können.

## 5.2 Themencluster 2: H<sub>2</sub>-Ready-Infrastrukturen

Die Diskussionen zu Beginn des HyStarter-Prozesses waren sehr klar in Hinblick auf die formulierten Erwartungen der Akteure an die Wasserstofftechnologien, den Strukturwandel begleitend zu unterstützen und auf vorhandenen Infrastrukturen aufzubauen.



Abbildung 17: Themencluster H<sub>2</sub>-Ready-Infrastrukturen (©BMVI/Spilett)

Da die Transformationsphase in der Lausitz bereits begonnen hat und erste Planungen zur Errichtung von Ersatzinvestitionen laufen („Renaissance der Wärmeversorgung“, z.B. Gaskraftwerke und zur Strom- und Wärmebereitstellung, Abfallverbrennungsanlagen zur kombinierten Reststoffentsorgung und Energiebereitstellung), sollte von Beginn an die spätere Umrüstbarkeit auf Wasserstoff mitgedacht werden. Nur so lassen sich die Prozesse perspektivisch vollständig klimaneutral darstellen und die wirtschaftlichen und technischen Aufwendungen für eine spätere Umrüstung minimieren.

Diese sogenannte „H<sub>2</sub>-Ready-Strategie“, die Ertüchtigung heutiger Anlagen und Infrastrukturen (Netze) zur späteren Nutzung (steigender Mengen) von Wasserstoff lässt sich im Bereich der stationären Wärmeversorgung sowie der Bereitstellung von Antriebsenergie bereits heute realisieren.

- **Gasnetze:** Eine Beimischung von bis zu 10-20 Vol.-% Wasserstoff in das Erdgasnetz ist heute bereits möglich und erlaubt. Im Jahr 2020 wurden etwa 86,5 Milliarden m<sup>3</sup> Erdgas in Deutschland verbraucht<sup>22</sup>, so dass eine bilanzielle Beimischung von Wasserstoff in Höhe von 8,65 Milliarden m<sup>3</sup> (entspricht 786.000 Tonnen Wasserstoff) möglich ist. Somit ließen sich in Summe bis zu 17,3 Mio. t CO<sub>2</sub> im Jahr einsparen<sup>23</sup>. Die Gasnetzbetreiber erarbeiten derzeit neue Regularien, um die Umrüstung des Verteilnetzes im Bestand auf bis zu 100 %

<sup>22</sup> Vgl. <https://de.statista.com>

<sup>23</sup> Annahmen: 1m<sup>3</sup> Erdgas verbrennt zu 2 kg CO<sub>2</sub>, der Wasserstoff lässt sich mit 0 kg CO<sub>2</sub> erzeugen.

Wasserstoff<sup>24</sup> sowie des Fernleitungsnetzes auf bis zu 90 %<sup>25</sup> zu ermöglichen. Eigene Wasserstoffpipelines existieren bereits seit Jahrzehnten vor allem im Bereich der industriellen Nutzung.

- *Energiewandler:* Gasmotoren oder Brennstoffzellen, die unterschiedliche Mischungsverhältnisse von Wasserstoff und Methan zwischen 0 - 100 % vertragen existieren bereits heute. Beim Neubau von Gaskraftwerken sollte daher darauf geachtet werden, dass die Gasmotoren und die Systemkomponenten auch wasserstoffverträglich sind, um kostenintensive Nachrüstungen bei steigenden Anforderungen an die Dekarbonisierung des Wärmesektors oder steigenden Anteilen H<sub>2</sub> im Gasnetz zu vermeiden. Auch können so flexibel frühe Ankerkunden für den in der Region produzierten Wasserstoff gewonnen werden.

Die Handlungsfelder im Themencluster 2 „H<sub>2</sub>-Ready-Infrastrukturen“ gliedern sich in die drei Bereiche

- Planungsgrundlagen schaffen.
- Machbarkeits- und Potentialstudien erstellen.
- Technologieentwicklung vorantreiben/Projekte umsetzen.

#### 5.2.1 Handlungsfeld 2.1 Regionale Planungsgrundlagen schaffen

Zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge lagen Informationen zu existierenden Energieinfrastrukturen, die im Rahmen der Energiewende und des Strukturwandels angepasst bzw. ausgebaut werden müssen, nur dezentral und zum Teil unvollständig vor. Ziel der Aktivitäten in diesem Handlungsfeld ist es daher, eine Übersicht zu heutigen und zukünftigen Energieinfrastrukturen zu erstellen und allen Akteuren, die sich am Aufbau der Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz beteiligen möchten, zentral bereitzustellen.

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 2.1 sind:**

- *Erstellung einer Standortkarte Wärmeerzeugungsanlagen und -netze für die Lausitz.* Übersicht zum Bestand und dem zukünftigen Bedarf an Neubau- und Ersatzinvestitionen mit dem Ziel, rechtzeitig die Option der H<sub>2</sub>-Ready-Strategie bei den verantwortlichen Eigentümern und Planern zu adressieren und den Ausbau der H<sub>2</sub>-Produktionskapazitäten zeitlich und örtlich zu koordinieren.
- *Erstellung einer Standortkarte Gasnetzinfrastrukturen in der Lausitz.* Überblick zur Art und zum Zustand der Verteil- und Ferngasnetze sowie der Inselnetze, der die Notwendigkeit für Ersatzinvestitionen (Art, Umfang, Zeitpunkt) enthält und eine fachliche Einschätzung zu Umrüstbarkeit und möglichen Zeithorizonten der Umrüstung bzw. Beimischung der Gasnetze mit Wasserstoff gibt. Ergänzend zu diesen technischen Informationen sollten organisatorische Informationen zu den jeweils verantwortlichen Ansprechpartnern enthalten sein.
- *Erstellung einer Standortkarte über dezentrale Stromerzeugungsanlagen und Großverbraucher Elektrizität.* Überblick über Art, Kapazität und Standort von dezentralen Stromerzeugungsanlagen (BHKW, Notstromaggregate etc.) zur Evaluierung der H<sub>2</sub>-Ready-

---

<sup>24</sup> Vgl. <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/h2vorort-wasserstoff-gasverteilnetz-dvgw-broschuere.pdf>

<sup>25</sup> Vgl. <https://www.fnb-gas.de/fnb-gas/veroeffentlichungen/pressemitteilungen/fernleitungsnetzbetreiber-veroeffentlichen-karte-fuer-visionaeres-wasserstoffnetz-h2-netz/>

Tauglichkeit bzw. strategischen Planung der Ersatzinvestition mit Wasserstoff. Großverbraucher von Elektrizität, die nicht mit eigenen (dezentralen) Stromerzeugungsanlagen ausgerüstet sind, sollen identifiziert und ihre Akzeptanz hinsichtlich eigener wasserstoffbasierter Stromerzeugungsanlagen erfasst werden.

- *Erstellung einer Standortkarte zu regionalen H<sub>2</sub>-Quellen und -Senken* mit Angaben zu verantwortlichen Ansprechpartnern, Realisierungszeiträumen, produzierten Mengen und tatsächlicher/erforderlicher Wasserstoffqualität.

### 5.2.2 Handlungsfeld 2.2 CO<sub>2</sub>-freie Gaskraftwerke

Momentan existieren zwei technische Alternativen für CO<sub>2</sub>-freie Gaskraftwerke: Die Nutzung von Methan in Gasmotoren oder Brennstoffzellen unter Abscheidung und dauerhafter Lagerung des CO<sub>2</sub> aus der Abluft des Kraftwerks, oder der Einsatz von Wasserstoff in Gasmotoren oder Brennstoffzellen. Je nach Anwendungsfall (erforderliches Verhältnis von Strom- zu Wärmeerzeugung) kommen unterschiedliche Technologien zum Einsatz:

- *Hoher Wärmebedarf, geringer Strombedarf:* H<sub>2</sub>-Gasmotoren, wie sie z.B. die Firma 2G im Zeitraum 2012 - 2016 am Standort Berlin-Schönefeld in der Lausitz erprobt wurden.<sup>26</sup>
- *Ähnlich hohe Wärme- und Strombedarfe:* Im Rahmen des BMWi-Reallabors „Referenzkraftwerk Lausitz“ wird derzeit erprobt, wie die aktuelle Kraftwerksleistung zukünftig (anteilig) durch die Verstromung von Wasserstoff mittels Brennstoffzelle erfolgen kann, die einen elektrischen Wirkungsgrad von üblicherweise 50 % haben.
- *Geringer Wärmebedarf, hoher Strombedarf:* Die an der BTU Cottbus-Senftenberg am Lehrstuhl von Prof. Berg entwickelte TurboFuelCell, die auf einem hocheffizienten Mikrogasturbinen-Brennstoffzellen-Kreisprozess (MGT-SOFC) basiert, ermöglicht eine Rückverstromung mit einem elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 70 %. Hierbei sind beliebige Methan-Wasserstoff-Gemische realisierbar.

Da die Bereitstellung von Wasserstoff aus regional erzeugtem erneuerbarem Strom nicht ausreicht, die Nachfrage nach Wasserstoff aus der stationären Energiebereitstellung zu decken, wird Wasserstoff aus anderen Quellen für die CO<sub>2</sub>-freien Gaskraftwerke bereitgestellt werden (Thermolyse, Plasmalyse, Pyrolyse, Reformierung).

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 2.2 sind:**

- *Potentialanalyse zur Rolle der großskalige Methanpyrolyse bzw. -plasmalyse* bei der Dekarbonisierung von Gaskraftwerken in der Lausitz.
- *Vergleichende Machbarkeitsstudie* zu den technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Konsequenzen des Einsatzes von Wasserstoff aus alternativen Produktionsverfahren in konventionellen Gasmotoren (in H<sub>2</sub>-Ready-Ausführung), in der TurboFuelCell sowie konventionelle SOFC bzw. PEM Brennstoffzellen mit Fokus auf Wasserstoffqualität, Zuverlässigkeit in unterschiedlichen Betriebsmodi, Investitions- und Betriebsaufwendungen, Lebensdauer.

---

<sup>26</sup> Vgl. <https://www.2-g.com/de/wasserstoff-bhkw/>



- Realisierung von Forschungs- und Demonstrationsvorhaben zur Entwicklung, Erprobung und Validierung von Wasserstofftechnologien für Gaskraftwerke (Projektsteckbriefe: [Referenzkraftwerk Lausitz](#), [H<sub>2</sub>-Gasturbine mit Hochtemperaturmagnetlagern](#), [TurboFuelCell](#), [T-CELL Transformer](#)).

### 5.2.3 Handlungsfeld 2.3 Netzgebundene Energietransporte

Aus systemischer Perspektive stellt sich die Frage, in welcher Form Energie zukünftig am besten leitungsgebunden transportiert werden soll: Als Strom, Methangas, Wasserstoff, Mischgas (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) oder Wärme. Je nach Anwendungsfall ergeben sich individuelle Vor- und Nachteile, die es auch vor der Perspektive von sich ändernden Energiesystemen und Nachfragemustern in der Zukunft zu evaluieren gilt.

**Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 2.3 sind:**

- *Identifizierung von geeigneten H<sub>2</sub>-Produktionsstandorten in der Lausitz aus Perspektive der existierenden und geplanten Nah- und Fernwärmenetze.* Da mit der zunehmenden Dezentralisierung von Energieanlagen und der Einbindung von erneuerbaren Energien und somit auch Wärmeerzeugern sich die Anforderungen an die bzw. Nutzungsmuster der bestehenden Nah- und Fernwärmenetze ändern werden, soll im Rahmen einer Studie geprüft werden inwieweit die Abwärme aus H<sub>2</sub>-Produktionsprozessen (Elektrolyse, Thermolyse, Pyrolyse, Plasmalyse, Reformierung) als zusätzliche Wärmeenergiequelle genutzt werden kann und wo günstige Einspeisestandorte aus Perspektive der Wärmenetze existieren. Durch den Vertrieb der Wärme können zusätzliche Einnahmen generiert werden, welche die Wirtschaftlichkeit der H<sub>2</sub>-Erzeugung verbessern.
- *Potentialanalyse für den leitungsgebundenen Wasserstofftransport in der Lausitz.* Nach Analyse der historisch gewachsenen Netzinfrastrukturen und -kapazitäten in der Lausitz werden alternative Handlungsansätze zur strategischen Integration von Wasserstoff in das regionale Energiesystem gemeinsam mit regionalen Netzbetreibern und Stadtwerken und Energiedienstleistern von zentralen Industrie- bzw. Gewerbestandorten diskutiert und evaluiert. Im Ergebnis dieser Aktivität liegt eine Positionierung der Lausitzer Akteure vor, ob, wie und in welchen Fällen Wasserstoff leitungsgebunden in der Lausitz transportiert werden sollte.

### 5.2.4 Handlungsfeld 2.4 Bivalente Gasfahrzeuge

Mit dem Unternehmen Wankel SupertecTec existiert in der Lausitz ein Unternehmen, das einen Gasmotor für die Anwendung in Fahrzeugen entwickelt hat, der die Energie unterschiedlichster Kraftstoffe und Kraftstoffgemische in Antriebsenergie wandelt. Er kann alternativ mit Diesel, Kerosin, Benzin, Wasserstoff oder Biogas betrieben werden und so die Reichweite von elektrisch betriebenen Fahrzeugen vergrößern (siehe Abbildung 18).

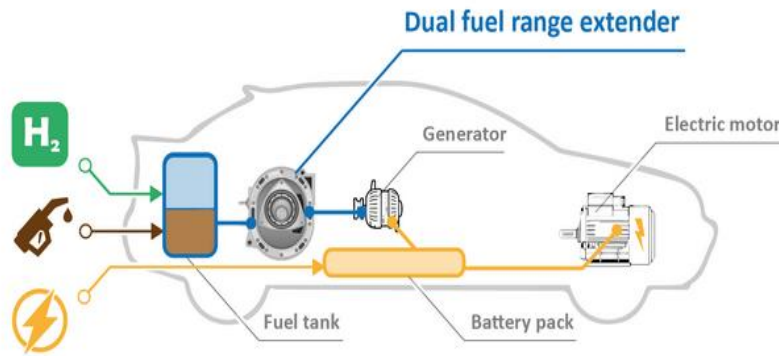


Abbildung 18: Wankel SuperTec Motor – Antriebssystem<sup>27</sup>

In der Vergangenheit gab es bereits Demonstrationsvorhaben von BMW, Opel und MAN zum Einsatz von Wasserstoffmotoren in Pkw und Bussen. Man plant für das Jahr 2021 den Testbetrieb von Prototypen, die alternativ mit Brennstoffzelle oder H<sub>2</sub>-Verbrennungsmotor ausgerüstet sind<sup>28</sup>. Der Motorenhersteller Deutz hat den Markteintritt eines 200 kW Wasserstoffmotors und die Serienfertigung für 2024 angekündigt<sup>29</sup>.

Bivalente Gasfahrzeuge können in einer Übergangszeit die erforderliche Flexibilität liefern, die ein wirtschaftlicher und risikominimierter Hochlauf der Wasserstoffinfrastrukturen benötigt: Je nach Verfügbarkeit von Wasserstoff und Wasserstofftankstellen kann die Nachfrage angepasst werden und Investitionen in emissionsfreie Fuhrparks – insbesondere langlebigere Fahrzeuge – können sich an den individuellen Re-Investitionszyklen orientieren und getätigt werden, bevor die Wasserstoffinfrastrukturen existieren. Im Zeitraum vor Inbetriebnahme der H<sub>2</sub>-Tankstellen bzw. bei temporären Engpässen betanken sie dann konventionelle Kraftstoffe anstelle des Wasserstoffs.

Insbesondere Fahrzeuge mit langen Lebenszyklen lassen sich so frühzeitig in den Markthochlauf integrieren und es werden keine Investitionsfenster verpasst.

#### 5.2.5 Handlungsfeld 2.5 Flexible H<sub>2</sub>-Produktionskapazitäten

Ähnlich wie bivalente Fahrzeugantriebe das viel diskutierte „Henne-Ei-Problem“<sup>30</sup> der Wasserstoffwirtschaft zu entschärfen vermögen, sind thermolytische bzw. pyrolytische Prozesse zur Wasserstofferzeugung geeignet, durch Anpassung der verwendeten Eingangsstoffe und Prozessführung chemische Grundstoffe, statt Wasserstoff zu produzieren und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen auch bei fehlender Nachfrage sicherzustellen.

**Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 2.5 sind:**

<sup>27</sup> Bildquelle: [https://www.wankelsupertec.de/de\\_application.html](https://www.wankelsupertec.de/de_application.html)

<sup>28</sup> Vgl. <https://www.mantruckandbus.com/de/innovation/wasserstoff-meets-lkw-man-baut-erste-prototypen.html>

<sup>29</sup> Vgl. <https://www.deutz.com/media/pressemitteilungen/der-wasserstoffmotor-von-deutz-ist-reif-fuer-den-markt>

<sup>30</sup> Das Henne-Ei-Problem beschreibt die Diskussion um die zeitliche Reihenfolge des Hochlaufs der Angebots- und Nachfrageseite der Wasserstoffwirtschaft: Müssen erst Wasserstoffinfrastrukturen stehen (Überkapazitäten geschaffen werden), bevor mit dem Hochlauf der Nachfrage begonnen wird oder sollte erste die Nachfrageseite initiiert werden und die Infrastrukturen folgen? Idealerweise erfolgt der Hochlauf parallel, jedoch sind zur Errichtung der Wasserstoffinfrastrukturen in der Regel aufgrund der Genehmigungsverfahren o.ä. längere Zeiträume einzuplanen als bei der Beschaffung der Anwendertechnologien.

- *Analyse des Einsatzpotentials und der strategischen Positionierung von thermolytischen und pyrolytischen H<sub>2</sub>-Erzeugungsprozessen im Hochlauf der Wasserstoffregion Lausitz.* Die Standorte und Kapazitäten flexibler Produktionseinheiten orientieren sich dabei an sensiblen Bereichen bzw. in Anwendungsbereichen mit schwankender (saisonaler) oder nicht sicher prognostizierbaren Wasserstoffnachfrage (Tourismus, Standortentwicklung ohne zentrale Energiebereitstellung etc.).

### 5.3 Themencluster 3: Emissionsfreie Verkehre



Abbildung 19: Themencluster Emissionsfreie Verkehre (© BMVI/Spilett)

Die H<sub>2</sub>-Potentialstudie Lausitz hat den Einsatz von Wasserstoff im Verkehrsbereich auf fast 10.000 t/Jahr für das Jahr 2030 prognostiziert. Diese Potentiale gilt es durch gezielte Maßnahmen zeitnah zu erschließen. Vor allem die kommunalen und privaten Flottenbetreiber müssen Rahmenbedingungen vorfinden, die sie motivieren, den Prozess zu starten und die Lausitz nicht nur angebotsseitig, sondern auch nachfrageseitig zur Wasserstoffregion zu machen.

Zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge verfügte die Lausitz nur über eine schwache verkehrliche Anbindung an die transeuropäischen Verkehrsnetze und die nationalen und internationalen Metropolen. Auch der Binnenverkehr war nur unzureichend ausgebaut<sup>31</sup>. Für die kommenden Jahre sind daher in der Lausitz im Rahmen des Strukturwandels erhebliche Investitionen in Verkehrswege, -infrastrukturen und neue Mobilitätsangebote geplant, um die Attraktivität der Wirtschaftsregion zu steigern.

Der in den kommenden Jahren erforderliche Aus- und Umbau der Verkehrsinfrastrukturen und -angebote in der Lausitz bietet eine einmalige Gelegenheit, die Region zu einer Modellregion für emissionsfreie Mobilität zu etablieren. Nicht nur sollten die im Rahmen des Strukturwandels induzierten Verkehrsflüsse von Beginn an emissionsfrei gedacht und geplant werden, auch können

<sup>31</sup> Vgl. „Entwicklungsstrategie Lausitz 2050“ der Wirtschaftsregion Lausitz GmbH, 2020 (S. 22)

neue Mobilitätsangebote geschaffen werden, um die existierenden Transit- und Binnenverkehre zu dekarbonisieren.



Abbildung 20: Hauptverkehrswege in der Lausitz<sup>32</sup>

Darüber hinaus müssen im Rahmen öffentlicher Beschaffungen seit August 2021 Mindestquoten für saubere Nutzfahrzeuge eingehalten werden, für die es in der Region zeitnah geeignete Versorgungsinfrastrukturen zu etablieren gilt (siehe Abbildung 21).

<sup>32</sup> Bildquelle: "Die Lausitz - Zahlen und Fakten - Ein Überblick", Zukunftswerkstatt Lausitz 2018

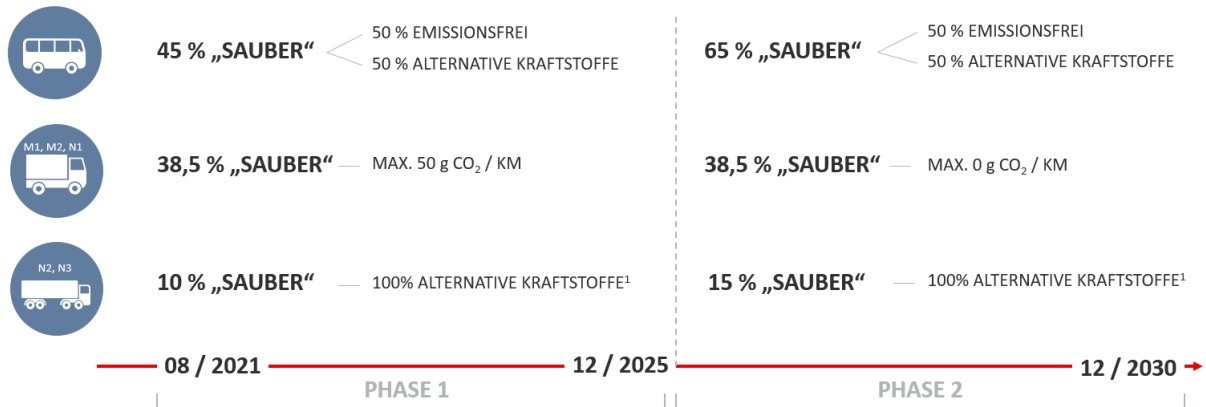


Abbildung 21: Vorgaben für öffentliche Beschaffungsvorhaben gemäß Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungsgesetz (SaubFahrzeugBeschG) (@BMVI/Spilett)

### 5.3.1 Handlungsfeld 3.1 Regionale Planungsgrundlagen schaffen

Die erfolgreiche Initiierung und Etablierung der Wasserstoffmobilität in der Lausitz bedarf eines koordinierten Hochlaufs von H<sub>2</sub>-Infrastrukturen und Fahrzeugflotten. Nur so können teure Fehlinvestitionen, Überkapazitäten oder (temporäre) Versorgungsengpässe vermieden werden, welche die Akzeptanz der Technologie und der Transformationsprozesse gefährden.

Als Grundlage dieses koordinierten Hochlaufs müssen heutige Verkehrsinfrastrukturen erfasst und mit den erwarteten Verkehrsverflechtungen in Folge des Strukturwandels in der Lausitz abgeglichen werden, um geeignete Handlungsstrategien zu entwickeln und den zeitlichen Hochlauf der Wasserstoffmobilität zu planen.

#### Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 3.1 sind:

- Identifizierung und Zusammenführung von bereits beschlossenen Maßnahmen der Verkehrswegeplanung (Straße, Schiene) auf Regional-, Landes- und Bundesebene inklusive zeitlicher und örtlicher Zuordnung.
- Identifizierung und Zusammenführung von geplanten bzw. diskutierten Maßnahmen der Standortentwicklung und Verkehrsplanung im Rahmen des Strukturwandels und des geplanten H<sub>2</sub>-Infrastrukturausbaus entlang der TEN-T-Korridore „Orient/East Med“ und „North Sea/Baltic“, welche die Lausitz einmal horizontal und einmal vertikal queren<sup>33</sup>.
- Erstellung von Übersichtskarten zu existierenden Fahrzeugflotten, Fuhrparks und zentralen Umschlagplätzen in der Lausitz inkl. Angaben zu geplanten Beschaffungszyklen (Busse im ÖPNV, Züge im ÖPNV, private Fuhrparks mit Aufschlüsselung nach Nutzfahrzeugklassen, kommunal bzw. im kommunalen Auftrag betriebene Fuhrparks, Kombiverkehrsterminals).
- Analyse der resultierenden Kraftstoffbedarfe (Energienmengen für den Verkehrssektor) nach Art, Menge, Ort und Zeitraum in der Region Lausitz.

<sup>33</sup> Vgl. <https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html>

### 5.3.2 Handlungsfeld 3.2 Markthochlauf H<sub>2</sub>-Busse

Zur Umsetzung der klimapolitischen Ziele und in Reaktion auf das Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz (SaubFahrzeugBeschG) beabsichtigen die ÖPNV- Unternehmen in der Lausitz die Beschaffung von Wasserstoffbussen. Folgende Akteure haben im Rahmen der HyStarter-Dialoge ihr Interesse konkretisiert:

- *Landkreis Dahme-Spreewald:* Die Beschaffung von mindestens 10 Wasserstoffbussen im Zeitraum 2023 - 2025 wurden bereits in den aktuellen Nahverkehrsplan integriert. Dies entspricht etwa 12% aller in diesem Zeitraum zu beschaffenden Fahrzeugen<sup>34</sup>. Für die Zeit nach 2025 wird eine Aufrüstung der Flotte in Betracht gezogen.
- *Landkreis Elbe-Elster:* Die Umrüstung von bis zu 55 Bussen auf Wasserstoffbetrieb wird in Aussicht gestellt, zuvor sind eine Machbarkeitsstudie und der Testbetrieb von 2-3 Bussen im Rahmen eines Pilotprojekts geplant.
- *Landkreis Spree-Neiße:* Ausschreibung von 16 Wasserstoffbussen für das Jahr 2025.
- *Cottbus:* Einführung und Betrieb von 9 Wasserstoffbussen im Zeitraum 2022 - 2026 durch Cottbusverkehr, sukzessive Aufstockung der Flotte auf 30 Wasserstoffbusse bis zum Jahr 2035.

Die weiteren Busunternehmen und ÖPNV-Verantwortlichen in der Lausitz haben sich noch nicht zu konkreten Planzahlen geäußert, ein grundsätzliches Interesse an der Thematik war bei den angesprochenen Akteuren jedoch vorhanden.

Insbesondere vor dem Hintergrund des Lausitzer Strukturwandels ergeben sich weitere Potentiale für den Einsatz von Wasserstoffbussen in Form von Bürgerbussen oder anderen kommunal, privatwirtschaftlich oder zivilgesellschaftlich organisierten, flexibleren Mobilitätsangeboten: Die Entwicklungsstrategie Lausitz 2050 identifiziert die „Überwindung der letzten Meile“ als große Herausforderung der privaten Mobilität in der Lausitz. Die Erreichbarkeit von ÖPNV-Angeboten sei häufig nur durch Nutzung eines privaten Pkw gegeben, weshalb viele Menschen gar nicht erst die Option des ÖPNV als Mobilitätsdienstleister in Betracht zögen. Die Etablierung neuer Mobilitätsangebote zur Überwindung der letzten Meile sollte von Beginn an klimafreundlich und emissionsfrei erfolgen, im Falle motorisierter Verkehrsträger bietet sich Wasserstoff als Energieträger an.

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 3.2 sind:**

- *Machbarkeitsstudie für den Betrieb von Wasserstoffbussen im Landkreis Elbe-Elster.* Techno-ökonomische Bewertung, Risikoanalyse und Entwicklung geeigneter Risikomanagementstrategien, Linienanalyse zur Identifizierung geeigneter Betriebsstrategien inkl. Wasserstoffbeschaffung und -infrastrukturen. Testbetrieb von 2-3 Bussen.
- *Entwicklung einer Strategie für die Initiierung und Etablierung von Wasserstoffbussen und -infrastrukturen im Lausitzer ÖPNV (Fahrzeuge, Tankstellen, Werkstätten).* In Abstimmung mit allen Verantwortlichen für die Beschaffung und den Betrieb der Busse im ÖPNV soll ein Fahrplan für die Umrüstung der Busflotten in der Region erstellt und in den

---

<sup>34</sup> Vgl. [https://www.dahme-spreewald.info/sixcms/media.php/99/NVP-LDS\\_Beschl\\_Textteil\\_2020-12-16.pdf](https://www.dahme-spreewald.info/sixcms/media.php/99/NVP-LDS_Beschl_Textteil_2020-12-16.pdf)

Nahverkehrsplänen verankert werden. Hierbei ist auch zu prüfen, inwieweit eine gemeinsame Beschaffung (Pooling) Kosten reduzieren kann und wie geeignete Betriebsstrategien für Fahrzeuge, Werkstätten und Infrastrukturen aussehen können.

- *Erstellung einer Machbarkeitsstudie für einen beschleunigten Markthochlauf für die H<sub>2</sub>-Busse in der Lausitz.* Derzeit werden im VBB-Tarifgebiet 3.400 Busse mit einem durchschnittlichen Fahrzeualter von 6,7 Jahren betrieben, so dass zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben zur Emissionsreduzierung rein rechnerisch in Brandenburg eine jährliche Beschaffung von ca. 128 emissionsarmen bzw. -freien Bussen ab 2021 erfolgen muss. Am Beispiel der Landkreise in der Lausitz soll untersucht werden, welche Skaleneffekte, Chancen und Herausforderungen in Beschaffung und Betrieb aus einer (anteiligen) Übernahme der Quoten anderer Regionen im VBB-Tarifverbund entstehen.
- *Realisierung von Demonstrationsvorhaben zur Erprobung und Validierung des Einsatzes von Wasserstoffbussen in der Lausitz* (Projektsteckbriefe zum Einsatz von Wasserstoffbussen [im LK Elbe-Elster](#), in [Cottbus](#), im LK Spree-Neiße, [Forschungsvorhaben WALEMO](#))

### 5.3.3 Handlungsfeld 3.3 Kommunale Flottenfahrzeuge

Der Handlungsleitfaden zur Elektromobilität in kommunalen Flotten der NOW identifizierte im Jahr 2015 eine nur sehr geringe Durchdringung emissionsfreier Antriebe in den Fuhrparks der Kommunen in Deutschland<sup>35</sup>. Am Markt werden im Jahr 2021 wasserstoffbetriebene Busse, Kleintransporter, Pkw, Abfallsammel- und Kehrmaschinen angeboten, die in kommunalen Fuhrparks eingesetzt werden können.

Seither hat sich einiges getan und die Kreisverwaltungen und Landesbetriebe haben damit begonnen, ihre Fuhrparks auf klimaneutrale Antriebe umzurüsten.

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 3.3 sind:**

- *Potential- und Machbarkeitsstudie zu Umrüstung und Einsatz von wasserstoffbetriebenen Unimogs in Fuhrparks von Straßenmeistereien und Landesbetrieben.* Die Fuhrparks von Straßenmeistereien und Landesbetrieben Straßenwesen verfügen über eine Vielzahl an Spezialfahrzeugen, die zu einem Großteil auf der dieselbetriebenen Unimog-Plattform aufbauen. Im Rahmen von HyStarter Lausitz wurde seitens des Ministeriums für Infrastruktur des Landes Brandenburgs daher angeregt, eine Umrüstung von Unimogs auf Wasserstoffantriebe zu prüfen, da diese Fahrzeuge durch unterschiedliche Aufbauten flexibel im Einsatz sind, breit genutzt und langjährig betrieben werden. Im Rahmen der Studie soll daher eine Bestandsanalyse der Fuhrparks bei den für die Region Lausitz verantwortlichen Straßenmeistereien sowie des Landesbetriebs Straßenwesen Brandenburg, den Niederlassungen des Landesamt Straßenbau und Verkehr Sachsen und der Bundeseigenen Die Autobahn GmbH durchgeführt werden, um Art, Anzahl und Alter der Fahrzeuge zu erfassen. Die Investitionsbereitschaft und des Landesbetriebs zur Umrüstung auf wasserstoffbetriebene Fahrzeuge abgefragt werden. Eine Übersicht zur Technologie- bzw. Marktverfügbarkeit von Sonder- und Spezialfahrzeugen soll auf Basis einer Recherche bei Fahrzeuganbietern und -umrüstern erstellt werden. Gemeinsam mit den Fuhrparkbetreibern soll eine

---

<sup>35</sup> Vgl. [https://www.starterset-elektromobilität.de/content/1-Bausteine/4-Kommunale\\_Flotte/elektromobilitaet-in-flotten\\_handlungsleitfaden.pdf](https://www.starterset-elektromobilität.de/content/1-Bausteine/4-Kommunale_Flotte/elektromobilitaet-in-flotten_handlungsleitfaden.pdf)

Leistungsbeschreibung für die Umrüstung der Unimog-Fahrzeugplattform auf Wasserstoffantrieb erstellt werden. Diese dient anschließend dazu, in konkrete Verhandlungen mit potenziellen Lieferanten bzw. Umrüstern zu gehen.

- *Analyse der technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Machbarkeit bzw. Ausgestaltung des Markthochlaufs für wasserstoffbetriebene kommunale Sonderfahrzeuge inkl. Infrastrukturen.* Ziel der Studie ist es, einen auf die Lausitzer Akteure und den Strukturwandel abgestimmten Fahrplan und Maßnahmenkatalog zu erstellen, wie Wasserstofffahrzeuge in die kommunalen Fuhrparks integriert werden können. Teil der Untersuchung sollten Interviews mit zentralen Entscheidern sein, um den Status und mögliche Stellschrauben für den Akzeptanzprozess zu identifizieren und in der Strategieentwicklung zu berücksichtigen.
- *Realisierung von Demonstrationsvorhaben zur Erprobung und Validierung des Einsatzes von kommunalen Sonderfahrzeugen in der Lausitz (Abfallsammelfahrzeuge im LK Spree-Neiße, Abfallsammelfahrzeuge in der Stadt Cottbus)*

#### 5.3.4 Handlungsfeld 3.4 Anbindung der Lausitz an die Neue Chinesische Seidenstraße

Im Dezember 2018 wurde mit der Eröffnung der „Niederschlesischen Eisenbahnmagistrale ‚Horka-Lausitz-Hamburg und Bremen“ der letzte Teilabschnitt der Neuen Seidenstraße auf deutscher Seite durch die Deutsche Bahn baulich fertig gestellt. Die zweigleisige, vollelektrifizierte für hohe Tonnagen geeignete Eisenbahnmagistrale stellt damit die direkte Anbindung der Lausitz an die Seidenstraße dar. Dieses neue logistische Potential wird derzeit von den Marktführern im Eisenbahntransport in Europa genutzt, die Lausitz als „Logistik-Hub im Containerverkehr“ zu entwickeln. Der Bau von 3 Kombiverkehrsterminals bzw. Rail-Ports zur Verladung und Disposition von Gütern von der Straße auf die Schiene ist in der Brandenburgischen Lausitz aktuell in Planung und steht kurz vor dem Baustart. Diese Entwicklungen und Neuinvestitionen in der Lausitz sollten aktiv im Bereich alternativer und umweltfreundlicher Antriebssysteme für Schienenverkehrstechnik und Verladetransportmittel mit Wasserstoffantrieb gedacht und vorangebracht werden. Darüber hinaus ergibt sich durch die Direktanbindung der Lausitz auch neues Potential zur Initiierung und Nutzung des über die Seidenstraße nach Deutschland/Europa per Eisenbahnkesselwagen transportierten Wasserstoffs. Alternativ kann die Anbindung an die Seidenstraße auch genutzt werden, um Kunststoffabfalltransporte in die Lausitz zu organisieren, die dann vor Ort mittels Reststoff-Thermolyse chemisch zu Wasserstoff und anderen chemischen Grundstoffen recycelt werden. In Deutschland fallen jährlich über 6 Mio. Tonnen PE/PP-Kunststoffabfälle an, die sich mit der Drehrohrpyrolyse zu über 1 Mio. t Wasserstoff recyceln lassen<sup>36</sup>. Bei diesem Prozess entstehen in der Regel keine CO<sub>2</sub>-Emissionen, der im Ausgangsmaterial enthaltene Kohlenstoffanteil wird chemisch in den weiteren Prozessprodukten (Öle, bzw. C-fix) gebunden. Seit Inkrafttreten der europäischen Abgabe auf nicht-recycelte Kunststoffabfälle in Höhe von 800 EUR/t<sup>37</sup> könnten sich attraktive wirtschaftliche Rahmenbedingungen und positive Gewinnmargen ergeben, sofern die Bundesregierung zukünftig das Recycling von Kunststoffabfällen gesondert vergütet.

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 3.4 sind:**

---

<sup>36</sup> Zum Vergleich: Die Potentialstudie Wasserstoff hat einen Gap des regionalen Wasserstoffangebots zur Wasserstoffnachfrage in Höhe von ca. 1 Mio t / Jahr für das Jahr 2050 identifiziert.

<sup>37</sup> Vgl. <https://www.euwid-recycling.de/news/politik/einzelansicht/Artikel/umweltverbaende-plastiksteuer-bei-inverkehrbringern-eintreiben.html>



- *Potentialanalyse und Machbarkeitsstudie zur Ergänzung der geplanten Kombiverkehrsterminals in der Lausitz um Wasserstoffinfrastrukturen.* Identifizierung der zukünftigen Nutzer (Straße, Schiene), Erstellung von Nutzungsprofilen (zeitlich aufgeschlüsselte Wasserstoffnachfrage), Ableitung von geeigneten Technologie- und Betriebskonzepten je Standort. Identifizierung von Investitions- und Betriebsrisiken sowie Entwicklung geeigneter Risikomanagementstrategien gemeinsam mit Entscheidern, Planern und zukünftigen Nutzern zur Sicherstellung von Akzeptanz, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.
- *Machbarkeitsstudie (technisch, wirtschaftlich, rechtlich) zur Nutzung der Seidenstraße als schienengebundenes Wasserstofftransportnetz* und Identifizierung geeigneter Rahmenbedingungen sowie Maßnahmen zur Umsetzung.

### 5.3.5 Handlungsfeld 3.5 Entwicklung eines regionalen H<sub>2</sub>-Tankstellennetzes

Die Grundlage für die Akzeptanz und letztendlich den Erfolg der Wasserstoffmobilität in der Lausitz bilden neben der Marktverfügbarkeit der erforderlichen Fahrzeuge in Art und Stückzahl auch die Erreichbarkeit von technisch zuverlässigen und wirtschaftlich attraktiven H<sub>2</sub>-Betankungseinrichtungen.

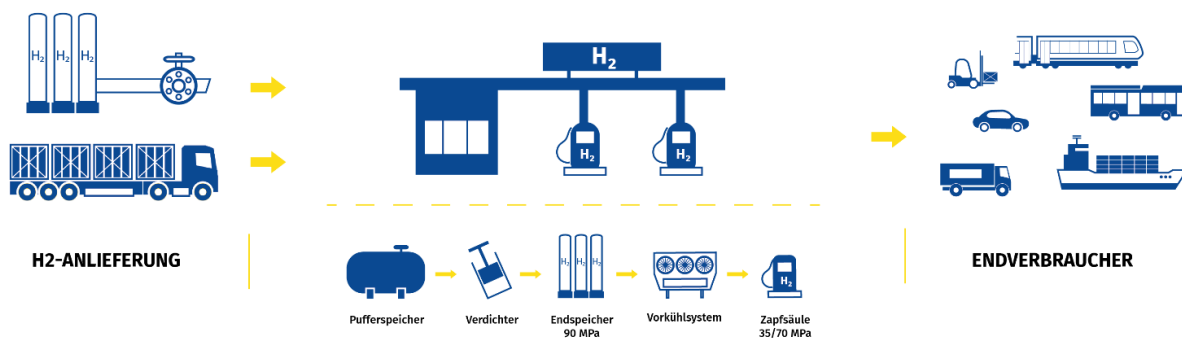


Abbildung 22: Schematische Übersicht der Versorgung von mobilen Anwendungen mittels einer Wasserstofftankstelle (HRS). ©BMVI/Spilett

Die Betankung von Wasserstofffahrzeugen kann sowohl an Betriebstankstellen oder auch an öffentlich zugänglichen Standorten erfolgen. Die einzusetzenden Technologien sind in beiden Fällen dieselben, einzig der verfügbare Platz sowie die genehmigungsrechtlichen Anforderungen an den Betrieb des Technologiesystems können je nach Standort und zugelassenem Nutzerkreis unterschiedlich sein. Die Betankungstechnologien bzw. der Betankungsprozess unterscheidet sich auch nicht in Hinblick auf die Nutzung des Wasserstoffs im Fahrzeug (Gasmotor oder Brennstoffzelle).

Die Inbetriebnahme der ersten Wasserstofftankstelle in der Lausitz ist für Herbst 2021 am Standort Flughafen Schönefeld geplant. Eine zweite Wasserstofftankstelle (Klettwitz, Landkreis Oberspreewald-Lausitz) wurde von GP Joule für Sommer 2022 kommuniziert. Begleitend zum HyStarter-Prozess hat die IHK Cottbus eine Vielzahl an Gesprächen mit potenziellen Wasserstofftankstellenbetreibern geführt, und ist dabei auf Interesse seitens der Industrie gestoßen. Zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge gibt es eine Reihe von Firmen am Markt, die den kompletten Aufbau einer Wasserstofftankstelle übernehmen und weitreichendes Wissen zu Genehmigungsverfahren und Planungsprozessen besitzen. Technologisch und organisatorisch betrachtet ist der Aufbau einer Wasserstofftankstelle daher als unproblematisch einzuschätzen. Eine Qualifizierung von regionalen

Unternehmen zur Planung, Errichtung sowie den Betrieb, der Wartung und Reparatur von Wasserstofftankstellen wird aktuell in der Lausitz vorbereitet.

Kommunale bzw. private Fuhrparkbetreiber stehen stets vor der Entscheidung, ob sie öffentlich zugängliche H<sub>2</sub>-Tankstellen zur Betankung ihrer Fahrzeuge nutzen und dabei zusätzliche Wege in Kauf nehmen oder eigene Betankungsmöglichkeiten auf ihren Betriebshöfen schaffen. Grundsätzlich kann beim Betrieb von Wasserstofftankstellen zwischen den in Abbildung 23 dargestellten Betreibermodellen unterschieden werden.

	Öffentliche HRS	Betreibermodell	GU	Bau in Eigenregie
<b>Eigentümer</b>	Betreiber	Betreiber	VU	VU
<b>Standort</b>	fest (nicht im Depot)	Depot denkbar	Depot (typischerweise)	Depot (typischerweise)
<b>Genehmigung und Bau</b>	Betreiber	Betreiber	GU	VU
<b>Betrieb und Wartung</b>	Betreiber	Betreiber	VU/GU	VU
<b>Investkosten</b>	Betreiber	Betreiber / VU	VU	VU
<b>Betriebskosten</b>	Betreiber	Betreiber	VU	VU
<b>Einfluss auf H2-Preis (Preisrisiko)</b>	sehr gering	gering / mittel bei Invest	mittel	hoch
<b>Knowhow-Gewinn</b>	Null	gering	mittel	sehr hoch
<b>Engagement (eigen)</b>	Null	gering	mittel	sehr hoch

Abbildung 23: Alternative Betreibermodelle von Wasserstofftankstellen<sup>38</sup>

(1) Das "**Öffentliche HRS**" und das "**Betreibermodell**" bieten dem Verkehrsunternehmen (VU)<sup>39</sup> recht ähnliche Dienstleistungen an: Die Wasserstofftankstelle („HRS“) ist im externen Besitz und Betreiberschaft, der HRS-Partner ist für die Inbetriebnahme, Genehmigung und Installation des HRS verantwortlich. Der Betrieb der Station, einschließlich aller Wartungs- und Reparaturarbeiten, der Bestellung von Wasserstoff und der Sicherstellung der Wasserstoffqualität, bleibt ebenfalls dessen Verantwortung. Somit können beide Betreibermodelle als "Wasserstoff-als-Dienstleistung"-Modell aus der Sicht eines Verkehrsunternehmens interpretiert werden<sup>40</sup>. Der Zuwachs an Fachexpertise und das erforderliche Engagement für den Betrieb des HRS bleiben für das Verkehrsunternehmen sehr gering. Da die Verkehrsunternehmen in den meisten Fällen nur einen begrenzten Bedarf an mehreren HRS-Standorten haben und nicht in das HRS-Geschäft einzusteigen, ist dieser Nachteil akzeptabel.

Der Hauptunterschied zwischen den beiden skizzierten Modellen besteht darin, dass die öffentliche Tankstelle von unterschiedlichen Akteuren genutzt werden kann, das Betreibermodell hingegen die Möglichkeit bietet, den HRS-Betrieb über eine strategische Partnerschaft auf die ausschließliche Nutzung für die eigene Fahrzeugflotte zu beschränken und über die Installation auf dem Depot zu entscheiden. Das Verkehrsunternehmen kann die Wasserstofftankstelle auch mitfinanzieren und sich so in eine bessere Verhandlungsposition hinsichtlich des Wasserstoffpreises und der

<sup>38</sup> Bildquelle: emcel.com

<sup>39</sup> Busbetreiber, Betreiber von privaten oder kommunalen Fahrzeugflotten

<sup>40</sup> Beide Modelle entsprechen der Philosophie der in Kapitel 5.5 vorgestellten H<sub>2</sub>-Vertriebsgesellschaft, welche hier die Rolle des „externen Partners“ einnehmen würde.

Verfügbarkeit der Stationen bringen. Insbesondere wenn die Beteiligungsfinanzierung nur durch ein Verkehrsunternehmen vorgesehen ist, kann dieser kooperative Ansatz zu einer Win-Win-Situation führen.

- (2) Ein alternatives Betreibermodell, das vorwiegend in frühen Demonstrationsprojekten umgesetzt wurde, ist das **"Generalunternehmer"-Modell** („GU“): Das Verkehrsunternehmen bleibt Eigentümer und Betreiber des HRS, wird aber von einem Vertragspartner bei der Errichtung der Infrastruktur (Genehmigung, Bau, Installation) und der Wartung der Wasserstofftankstelle unterstützt. Dieses Modell erfordert mehr Engagement und Lernbereitschaft seitens des Verkehrsunternehmens, da die gesamte Verantwortung und Haftung aus dem Betrieb der HRS bei ihm verbleibt. Ein Vorteil gegenüber den zuvor genannten Modellen ist, dass Fachwissen von außerhalb der Region gekoppelt werden kann mit den höheren Förderquoten kommunaler Einrichtungen. Das Verkehrsunternehmen als Eigentümer und Betreiber des HRS kann bei Schwierigkeiten mit dem Dienstleister oder Nichteinhaltung des Vertrags auch den Subunternehmer wechseln, ohne die Betankung der Busflotte zu riskieren. Das Risiko, dass der externe Partner des "öffentlichen HRS" oder des "Betreibermodells" das HRS wegen geringer als erwarteter Gewinne oder aus anderen Gründen schließt, wird gemindert.
- (3) Der **„Bau in Eigenregie“** Modell ist nur Akteuren zu empfehlen, die den Bau und Betrieb von mehreren H<sub>2</sub>-Tankstellen planen bzw. eigenes Geschäftsmodell etablieren möchten.

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 3.5 sind:**

- *Entwicklung eines Fahrplans zum Hochlauf der Wasserstofftankstellen in der Lausitz.* In Abstimmung mit den in Kapitel 5.3.1 identifizierten Akteuren, Planungen und Standorten werden geeignete Ort für integrierte Wasserstofftankstellen<sup>41</sup> in der Lausitz identifiziert und erforderliche Kapazitäten je Zeithorizont zugeordnet. Die Entwicklung des Fahrplans erfolgt in Abstimmung mit den Akteuren von bereits in Planung oder Umsetzung befindlichen Vorhaben zur Wasserstoffmobilität.
- *Beschaffung, Installation und Betrieb von H<sub>2</sub>-Tankstellen* (Projektsteckbriefe: H<sub>2</sub>-Busse und Abfallsammelfahrzeuge in den Lausitzer Landkreisen und der Stadt Cottbus, [Energiepark Lausitz](#)). Vorbereitend und begleitend zur Errichtung der öffentlichen und privaten H<sub>2</sub>-Tankstelleninfrastrukturen erfolgt die Qualifizierung regionaler Akteure und Unternehmen (Genehmigungsbehörden, Feuerwehren, Betreiber/Nutzer, Servicedienstleister für Wartung und Reparatur, Werkstätten).

#### **5.4 Themencluster 4: Grüne Produktions- und Gewerbestandorte**

Im Rahmen des Strukturwandels werden in der Lausitz zeitnah neue Industrie- und Gewerbestandorte erschlossen oder bestehende Gebiete erweitert. In beiden Fällen entsteht ein zusätzlicher Bedarf nach Energie, der durch Kapazitätserweiterung bestehender oder Errichtung neuer Infrastrukturen bzw. Energiedienstleistungen bedient werden muss. Idealerweise werden diese zusätzlichen Energiebedarfe von Beginn an klimaneutral gedeckt, um die Investitionen zukunftssicher zu gestalten und die Energiewende in der Region zu beschleunigen.

---

<sup>41</sup> Integrierte Wasserstofftankstellen umfassen Betankungsmöglichkeiten für Fahrzeuge mit unterschiedlichen Tankgrößen bei unterschiedlichen Druckstufen (350 bar, 700 bar, cryo-compressed) und ggfs. Flüssigwasserstoff



Abbildung 24: Themencluster Grüne Produktions- und Gewerbestandorte (© BMVI/Spilett)

Die Standortenergieversorgung mit Wasserstoff umfasst sowohl die lokale Gebäude- und Prozessenergiebereitstellung wie auch die Antriebsenergien für die am Standort verwendeten Fahrzeuge, die den Standort versorgenden Fahrzeuge und die Mitarbeiterverkehre.

Dabei wird Wasserstoff sowohl in der stationären wie auch in der mobilen Anwendung entweder über Gasmotoren („heiße Verbrennung“) oder die Brennstoffzelle („kalte Verbrennung“) in Energie gewandelt. Der Gasmotor überführt die im Wasserstoff chemisch gespeicherte Energie in Bewegungs- und Wärmeenergie, die direkt genutzt oder in einem weiteren Schritt zur Stromerzeugung oder den Vortrieb von Fahrzeugen verwendet werden können. Die Brennstoffzelle wandelt die chemische Energie in elektrische Energie und Wärme um, wobei der jeweilige elektrische und thermische Wirkungsgrad von Typ der verwendeten Brennstoffzelle abhängt (PEM oder SOFC).

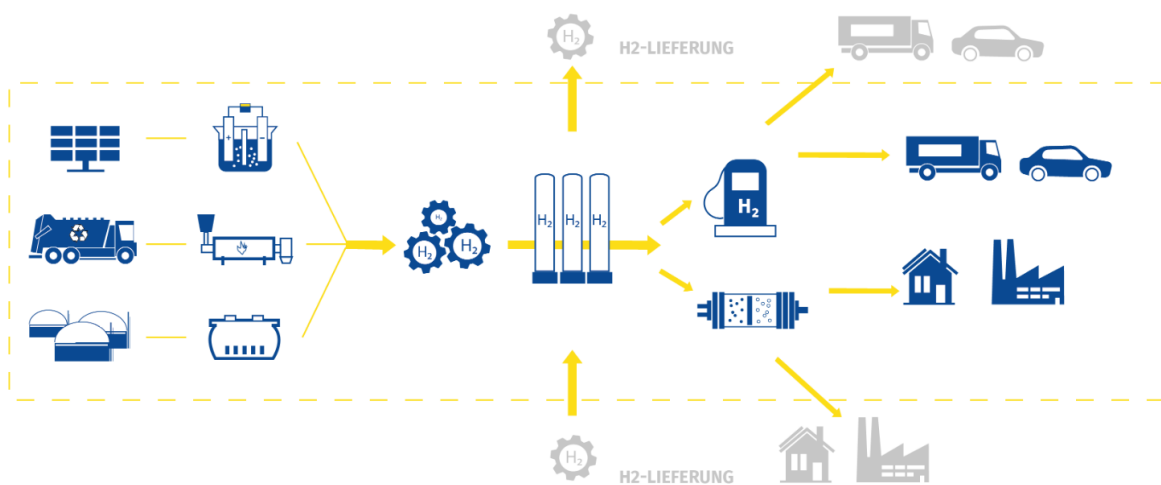


Abbildung 25: Technologiesystem Standortenergieversorgung mit Wasserstoff (© BMVI/Spilett)

Industrie- und Gewerbegebiete verfügen über andere Möglichkeiten zur Wasserstofferzeugung und den Einsatz von Versorgungsinfrastrukturen als Wohnquartiere. In der Regel lassen sich die Errichtung und der Betrieb von Industrieanlagen in kürzerer Zeit und mit weniger Auflagen genehmigen. Eine perspektivische Erweiterung der Anlagen und Speicher ist aufgrund der verfügbaren Freiflächen oft möglich.

Der Vorteil von Standortenergiekonzepten liegt in der hohen Energienachfrage, die zu geringeren spezifischen Kosten für die Wasserstoffproduktion und -bereitstellung aufgrund von größeren Anlagen und höheren Anlagenauslastungen führen kann. Auch wenn jeweils eine individuelle Standortanalyse erforderlich ist, um die Wirtschaftlichkeit des jeweiligen Vorhabens zu quantifizieren, so lassen sich grundsätzlich bei allen Standortkonzepten folgende Effekte nutzen:

- geringere spezifische Investitionskosten durch Skalierung und „Right-Sizing“ (Vermeidung von Überkapazitäten),
- geringere Kosten für Planung, Bau und Genehmigung als bei Einzelgenehmigungen,
- bessere Wirtschaftlichkeit durch ein übergreifendes Energiemanagement, die Optimierung der Anlagennutzung und -auslastung und gemeinsame Betriebsführung (Wartung, Reparatur).

#### *5.4.1 Handlungsfeld 4.1 Regionale Planungsgrundlagen schaffen*

Die in Kapitel 5.1.1, 5.2.1 und 5.3.1 identifizierten Standortinformationen werden inhaltlich um fehlende Informationen ergänzt und je Standort zu spezifischen Standortenergieprofilen von Gewerbe, Tourismus und Industriestandorten (in Planung und im Bestand) zusammengefasst. Sofern sinnvoll und notwendig werden absehbare Änderungen der Energienachfrage am Standort – z.B. durch Einführung effizienter Anlagen und Prozesse oder neuer Mobilitätsangebote – mit in die Standortenergieprofile aufgenommen.

#### *5.4.2 Handlungsfeld 4.2 Standortenergieversorgung (Wärme, Strom)*

Um die **Gebäudeenergieversorgung** eines Standorts wirtschaftlich mit Erneuerbaren Energien und Wasserstoff betreiben zu können, sollte in einem ersten Schritt der Wärmebedarf optimiert, d. h. minimiert sein. Das bedeutet für Bestandsbauten eine energetische Sanierung mit Maßnahmen zur Wärmedämmung, für Neubauten die Einhaltung von Niedrigenergiestandards. Je mehr Wärme das Gebäude benötigt, desto größer müssen die kapitalintensiven Anlagen zur Wasserstofferzeugung, -speicherung und -nutzung dimensioniert werden.

Die Standortenergieversorgung von Industrie- und Gewerbegebieten erfolgt bereits heute vorrangig mit am Standort errichteten KWK-Anlagen, PV-Anlagen oder der Anbindung an vorhandene Strom-, Nah- und Fernwärmenetze. Änderungen an bestehenden Standorten bzw. die Erschließung neuer Standorte soll Energieeffizienz in den Vordergrund stellen, weitestgehend die vor Ort verfügbaren Energieressourcen nutzen und verbleibende Energiebedarfe klimaneutral bedienen.

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 4.2 sind:**

- Exemplarische *Analyse von bis zu 12 aufgrund ihrer Lage oder Standortenergieprofile für die Integration von Wasserstoff besonders geeigneten Industrie- und Gewerbebeständen* (existierend oder in Planung) und Aufbereitung der Ergebnisse in übersichtlichen Fact Sheets mit Angaben zu aktuellen bzw. geplanten Energieversorgungskonzepten, Anlagenalter und Ansprechpartnern sowie einer Kurzanalyse zu möglichen Einsatzgebieten für Wasserstoff- und

Brennstoffzellentechnologien. Dieses Factsheet wird anschließend durch die zur Ansprache der Standortbetreiber mit dem Ziel der Erschließung neuer H<sub>2</sub>-Senken in der Lausitz genutzt.

- Studie zur Integration von Wasserstoff in das Energiekonzept und die Standortentwicklung für die Transformation des Flughafengeländes Cottbus-Drewitz zum klimaneutralen Industriepark (Projektsteckbrief: [Green Areal Lausitz - GRAL](#)) zur Beantwortung folgender Fragestellungen:
  - Welche Funktionen kann Wasserstoff im System übernehmen, wo spielt er im Vergleich zu alternativen Technologien/Lösungsansätzen seine Vorteile aus?
  - Wie lassen sich unterschiedlich große Standorte mit Wasserstoff erschließen?
  - Wird „grün“ als Standortvorteil gesehen, ändert „Wasserstoff“ etwas an dieser Wahrnehmung, welche Anwendungsbereiche (stationär/mobil, Waren- und Güterlogistik/Personenmobilität) sind ausschlaggebend?
- Realisierung von Forschungs- und Demonstrationsvorhaben (Projektsteckbriefe: [Digitales Werkzeug](#), [Görlitz – Stadt der Zukunft](#), [Modellstadt klimafreundliches Görlitz](#), [Bad Liebenwerda](#))

#### 5.4.3 Handlungsfeld 4.3 Waren- und Güterverkehre

Grüne Industrie- und Gewerbestandorte müssen auch die mit ihrem Betrieb verbundenen Verkehrsströme im Blick behalten. Nur ein Teil der Waren- und Güterverkehre wird mit eigenen Fuhrparks bedient, der andere Teil erfolgt mit Fahrzeugen der Zulieferer.

#### **Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 4.3 sind:**

- *Analyse relevanten Waren- und Güterverkehre und Quantifizierung der Energienachfrage in Form von Nachfrageprofilen.* Hierzu werden die Fuhrparks der in Handlungsfeld 4.2 analysierten 12 Standorte um Informationen zu Fuhrparks und Kraftstoffbedarfen relevanter Zulieferunternehmen ergänzt und mit den 10-15 wichtigsten Unternehmen Interviews geführt, um die Bereitschaft und ggfs. Rahmenbedingungen für die Umrüstung der Fahrzeuge auf Wasserstoffantriebe zu erfassen. Ableitung von erforderlichen Betankungsinfrastrukturen (Ort, Kapazität, Zeitraum) zur Versorgung der am Standort betriebenen bzw. den Standort anfahrenden Fahrzeugen

#### 5.4.4 Handlungsfeld 4.4 Mitarbeiterverkehre

Die Entwicklungsstrategie Lausitz 2050 beschreibt die Herausforderungen, denen Berufspendler in der Lausitz heute ausgesetzt sind, wie folgt:

*„Eine Vielzahl der Berufstätigen pendelt täglich mit dem privaten Pkw zwischen Wohn- und Arbeitsstätte. Insbesondere für Bewohner peripherer Lagen sind Bus und Bahn keine Alternative. Ansätze, dies zu ändern, sind beispielsweise die Plus-Bus-Linien in Brandenburg und Sachsen (...). Die finanziellen Spielräume von Kommunen, Landkreisen und Verkehrsunternehmen sind begrenzt.“<sup>42</sup>*

Der Strukturwandel in der Lausitz und die resultierende Erschließung von neuen Unternehmensstandorten und Verkehrswegen bieten eine einmalige Gelegenheit, Mitarbeiterverkehr neu zu denken und die standortinduzierten Verkehrsemissionen zu senken. Ziel sollte sein, neue Standorte mit emissionsfreien Mobilitätskonzepten zu erschließen und die gemachten Erfahrungen zur

---

<sup>42</sup> Vgl. Entwicklungsstrategie Lausitz 2050, S. 22

Umrüstung geeigneter Standorte im Bestand zu nutzen. Wichtig ist dabei zu verstehen, wie veränderte Rahmenbedingungen sich auf das Mobilitätsverhalten der Mitarbeiter auswirken können

**Geplante bzw. erforderliche Aktivitäten im Handlungsfeld 4.3 sind:**

- *Potentialstudie zur aktuellen Mitarbeitermobilität* an den 12 Standorten aus Handlungsfeld 4.2 und gemeinsame Erarbeitung von Vorschlägen zur Einführung von wasserstoffbasierten Mobilitätsangeboten (Ride- oder Carsharing, Werksbusse, etc.) im Rahmen von Mitarbeiterworkshops und Entscheidungsträgern.

## 5.5 Übergreifendes Themencluster: Kooperationsgemeinschaft Wasserstoff im Lausitzer Energieland

Die Herausforderungen der Realisierung einer Wasserstoffregion Lausitz resultieren zum einen aus den noch fehlenden Erfahrungen und Blaupausen der Transformation der Energiewirtschaft und der Tatsache, dass Wasserstoff nicht das Kerngeschäft vieler der Lausitzer Akteure ist. Somit müssen die Planungen und Projekte derzeit noch parallel zum Alltagsgeschäft erfolgen bzw. umgesetzt werden.

Die Analyse zur Ausgangslage in der *Entwicklungsstrategie Lausitz 2050* nennt zwei weitere mögliche Hemmnisse insbesondere für die Anfangsphase des Aufbaus der Wasserstoffregion:

- Der Anteil an technologieorientierten Unternehmen in der Lausitz ist gering.
- Die Betriebe sind im innerdeutschen Vergleich eher klein, so dass häufig Abteilungen für Forschung und Entwicklung fehlen bzw. nur gering mit Personal und Finanzen ausgestattet sind.

Im Rahmen der Strategiedialoge in HyStarter wurde der explizite Wunsch geäußert, gemeinsame Strukturen und Kapazitäten zur Initiierung der Wasserstoffregion Lausitz aufzubauen und zu nutzen. Da Wasserstoff nicht für alle am Aufbau der Wasserstoffwirtschaft beteiligten Akteure ein Kerngeschäft ist bzw. sein wird, wäre es wichtig, auf diese Strukturen und Kapazitäten auch langfristig zurückgreifen zu können.

Neben dem bereits existierenden Wasserstoffnetzwerk Lausitz, das durch die IHK Cottbus initiiert und federführend umgesetzt wird, und dessen Hauptaufgabe es ist, die Akteure in der Region miteinander zu vernetzen und zu koordinieren sowie das Thema Wasserstoff breit bei den Lausitzer Unternehmen und in der Öffentlichkeit zu platzieren, wird ein dringender Bedarf an folgenden zwei zusätzlichen Einrichtungen gesehen:

- H<sub>2</sub>-Projektentwicklungsgesellschaft,
- H<sub>2</sub>-Vertriebsgesellschaft.

**Das Ziel einer gemeinsamen H<sub>2</sub>-Projektentwicklungsgesellschaft** ist es, die aktuellen und zukünftigen Projektideen gemeinsam mit den Akteuren zu validieren und zu entwickeln, eine Finanzierung über Fördermittel, Investoren oder Stiftungen zu akquirieren sowie die Umsetzung der Projekte fachlich zu begleiten und die Ergebnisse zu evaluieren. Dabei sollte nicht nur das jeweilige Einzelvorhaben im Fokus stehen, sondern auch seine Rolle für die Wasserstoffregion Lausitz definiert und im Blick behalten werden. Somit kann die Projektgesellschaft rechtzeitig steuernd eingreifen und aktiv Projekte initiieren, die zur Erschließung der H<sub>2</sub>-Potentiale in der Lausitz oder auch zur Sicherstellung des Erfolgs bereits geplanter oder laufender Projekte erforderlich sind. In Zusammenarbeit mit dem

Wasserstoffnetzwerk Lausitz kann die Projektentwicklungsgesellschaft erforderliche, aber noch fehlende Fachexpertise identifizieren und konkret ansprechen.

**Das Ziel einer gemeinsamen H<sub>2</sub>-Vertriebsgesellschaft** ist es, die Markt- und Beschaffungskosten sowie Risiken für den Einzelnen zu reduzieren und somit den Markthochlauf der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien in der Lausitz zu beschleunigen: Die eher kleinteiligen und dezentral organisierten Strukturen in der Lausitz profitieren durch Skaleneffekte bei Beschaffung und Betrieb gemeinsamer Speicher-, Transport- und Verteilinfrastrukturen (Assets bzw. Dienstleistungen Dritter) und können ihre individuellen Aufwände und Kosten zur Organisation der Transaktion minimieren. Insbesondere für Akteure, die Wasserstoff nicht als Hauptbetätigungsfeld haben, werden somit die Hürden für die zeitnahe Teilnahme an der Wasserstoffwirtschaft gesenkt.

Durch eine gemeinsame H<sub>2</sub>-Vertriebsgesellschaft wird auch vermieden, dass eine Vielzahl unterschiedlichster Technologielösungen für die Speicherung und den Transport des Wasserstoffs aufgebaut werden, die weder miteinander kompatibel sind noch im Fall von Systemausfällen an einzelnen Standorten oder Anlagen als gegenseitiges Backup fungieren können und die Nutzung des Wasserstoffs unnötig verkomplizieren und verteuern. Im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge wurde durch das Reiner-Lemoine-Institut ein Tool für die Akteure der Lausitz entwickelt, das die jeweils günstigsten Technologiesysteme und Kosten der Wasserstofflogistik für definierte Abgabemengen und Transportentfernungen ermittelt (siehe Abbildung 26).

## Transportoptionen Wasserstoff

### Ergebnisdarstellung



In dieser Datei sind die Ergebnisse der Simulation von unterschiedlichen Transportoptionen für Wasserstoff abrufbar. Es wurden die Technologien und Systeme betrachtet, die in der Grafik auf der rechten Seite zu sehen sind. Die Systemengrenzen sind eine Wasserstoffproduktion mit 10 bar Druckniveau und ein Abnahmestandort mit 500 bar. Zwischen diesen beiden Niveaus wurden die kompletten Pfade der fünf Technologien simuliert.

#### Benutzung

In der Eingabemaske können der Massenstrom in kg/Tag und die Distanz in km eingegeben werden. Der Massenstrom ist variabel zwischen 100 kg/Tag und 10.000 kg/Tag in Schritten von 10 kg. Die Distanz ist variabel zwischen 20 km und 200 km in Schritten von 5 km. Als Ergebnis werden die minimalen Transportkosten der gewählten Kombination angezeigt mit der dazugehörigen Technologie. Darunter werden im Überblick die Kosten der anderen Technologien für die gewählte Kombination angezeigt.

#### Eingabe

Massenstrom  kg/Tag  
Distanz  km

#### Ergebnis

Minimale Transportkosten  €/kg  
Technologie

#### Überblick

1,29 €/kg	Pipeline Retrofit
2,53 €/kg	Pipeline Neubau
1,12 €/kg	Trailer 500 bar
1,31 €/kg	Trailer 300 bar
7,79 €/kg	LOHC

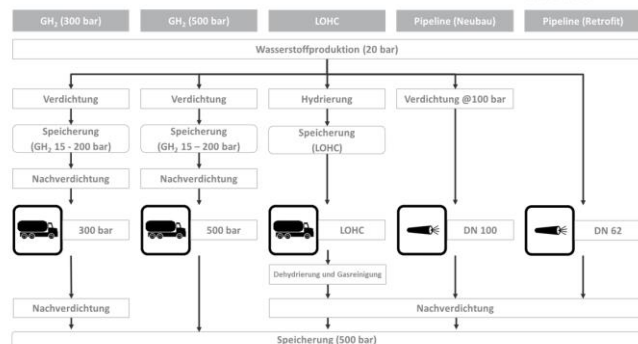


Abbildung 26: Excel-Tool zur Berechnung von H<sub>2</sub>-Transportkosten (©BMVI/RLI)

Das in Abbildung 26 dargestellte Fallbeispiel eines Transports von täglich 4 t H<sub>2</sub> über eine Entfernung von 80 km zeigt, dass die resultierenden Kosten für die Technologiesysteme „Trailertransport (500 bar und 300 bar)“ und „Pipeline retrofit“ recht eng beieinander liegen. Auch wenn in diesem Fall der „Trailertransport 500 bar“ das Kostenoptimum darstellt, könnte diese Variante sich als suboptimal in der regionalen Gesamtperspektive darstellen, wenn alle anderen Produzenten andere Technologiesysteme verwenden und der Nutzer daher über keine passenden Technologieschnittstellen zur Abnahme des Wasserstoffs verfügt.

### 5.5.1 Transformationsphase durch Projektarbeit unterstützen („H<sub>2</sub>-Projektentwicklungsgesellschaft“)

Die Vielzahl der in Kapitel 6 vorgestellten Förderprogramme zeigt: Es sind theoretisch ausreichend finanzielle Mittel für den Aufbau von Wasserstoffregionen in Deutschland und Europa vorhanden.



Jedoch stehen die Regionen und Akteure im gegenseitigen Wettbewerb um diese Mittel und viele der Förderprogramme zielen nur auf Teilaspekte des Gesamtsystems ab. Ein Kardinalfehler von Antragstellern ist es, ihre Projektidee an die jeweiligen Fördergegenstände und Zeitpunkte einzelner Aufrufe anzupassen und damit das eigentliche Ziel aus den Augen zu verlieren. Ein anderer Fehler ist, das eigentliche Projekt so auf unterschiedliche Förderprogramme zu splitten, so dass bei Verzögerung oder Ablehnung in einem Teilprojekt das Gesamtprojekt in seiner Umsetzung gefährdet bzw. nicht mehr durchführbar wird.

Eine Projektentwicklungsgesellschaft kann aufgrund ihrer personellen Kapazitäten und Expertise die Akteure in der Lausitz unterstützen, geeignete Förderprogramme zu finden, auf das jeweilige Vorhaben angepasste Fördermanagementstrategien zu entwickeln und hochwertige Projektanträge zu schreiben, die sich im Wettbewerb mit anderen Antragstellern durchsetzen. Darüber hinaus bietet die Projektentwicklungsgesellschaft Unterstützung in der Startphase des Projekts, d.h. unterstützt die Lausitzer Akteure auch bei der Finalisierung bzw. Anpassung der Anträge bei Änderungswünschen durch den Fördermittelgeber, Erstellung von Ausschreibungsunterlagen für die Beschaffung der Technologien und Projektverträgen.

Eine wichtige Aufgabe der Projektentwicklungsgesellschaft ist die Entwicklung integrierter Konzepte, d.h. die inhaltliche, zeitliche und örtliche Verknüpfung unterschiedlicher Projektvorhaben zur Vermeidung von Dopplungen, Nutzung von Synergien und Abstimmung von technologischen Schnittstellen (sofern relevant). Ein wichtiges Aufgabengebiet hierbei ist es, die in der H<sub>2</sub>-Potentialstudie Lausitz sowie den in Kapitel 5 identifizierten regionalen Erzeugungs- und Nutzungspotentiale durch geeignete Projektansätze zu erschließen.

Im Wissen um die Notwendigkeiten aus regionaler Perspektive („bottom-up-approach“) besteht die Erwartung an die zu etablierende H<sub>2</sub>-Projektentwicklungsgesellschaft, einen engen Austausch mit Fördermittelgebern aus Land, Bund und Europa sowie interessierten Investoren in einen engen Austausch zu gehen, um Inhalte und Zeitpunkte zukünftiger Förderprogramme und Finanzierungsinstrumente proaktiv zu unterstützen.

#### *5.5.2 Transformationsphase durch einen gemeinsamen H<sub>2</sub>-Vertrieb unterstützen („H<sub>2</sub>-Vertriebsgesellschaft“)*

Der regionale oder auch überregionale Vertrieb des in der Lausitz dezentral aus unterschiedlichsten Quellen produzierten Wasserstoffs stellt eine besondere Herausforderung dar: Die meisten der aktuell motivierten und engagierten Akteure haben den Wasserstoffvertrieb (noch) nicht als Kerngeschäft und einige sehen ihn auch perspektivisch nicht als prioritär. Zusätzlich zu den fehlenden Erfahrungen und Vertriebskanälen bestehen hohe Investitionsrisiken, die aus der Notwendigkeit der Beschaffung eigener Vertriebsinfrastrukturen für den Einzelnen resultieren (Reinigung, Verdichtung/Lagerung, Abfüllung/Einspeisung, netzgebundener oder netzungebundener Transport von Wasserstoff). Insbesondere bei Aktivitäten im klein- bis mittelskaligen Bereich sind Investitionen in eigene Vertriebsinfrastrukturen wirtschaftlich schwierig darstellbar und bergen die Gefahr von regionalen Überkapazitäten durch Parallelstrukturen. Die daraus resultierenden höheren Kosten für den in der Lausitz produzierten Wasserstoff stellen einen Wettbewerbsnachteil gegenüber importiertem Wasserstoff dar, dessen Wertschöpfungspotentiale für die Region in Folge ungenutzt bleiben.

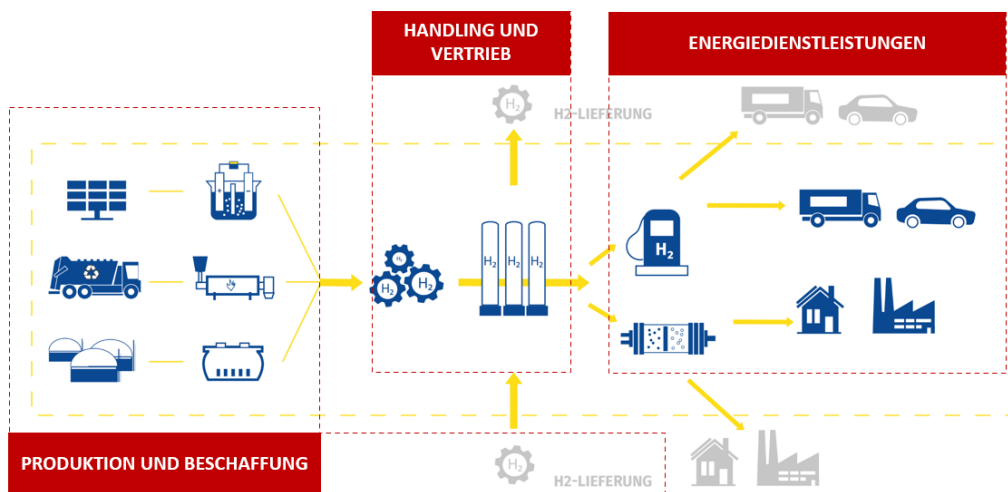


Abbildung 27: Mögliche Handlungsfelder eines gemeinsamen Wasserstoffvertriebs in der Lausitz (© BMVI/Spilett)

Die Erfahrungen aus dem erfolgreichen Markthochlauf der Erneuerbaren Energien in den vergangenen 20 Jahren zeigen: Für diesen Markthochlauf wurde für den Stromsektor das Instrument des EEG eingeführt, wodurch den Stromerzeugern drei wesentliche Vorteile gewährt wurden: Für 20 Jahre werden alle erzeugten Strommengen abgenommen, die hierfür gezahlten Preise sind festgeschrieben und sind über den Vergütungszeitraum konstant und die kaufmännische sowie physikalische Abnahme des Stroms wird vom Netzbetreiber übernommen. Ein derartiges „All-in-one-Förderpaket“ existiert für die H<sub>2</sub>-Erzeugung nicht. Aus diesem Grund müssen die potenziellen H<sub>2</sub>-Erzeuger eigenständig kreative Wege finden, wie sie dennoch Mengen- und Preissicherheiten erlangen und gleichzeitig die H<sub>2</sub>-Vermarktung ressourcenschonend abwickeln. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die H<sub>2</sub>-Erzeugung eine Ergänzung zum bestehenden Kerngeschäft ist und Kompetenzen sowie Ressourcen sukzessive erweitert werden müssen, nicht aber ad hoc zur Verfügung stehen. Auch besteht eine gewisse Unsicherheit bezüglich der Abnahmemengen, da die Verbraucher die finalen Investitionsentscheidungen noch nicht getroffen haben. Diese Abnahmeunsicherheit wird dadurch verstärkt, dass eine Mehrzahl der potenziellen H<sub>2</sub>-Abnehmer als kommunale Unternehmen dem Vergaberecht unterliegen und keine Abnahmegarantien aussprechen können.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wurde im Projekt eruiert, inwiefern über einen gemeinsamen Marktangang der H<sub>2</sub>-Erzeuger ein tragfähiges Geschäftsmodell entwickelt werden kann, das die Risiken diversifiziert und dennoch wirtschaftlich interessante Opportunitäten ermöglicht. Hierzu wurden verschiedene Geschäftsmodelle für die gemeinschaftliche H<sub>2</sub>-Erzeugung erarbeitet, hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile diskutiert und weiterentwickelt.

- **Übersicht zu alternativen H<sub>2</sub>-Vertriebsmodellen**

Um ein Geschäftsmodell zu entwickeln, das die Bedürfnisse der Akteure befriedigt, wurden zunächst Kriterien entwickelt, denen ein geeignetes Modell möglichst weitgehend entsprechen muss. Diese sind:

- eine möglichst hohe Abnahmesicherheit des Wasserstoffs,
- eine hohe Convenience (d. h. wenig Aufwand) bei der H<sub>2</sub>-Vermarktung,
- eine hohe Flexibilität für die Verbraucher auf Marktveränderungen zu reagieren und
- geringe Eintrittshürden (sowohl für die H<sub>2</sub>-Erzeuger als auch die H<sub>2</sub>-Verbraucher).

Fragestellungen rund um die H<sub>2</sub>-Logistik wurden dabei zunächst bewusst ausgeklammert, da diese Dienstleistung voraussichtlich extern beauftragt werden soll.

Gemeinsam mit den Akteuren wurden sechs Modelle entwickelt, die Lösungswege hinsichtlich der dargestellten Herausforderungen aufzeigen. Den größten Zuspruch erfuhr dabei das in Abbildung 28 veranschaulichte Geschäftsmodell.

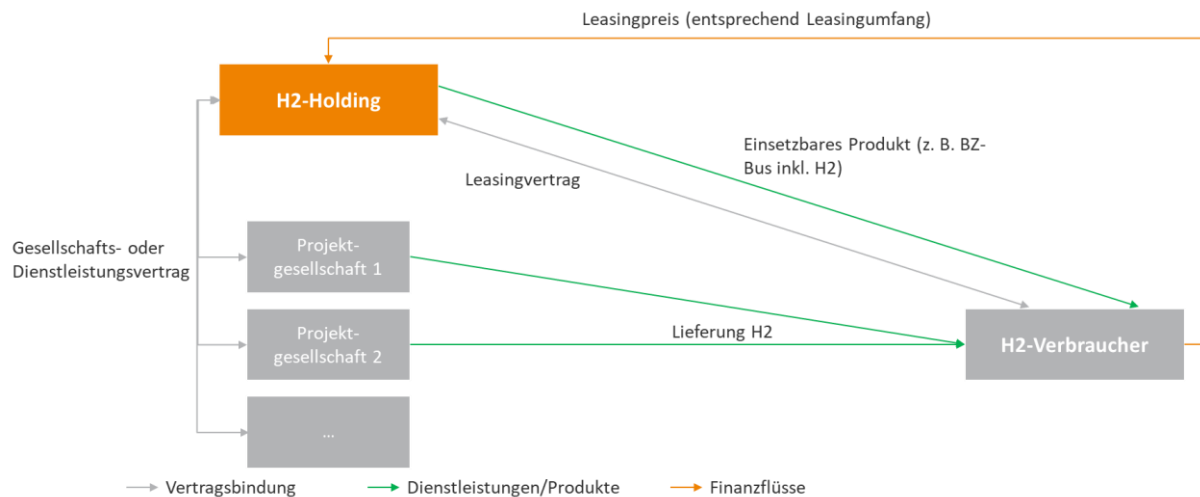


Abbildung 28: Präferiertes Geschäftsmodell „Rundum-Sorglos“ (©BMVI/BBHC)

Das Modell sieht vor, die in der Lausitz geplanten H<sub>2</sub>-Erzeugungsprojekte über eine sogenannte „H<sub>2</sub>-Holding“ zu koordinieren. Hierzu können die einzelnen Erzeuger Gesellschaftsanteile an der H<sub>2</sub>-Holding erwerben. Innerhalb der einzelnen Erzeugungsprojektgesellschaften (Projektgesellschaft 1 bis n) können die Akteure frei agieren. Die H<sub>2</sub>-Holding übernimmt für sie den Kundenkontakt bzw. den Vertrieb und organisiert die Produkt- und Finanzflüsse stellvertretend. Neben der reinen H<sub>2</sub>-Lieferung kann sie dem H<sub>2</sub>-Verbraucher alle weiteren Dienstleistungen und Assets anbieten, die notwendig sind, um den jeweiligen Anwendungsfall – zum Beispiel dem Einsatz eines Brennstoffzellenbusses im ÖPNV – umsetzen zu können. Im genannten Beispiel des ÖPNV bedeutet dies, dass die H<sub>2</sub>-Holding Brennstoffzellenbusse von einem Bushersteller beschafft und diesen inklusive des Wasserstoffs an den H<sub>2</sub>-Verbraucher verleast. Der H<sub>2</sub>-Verbraucher erhält damit ein „all-inclusive-Paket“, das in einem sogenannten „pay-per-use-Modell“ abgerechnet wird. Dieses sieht eine Abrechnung vor, die rein verbrauchsspezifisch erfolgt (EUR/km). Somit werden sämtliche Anschaffungs- und Fixkosten, wie z. B. der Wasserstoff, der Bus, die H<sub>2</sub>-Lieferkosten oder auch die Bereitstellung der Betankungsinfrastruktur von der Holding übernommen. Welcher der H<sub>2</sub>-Erzeuger (Projektgesellschaft 1 bis n) den jeweiligen H<sub>2</sub>-Verbraucher mit Wasserstoff versorgt, wird über eine intelligente Einsatzplanung aus der H<sub>2</sub>-Holding heraus orchestriert.

Die im Folgenden dargestellten fünf alternativen Modelle beinhalten Teilaktivitäten des präferierten Modells und können die Einführungsphase vorbereiten oder aber für bestimmte Marktteilnehmer bzw. Produktionspfade parallel zum „Rundum-Sorglos“ – Paket umgesetzt werden.

1. Das **Modell „Vertriebsdienstleister“** (vgl. Abbildung 29) sieht die Beauftragung eines Vertriebsdienstleisters vor, der vor allem die Convenience für die Erzeuger in der Lausitz erhöht und für sie H<sub>2</sub>-Verbraucher ausfindig macht und Vertragsabschlüsse anbahnt. Da sowohl die Vertragsgestaltung als auch die Zahlungsabwicklung weiterhin direkt zwischen H<sub>2</sub>-

Erzeuger und -Verbraucher stattfinden würde, werden die weiteren Kriterien (s. oben: Abnahmesicherheit, Flexibilität und geringe Eintrittshürden), jedoch nur bedingt erfüllt.

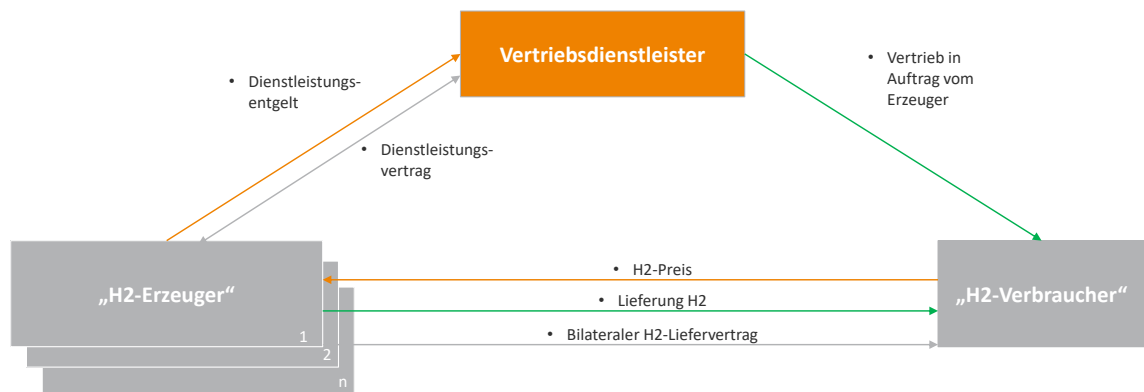


Abbildung 29: Weitere Geschäftsmodelloption "Vertriebsdienstleister" (©BMVI/BBHC)

- Das Modell in Abbildung 30 dargestellte Modell sieht den Aufbau einer „**H<sub>2</sub>-Lieferantengemeinschaft**“ vor. Das bedeutet, dass zwei (oder mehr) H<sub>2</sub>-Erzeuger einen H<sub>2</sub>-Verbraucher beliefern und vertraglich für die Lieferung gesamtschuldnerisch haften. Der Vorteil dieses Modells ist, dass die Versorgungssicherheit für den H<sub>2</sub>-Verbraucher steigt und Risiken für den H<sub>2</sub>-Erzeuger sinken. Die weiteren Kriterien (s. oben) werden jedoch nur wenig angesprochen.

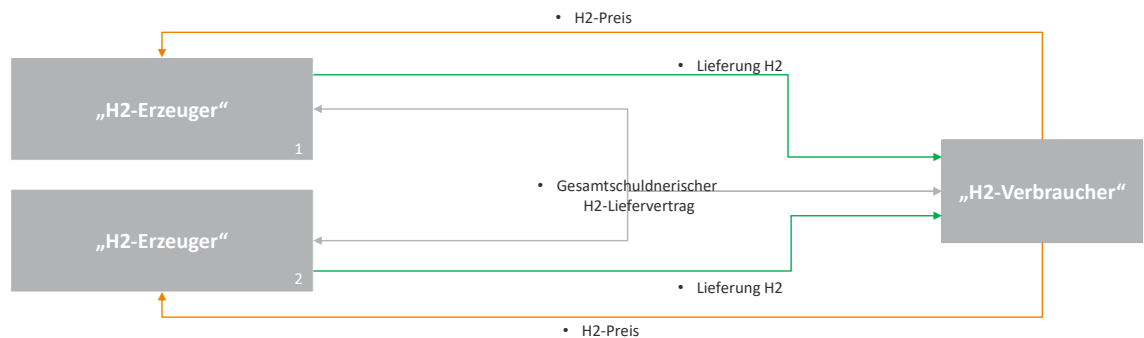


Abbildung 30: Weitere Geschäftsmodelloption "Lieferantengemeinschaft" (©BMVI/BBHC)

- Das **Modell „Marktplatz“** (vgl. Abbildung 31) sieht den Aufbau einer digitalen Plattform vor. Auf dieser werden H<sub>2</sub>-Angebot und -Nachfrage automatisiert „gematcht“. Die Plattform schafft damit vor allem Transparenz und erfüllt bei hoher Nutzung die Funktion eines kostengünstigen Vertriebsweges<sup>43</sup>. Verträge würden jedoch weiterhin zwischen H<sub>2</sub>-Erzeugern und -Verbrauchern abgeschlossen (die Plattform ist ein reiner Makler), um Risiken beim Marktplatzbetrieb zu minimieren. Neben der Vertriebsunterstützung bietet die Plattform den Vorteil, dass sie je nach Ausgestaltung der Lieferverträge weiterhin eine hohe Flexibilität bei den H<sub>2</sub>-Erzeugern und -Verbraucher gestattet.

<sup>43</sup> Eine derartige Plattform gibt es beispielsweise für die Vermarktung von Stromlieferverträgen (sogenannten PPA's): <https://www.enportal.de/ppa-marktplatz/>

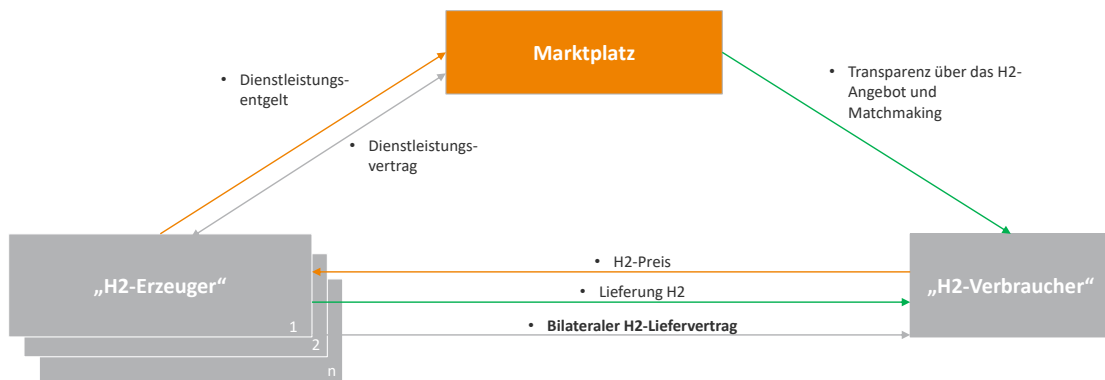


Abbildung 31: Weitere Geschäftsmodelloption "Marktplatz" (©BMVI/BBHC)

4. Das **Modell „Vertriebsplattform“** (vgl. Abbildung 32) ist eine Weiterentwicklung des dritten Modells: Ebenfalls wird eine digitale Plattform zum Matching von H<sub>2</sub>-Angebot und -Nachfrage aufgebaut. Im Unterschied zum vorherigen Modell findet die vertragliche Abwicklung ebenfalls über die Plattform statt, sodass Ausfallrisiken etc. auf sie verlagert werden. Der H<sub>2</sub>-Erzeuger steht mit dem H<sub>2</sub>-Verbraucher nur noch für die reine H<sub>2</sub>-Lieferung im direkten bilateralen Austausch. Folglich punktet das Modell vor allem mit einer hohen Convenience für den H<sub>2</sub>-Erzeuger, da er von nahezu allen Pflichten entlastet wird.

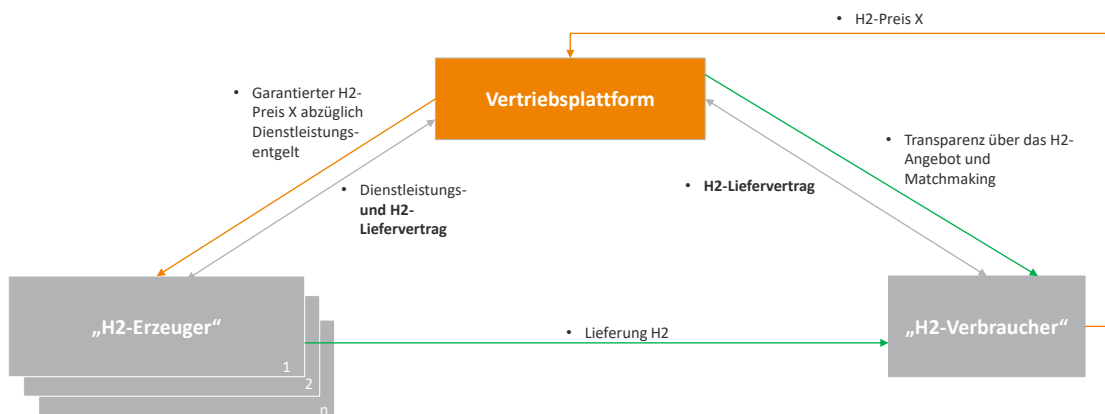


Abbildung 32: Weitere Geschäftsmodelloption "Vertriebsplattform" (©BMVI/BBHC)

5. Das **Modell „Sorglos“** (vgl. Abbildung 33) baut ebenfalls auf den Gedanken der zwei vorangegangenen Modelle auf, erweitert sie aber um zwei grundlegende Aspekte: Es schafft Preis- und Mengensicherheit sowohl für die H<sub>2</sub>-Erzeuger als auch die H<sub>2</sub>-Verbraucher<sup>44</sup>. Hierfür wird den H<sub>2</sub>-Erzeugern garantiert, dass jeglicher produzierte Wasserstoff zu einem fest vereinbarten Preis abgenommen wird. Den H<sub>2</sub>-Verbrauchern wird wiederum eine Garantie ausgesprochen, dass sie jegliche H<sub>2</sub>-Mengen zu einem ebenfalls definierten Preis erhalten. Eventuelle regionale Nachfrageüberschüsse müsste die Plattform überregional beziehen. Für die H<sub>2</sub>-Erzeuger und die H<sub>2</sub>-Verbraucher ist das Modell äußerst attraktiv, da es die Risiken an die Plattform auslagert. Folglich sind dort die Risiken jedoch als sehr hoch einzuschätzen.

<sup>44</sup> Ein ähnliches Konzept fördert das BMWi für den Aufbau internationaler H<sub>2</sub>-Lieferketten nach Deutschland: <https://h2-global.de/#konzept>

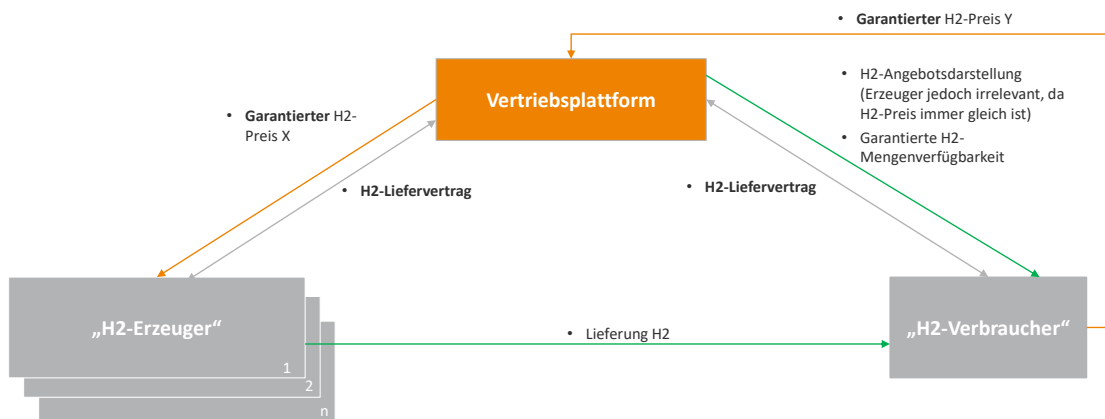


Abbildung 33: Weitere Geschäftsmodelloption "H2-Plattform (sorglos)" (©BMVI/BBHC)

6. Das **Modell „H<sub>2</sub>-Lieferung“** (vgl. Abbildung 34) entspricht dem von den Akteuren präferierten Modell „Rundum-Sorglos“ (vgl. Abbildung 28), bezieht jedoch nicht die Anschaffung und das Verleasen der Assets, wie z. B. der Busse, mit ein. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass die Risiken in der H<sub>2</sub>-Holding sinken; die Eintrittshürden für die H<sub>2</sub>-Verbraucher werden jedoch weniger stark herabgesetzt. Zudem ist das Modell so konzipiert, dass der oder die H<sub>2</sub>-Verbraucher ggf. mehrere sogenannte Scheibenverträge mit den Projektgesellschaften hält. Das hat zum Vorteil, dass zum Beispiel die volatile H<sub>2</sub>-Erzeugung mit einem Elektrolyseur, der rein aus einer Windkraftanlage gespeist wird durch eine konstantere H<sub>2</sub>-Erzeugung mittels Biogasdampfpreformierung ausgeglichen wird. Die Versorgungssicherheit für den H<sub>2</sub>-Verbraucher steigt hierdurch.

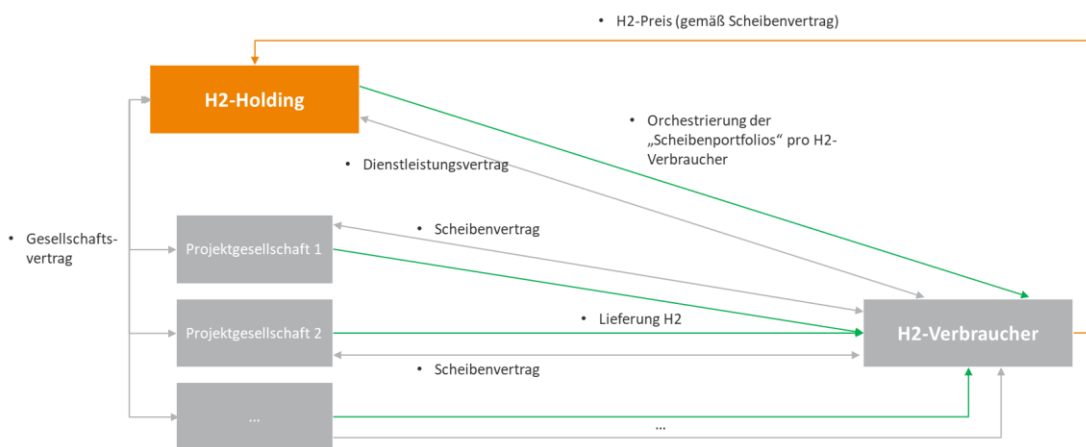


Abbildung 34: Weitere Geschäftsmodelloption "H2-Lieferung" (©BMVI/BBHC)

• **Diskussion und Vertiefung des präferierten Modells „Rundum-Sorglos“**

Das präferierte Geschäftsmodell „Rundum-Sorglos“ wie es oben skizziert ist, bietet den großen Vorteil, dass es sowohl die Bedürfnisse der H<sub>2</sub>-Erzeugerseite als auch die der H<sub>2</sub>-Verbraucherseite adressiert. Da die Risiken in Summe nicht verschwinden, sondern an die H<sub>2</sub>-Holding ausgelagert werden, sind Konzepte erforderlich, wie dies erfolgreich durchgeführt werden kann. Vor diesem Hintergrund wurde eine mögliche Ausgestaltung mit den Akteuren der Lausitz gemeinsam diskutiert und entwickelt. Die Ergebnisse sind im Folgenden zusammengefasst. Dabei ist anzumerken, dass es sich hier zunächst um erste Ideen handelt und noch keine Entscheidung zur Umsetzung gefallen ist. Zudem gibt es weitere mögliche Ausgestaltungsvarianten, die in kommenden Prozessschritten hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile abzuwägen sind. Vor diesem Hintergrund sind die im folgenden skizzierten Überlegungen als

Impulse zu verstehen, die der inhaltlichen Konkretisierung der Lausitzer H<sub>2</sub>-Projekte als Katalysator dienen sollen.

**Um Erlöse zu erzielen**, bietet die H<sub>2</sub>-Holding seinen Kunden – also den H<sub>2</sub>-Verbrauchern – folgendes Wertangebot an:

- Sämtliche Vertriebsfunktionen einschließlich Beschaffung, (Transport) und Nutzungsinfrastruktur.
- *Für die Erzeuger*: Einen flexiblen und verlässlichen Absatzkanal für klimaneutral produzierten Wasserstoff.
- *Für die Verbraucher*: Eine verlässliche und konstante Versorgung mit klimaneutral produziertem Wasserstoff.
- *Für die Verbraucher*: Ein das Risiko minimierendes Preismodell, das Kraftstoff, Infrastruktur und Hardware. inkludiert (pay-per-use).

Hieraus ergibt sich, dass die H<sub>2</sub>-Holding im Wesentlichen eine Einnahmequelle hat: Eine „all-inclusive“ Mobilitätsdienstleistung. Praxisbeispiele wie das eFarm-Projekt<sup>45</sup> oder das Lkw-Projekt von H2Energy in der Schweiz<sup>46</sup> zeigen, dass pay-per-use-Modelle auf eine hohe Akzeptanz stoßen, da sie einen einfachen und unkomplizierten Einstieg in die H<sub>2</sub>-Wirtschaft ermöglichen. Zudem haben diese „all-inclusive“-Modelle den Vorteil, dass wenn sie von H<sub>2</sub>-Verbrauchern explizit ausgeschrieben werden, es ggf. wenig Konkurrenz mit eben diesem Ansatz in der Lausitz geben wird. Das kann die Chancen auf eine lange und vertrauensvolle Kundenbindung erhöhen und führt zu einer steigenden Absatzsicherheit für die H<sub>2</sub>-Erzeuger. Darüber hinaus können zudem perspektivisch weitere Einnahmen durch den Verkauf von Fahrzeugen nach Ablauf der Nutzungsdauer generiert werden<sup>47</sup>.

**Um den Kunden das Wertangebot anbieten zu können** und die Erlöse zu generieren, muss die H<sub>2</sub>-Holding diese wesentlichen Aufgaben erfüllen:

- „Einkauf“ des Wasserstoffs.
- Orchestrierung der Einsatzplanung der H<sub>2</sub>-Erzeuger.
- Beschaffung der Assets auf Nachfrageseite, z. B. Brennstoffzellenbusse.
- Vertrieb/Marketing für den erzeugten Wasserstoff.
- Vertragsgestaltung.
- Zahlungsabwicklung.
- Gesellschaftermanagement.
- Infrastruktur:
  - *Alternative 1*: Bereitstellung und Betrieb der Infrastruktur.
  - *Alternative 2*: Vergabe der Dienstleistungen für den Infrastrukturbetrieb.

Als mögliche Gesellschafter einer derartigen H<sub>2</sub>-Holding kommen einerseits die H<sub>2</sub>-Erzeuger selbst – zum Beispiel Stadtwerke – aber auch weitere Akteure wie H<sub>2</sub>-Verbraucher oder auch Bürgerbeteiligungen in Frage. In Bezug auf die Gewinnung und Einbindung von Gesellschaftern kann das eFarm-Projekt der Firma GP Joule als Positivbeispiel herangezogen werden: Für die übergeordnete

---

<sup>45</sup> Vgl. <https://www.efarm.nf>

<sup>46</sup> Vgl. <https://www.coop.ch/de/unternehmen/medien/medienmitteilungen/2020/coop-bringt-weitere-wasserstoff-lastwagen-auf-die-strassen.html>

<sup>47</sup> Hierbei ist anzumerken, dass die Restwerte von Brennstoffzellen-Bussen aufgrund fehlender Beispiele und unklarer technischer Abnutzung mit Unsicherheit behaftet sind.

Projektgesellschaft wurden verschiedenste Akteure aus mehreren Wertschöpfungsstufen als Gesellschafter gewonnen. Das stärkt zum einen die Dynamik der Umsetzung, führt zum anderen aber insbesondere zu einer steigenden Akzeptanz eines solchen Modells in der Region. Im Hinblick auf die Akzeptanzprobleme beim Ausbau der erneuerbaren Energie zur Stromerzeugung ist es ratsam, beim Aufbau einer Lausitzer H<sub>2</sub>-Wirtschaft aus diesen Fehlern zu lernen und früh in akzeptanzfördernde Maßnahmen zu investieren.

- **Chancen und Risiken**

In der qualitativen Bewertung des Geschäftsmodells zeigt sich, dass viele Chancen gibt, die die Risiken zu überwiegen scheinen:

Chancen	Risiken
Strategische Positionierung, um H <sub>2</sub> -Markt in der Praxis zu verstehen	Marktentwicklung verläuft unerwartet (langsamer, keine Rolle für SW ...)
Lernen auf allen Wertschöpfungsstufen (da Holding als Bindeglied fungiert)	
Nutzung eines „Window of opportunity“: aktuell gibt es ein Vakuum zwischen Erzeugung und Verbrauch	
Besetzen der „freien“ Rolle des „Orchestrators“ und Infrastrukturbetreibers	Infrastrukturbetrieb per Trailer ist nicht Kernkompetenzen von Stadtwerken
Möglichkeit am H <sub>2</sub> -Markt teilzunehmen durch Risikoteilung (insbesondere relevant für kleinere Stadtwerke)	
Aktuell gibt es ausreichend Fördermittel (Hoffnung: jetzt ist es günstiger zu investieren als zu späterem Zeitpunkt: Summe Förderwegfall > Skaleneffekte)	Lernkurve verläuft schneller als erwartet (s. PV)
Positive Leuchtturmeffekte: Marketing	Zu hohe Erwartungen seitens der Politik/Gesellschafter

Abbildung 35: Bewertung des Geschäftsmodells "Rundum-Sorglos" (@BMVI/BBHC)

Die meisten Chancen liegen in der strategischen Positionierung der Lausitz während des Markthochlaufs der nationalen Wasserstoffwirtschaft. Im Vorfeld ermöglicht die Umsetzung eines solchen Geschäftsmodells die praktische Erfahrung entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Diese Erfahrungen ermöglichen während des Markthochlaufs der Wasserstoffwirtschaft nicht nur eine gewisse Eigenständigkeit innerhalb der Region, sondern auch die Möglichkeit, diese Erfahrungen in Zukunft über die Lausitz hinaus zu exportieren.

Die frühzeitige Positionierung und Umsetzung einer funktionierenden Wasserstoff-Wertschöpfungskette ist in diesem Sinne ein wertvolles Marketinginstrument, um sich als Unternehmen in der Lausitz überregional zu positionieren. Paradebeispiele hierfür sind das bereits erwähnte eFarm-Projekt von GP Joule oder das Hybridkraftwerk von ENERTRAG<sup>48</sup>. Regionale Unternehmen, die in diesem Bereich Pionierarbeit geleistet haben, haben durch die frühzeitige Positionierung höhere Sichtbarkeit erreicht und konnten sich national und zum Teil auch international positionieren.

Gleichzeitig verfügt die Region Lausitz über eine einzigartige Chance, die genutzt werden kann: In Abwesenheit eines etablierten Marktes besteht derzeit ein Vakuum zwischen Angebot und Nachfrage. Dieses Vakuum umfasst sowohl den Transport des Wasserstoffs selbst als auch die notwendige Betankungsinfrastruktur, um ihn im Mobilitätssektor einzusetzen. Dieses Vakuum ermöglicht die

<sup>48</sup> <https://enertrag.com/produkte/windgas>



Umsetzung einer Lösung mit relativ wenig Wettbewerb. Die einzige Konkurrenz in diesen Bereichen kommt derzeit von überregionalen Akteuren wie Industriegasversorgern und Infrastrukturbauunternehmen. Die Etablierung eines „Rundum-Sorglos“-Modells würde es der Holding und damit den Akteuren in der Lausitz ermöglichen, zu entscheiden, ob die mit den Leistungen verbundenen Wertschöpfungsanteile in der Lausitz verbleiben oder an externe Anbieter vergeben werden.

Die in diesem Modell vorgesehene Risikoteilung ermöglicht es den Gesellschaftern zudem, sich in neuen Geschäftsfeldern mit begrenzten individuellem Risiko zu engagieren. Durch die Bündelung von Ressourcen und Risiken können die Gesellschafter zum Beispiel beschließen, in ein Netz für den Pipeline- oder Trailertransport zu investieren. Im Rahmen der Workshops zum Thema Geschäftsmodell haben kommunale Unternehmen bereits Interesse an Co-Investitionen im Transportbereich geäußert. Das „Rundum-Sorglos“-Modell ist für solche gemeinsamen Investitionen konzipiert.

Eine weitere Chance schließlich liegt in der Finanzierung der ersten Projekte. Zahlreiche internationale, nationale und regionale Förderprogramme haben die finanziellen Investitionen in die erste Generation von Wasserstoffprojekten deutlich gesenkt. Investitionszuschüsse von vierzig bis sechzig Prozent der Kapitalkosten für Elektrolyseure, Transport- und Betankungsinfrastruktur sind derzeit möglich. Auch die Mehrkosten für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge werden im Rahmen verschiedener Programme erheblich subventioniert. Es ist zwar ungewiss, wie lange solche Programme zur Verfügung stehen werden, aber es ist sicher, dass die Förderung sinkt, sobald die Technologien auf dem Markt Fuß gefasst haben.

Neben den zahlreichen Chancen gibt es auch einige Risiken, die bei der Umsetzung des „Rundum-Sorglos“-Modell zu beachten sind. Die meisten Risiken betreffen die Geschwindigkeit, mit der sich der Markt entwickelt. Einerseits könnte eine schnelle Marktentwicklung die Lernkurve in der technologischen Entwicklung deutlich beschleunigen. Es ist möglich, dass durch erhebliche Subventionen in den Anfangsjahren und die Serienproduktion die Kosten für Produktionstechnologien stark sinken. Vor diesem Hintergrund ist es denkbar, dass aufgrund der 20-jährigen Lebensdauern von Technologien die ersten Projekte auf lange Sicht noch zu den teureren Projekten gehören. Gleichzeitig würde eine langsamere Marktentwicklung zu einer Verteuerung der Infrastruktur aufgrund einer schlechteren Auslastung führen.

Ein zweites nennenswertes Risiko ist das Gegenstück zu einer der oben genannten Chancen. Während die Risikoteilung die Ausweitung auf neue Geschäftsfelder ermöglicht, birgt die gleiche Aktivität ein Risiko. Da diese neuen Bereiche nicht zu den Kerngeschäftsfeldern der Stadtwerke oder anderer potenzieller Investoren gehören, können Fehler bei der Planung, der Investition oder dem Betrieb gemacht werden. Dennoch kann das Risiko durch die Ausschreibung solcher Aktivitäten an externe Akteure gemindert werden.

- **Rechtliche Einordnung**

Wie bei jedem unternehmerischen Vorhaben hat der rechtliche Rahmen einen großen Einfluss auf die Freiheitsgrade und die Wirtschaftlichkeit solcher Projekte. Vor diesem Hintergrund haben die Beteiligten gemeinsam mit dem Beraterkonsortium begonnen, rechtliche Fragen zur Umsetzung des gewählten Geschäftsmodells in der Lausitz zu untersuchen. Während eine erste rechtliche Analyse durch die Rechtsanwälte von Becker Büttner Held eine Orientierung bot, müssen bei der Entwicklung des Geschäftsmodells viele Aspekte weiter vertieft werden.

In Anbetracht der großen, oft unerschwinglichen Kapitalinvestitionen, die sowohl für die Erzeugungsanlagen als auch für die Verteilungs- und Betankungsinfrastruktur erforderlich sind, wurden zunächst Strategien mit einer Beteiligung der öffentlichen Hand untersucht. Die Möglichkeit öffentlicher Investitionen ist zwar nicht ausgeschlossen, aber mit erheblichen Hürden bei der Umsetzung verbunden. In erster Linie wurde die Bereitstellung der erforderlichen Tankstelleninfrastruktur im Rahmen der Daseinsvorsorge vorgeschlagen. Grundsätzlich können solche Güter von der öffentlichen Hand bereitgestellt werden, wenn sie lebensnotwendig sind, aber von der Privatwirtschaft nicht bezahlbar bereitgestellt werden können. Die Existenz privater Unternehmen, die Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, insbesondere im Bereich der Betankungsinfrastruktur, anbieten, würde die Umsetzung eines solchen Rechtskonstrukts jedoch erschweren.

Bei den Beschaffungsstrategien der kommunalen Unternehmen und der öffentlichen Verkehrsbetriebe spielt die öffentliche Hand wieder eine Rolle. Das größte Interesse an den Dekarbonisierungspotenzialen des Wasserstoffs haben bisher die öffentlichen Verkehrsbetriebe gezeigt. Dies ist zu einem großen Teil auf die regulatorischen Anforderungen der europäischen Clean-Vehicles-Richtlinie und deren deutsche Umsetzung im Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge zurückzuführen. Doch trotz dieses Interesses schränkt das Vergaberecht die Möglichkeit ein, Projekte durch langfristige Abnahmeverträge direkt zu unterstützen. Das Vergaberecht schreibt u. a. vor, dass öffentliche Verkehrsmittel ihre Kraftstoffe ausschreiben müssen, was ihre Möglichkeiten zur Direktvergabe einschränkt. Es gibt zwar Möglichkeiten der internen Vergabe, die jedoch eine erhebliche Investition in das Erzeugungsprojekt selbst erfordern.

Darüber hinaus stellt die Beschaffung nicht nur im öffentlichen, sondern auch im privaten Kontext eine Hürde dar. Im „Rundum-Sorglos“-Modell stehen zwei Arten von Verträgen im Vordergrund: Energieverträge und Fahrzeugleasingverträge.

Energie-Contracting-Modelle und damit verbundene Verträge werden zunehmend auf die Wasserstoffwirtschaft angewandt. Das Hauptproblem bei solchen Verträgen ist die zulässige Laufzeit. Verträge für den reinen Verkauf von Wasserstoff als Ware haben nach den bewährten Marktpraktiken und den rechtlichen Vorgaben eine Laufzeit von zwei bis fünf Jahren. Bei Leasingmodellen, bei denen eine Erzeugungsanlage geleast wird, sind jedoch längere Laufzeiten von teilweise bis zu zwanzig Jahren zulässig. Beim Fahrzeugleasing geht es in erster Linie um den Restwert des Fahrzeugs am Ende des Leasingvertrags. Je nach Vertragsgestaltung kann dies große steuerliche Auswirkungen für den Nutzer haben.

Gleichwohl können innovative Geschäftsmodelle aus anderen Regionen vielversprechend für den Markthochlauf in der Lausitz sein. Das Institut für Innovative Technologien Bozen ist ein Forschungsinstitut, das sich aus privaten und öffentlichen Partnern zusammensetzt und anstrebt, Wasserstofftechnologien in Südtirol voranzutreiben. Durch die Einstufung als Forschungsinstitut konnte es sich höhere Förderquoten für Wasserstofffahrzeuge sichern und hat begonnen, öffentliche Verkehrsleistungen zu erbringen. Die Anwendbarkeit in der Lausitz, wie auch alle anderen oben genannten Aspekte, muss jedoch rechtlich genau geprüft werden.

- **Weitere Schritte**

Es zeigt sich, dass das entwickelte Geschäftsmodell „Rundum-Sorglos“ eine adäquate Lösung für die Herausforderungen – vor denen vor allem die H<sub>2</sub>-Erzeuger stehen – sein kann. Diesen aktuellen Stand gilt es inhaltlich weiterzuentwickeln und um das Commitment zur Umsetzung durch die Akteure näher

an die Realisierung heranzuführen. Dabei ergeben sich insbesondere vier Aufgaben für die Akteure in der Lausitz:

- **Identifizierung der interessierten Holding-Gründer:** Neben der Interessensbekundung einzelner Akteure wird die Identifizierung eines zentralen Treibers ein – wenn nicht das – wichtigste Kriterium für eine erfolgreiche Weiterführung des Geschäftsmodellgedankens sein.
- **Abstimmung zu gemeinsamen Zielen:** Nachdem der Kreis sich gefunden hat – und gegebenenfalls sukzessive erweitert wird – ist es wichtig, die Idee weiterzuentwickeln und eine gemeinsame Vision zu entwickeln.
- **Weiterentwicklung und Konkretisierung der Idee:** Die in Abbildung 35 dargestellte qualitative Bewertung ist ein erster Schritt zur Risikoeinschätzung einer solchen Unternehmung. Diese gilt es inhaltlich zu ergänzen und um quantitative Analysen abzurunden.
- **Tiefgreifende rechtliche Prüfung, um die Chancen zu maximieren und die Risiken zu minimieren:** Eine Reihe von Risiken kann durch die Implementierung intelligenter Rechtskonstruktionen minimiert werden. Eine rechtliche Prüfung des Modells kann diese Aspekte ermitteln und abmildern.

## 6 Förder- und Finanzierungsprogramme

Zum Zeitpunkt der Strategiedialoge in der Lausitz existieren eine Vielzahl an unterschiedlichsten Förderprogrammen mit stark variierenden Förderbedingungen sowie Anforderungen an die zu fördernden Projekte und Akteure. Nur selten sind Förderprogramme passgenau für die geplanten Vorhaben (Zielstellung, Fördergegenstand, Antragsberechtigte, Förderquoten, Projektzeitraum und -dauer, Ort der Realisierung). In der Regel lohnt es sich daher, unterschiedliche Förderprogramme und Finanzierungsquellen zu kombinieren, um sich voneinander abgegrenzte Projektbestandteile jeweils fördern zu lassen. Das Risiko dieses Vorgehens besteht darin, dass nicht alle Projektbestandteile (zeitgleich) gefördert werden und somit der Erfolg des Gesamtvorhabens gefährdet ist. Alternativ können „thematisch ferne“ aber dafür breit angelegte Förderprogramme genutzt werden, die vielleicht auf den ersten Blick nicht direkt mit dem Vorhaben in Verbindung gebracht werden, bei genauerem Hinsehen sich aber als geeigneter zur Realisierung des Vorhabens herausstellen als die spezifischeren Förderprogramme. Ein Beispiel hierfür ist der europäische Fond für regionale Entwicklung (EFRE) oder aber auch der Deutsche Aufbau- und Resilienzplan (DARP), der als Reaktion auf die Corona-Pandemie ins Leben gerufen wurde.

Grundsätzlich sollte bei der Projektentwicklung und Auswahl von Förderprogrammen auch die Zeit nach der Förderperiode im Blick behalten werden, sofern es sich nicht um reine Beschaffungsvorhaben handelt. Der Antragsteller bzw. das Projektkonsortium wird in der Regel automatisch Eigentümer von Infrastrukturen, Fahrzeugen und Anlagen und ist auch nach Projektende für den Weiterbetrieb zuständig. Wenn ein Demonstrationsvorhaben also langfristig angelegt ist und ein Weiterbetrieb der Anlagen nach Projektende geplant wird, sollte der zukünftig vorgesehene Betreiber Antragsteller im Projekt werden oder aber die Übertragbarkeit von Investitionen nach Projektende im Vorfeld mit dem Fördergeber abgestimmt werden.

Da viele der aktuellen Förderprogramme reine Investitionsprogramme sind, d.h. nur die Beschaffung anteilig finanziert wird, sollte bei fehlender perspektivischer Wirtschaftlichkeit des Anlagenbetriebs eine Anschlussförderung bzw. Fehlbetragsfinanzierung zur Deckung der Verluste angestrebt werden.

Im Folgenden wird ein Überblick über zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge für die Lausitz geeignete Förderprogramme – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – gegeben. Die Informationen zu den Zielen, Inhalten und Förderkonditionen entstammen den angegebenen Quellen und sind ohne Gewähr. Bei Interesse sollte das direkte Gespräch mit dem Fördermittelgeber gesucht werden, um die Eignung des Programms und seine Förderbedingungen individuell zu prüfen.

## 6.1 Europäische Förderprogramme

### 6.1.1 Connecting Europe Facility/Alternative Fuels Infrastructure Facility

Quelle: <https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/c20215763-cef-financing-annex.pdf>

Das am 5.8.2021 veröffentlichte neue Arbeitsprogramm der europäischen Initiative „Connecting Europe Facility“ für den Zeitraum 2021 - 2027 sieht ein neues Förderprogramm vor für den Aufbau von Wasserstofftankstellen und zugehörigen Infrastrukturen zur Erzeugung von grünem Wasserstoff für den Verkehrssektor entlang der TEN-T Korridore vor. Dieses Förderprogramm soll im Zeitraum 2021 - 2023 alle 4-5 Monate neue Förderaufrufe beinhalten, mit einem jährlichen Volumen von 525 Mio. EUR.

**Antragsberechtigt:** Eigentümer von Wasserstofftankstellen und zugehörigen Produktionsinfrastrukturen entlang der europäischen TEN-T Korridore.

**Förderquoten:** Zuschuss in Höhe von bis zu 50 % der förderfähigen Kosten.

**Fristen:** Werden zeitnah in den jeweiligen Förderaufrufen bekannt gegeben, noch nicht veröffentlicht.

### 6.1.2 Deutscher Aufbau- und Resilienzplan (DARP)

Quelle: <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Europa/DARP/deutscher-aufbau-und-resilienzplan.html>

Die Europäische Union hat auf die wirtschaftlichen Folgen der Corona-Pandemie mit dem Programm „Next Generation EU“ in Höhe von 750 Mrd. Euro reagiert. Die diesem Programm zugeordnete Aufbau- und Resilienzfazilität (ARF) stehen jedem europäischen Mitgliedsstaat Gelder zur Verfügung, um nationale Schwerpunkte zu fördern und gemeinsam gestärkt aus der Krise hervorzugehen. Deutschland plant die ihm zustehenden Mittel in Höhe von ca. 25 Milliarden Euro zu nutzen, um Maßnahmen der Digitalisierung und der Energiewende zu finanzieren. Die dem Klimaschutz zugeordneten Maßnahmen umfassen u.a. die Dekarbonisierung durch erneuerbaren Wasserstoff, die klimafreundliche Mobilität und das klimafreundliche Bauen. Die dem Themenfeld erneuerbarer Wasserstoff zugeordneten Mittel aus dem ARF belaufen sich auf 3,26 Milliarden EUR, die um weitere 3,5 Milliarden EUR aus dem Energie- und Klimafond aufgestockt werden.

**Antragsberechtigt:** Die Verteilung der Mittel erfolgt nicht direkt, sondern über folgende Förderprogramme bzw. Wettbewerbe:

- IPCEI (Important Project of Common European Interest)<sup>49</sup>
- Förderprogramm Dekarbonisierung der Industrie
- Pilotprogramm Klimaschutzverträge nach dem Prinzip „Carbon Contracts for Difference“<sup>50</sup>
- Projektbezogene Forschung (Klimaschutzforschung)

---

<sup>49</sup> Antragsfrist zur Bewerbung im Frühjahr 2021 abgelaufen

<sup>50</sup> Noch in der Abstimmung (siehe:

[https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/eckpunktepapier\\_klimaschutzvertraege\\_ccfd\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/eckpunktepapier_klimaschutzvertraege_ccfd_bf.pdf))

- Leitprojekte zu Forschung und Innovation im Kontext der Nationalen Wasserstoffstrategie<sup>51</sup>

### 6.1.3 Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) Brandenburg

Quelle: <https://efre.brandenburg.de/efre/de/foerderperiode-2021-2027/>

Der Europäische Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) dient der Reduzierung von wirtschaftlichen und sozialen Differenzen in der Europäischen Union. In mehrjährigen Förderperioden, deren thematische Schwerpunktsetzung die Regionen selbst vornehmen können, werden insbesondere Maßnahmen

- zur Schaffung von dauerhafter Beschäftigung bei kleineren und mittleren Unternehmen (KMU),
- für Infrastrukturen im Zusammenhang mit Forschung und Innovation, Telekommunikation, Umwelt, Energie und Transport,
- Projektvorhaben der regionalen und lokalen Entwicklung sowie zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen Städten und Regionen.

gefördert.

**Antragsberechtigt:** Förderrichtlinien zur neuen Programmperiode 2021 - 2027 noch in der Fertigstellung.

**Förderquoten:** Förderrichtlinien zur neuen Programmperiode 2021 - 2027 noch in der Fertigstellung.

**Fristen:** Förderrichtlinien zur neuen Programmperiode 2021 - 2027 noch in der Fertigstellung.

### 6.1.4 European Innovation Fund

Quelle: [https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund_en)

Der Innovation Fund finanziert sich aus den Einnahmen des Europäischen CO<sub>2</sub>-Emissionshandelssystems (ETS) und unterstützt innovative Klimaschutzprojekte in Europa, die erhebliche Emissionssenkungen bewirken können. Ziel des Programms ist es, Investitionen in klimafreundliche Energieerzeugung und -nutzung zu fördern, um das Wirtschaftswachstum anzukurbeln, zukunftssichere Arbeitsplätze vor Ort zu schaffen und die technologische Führungsrolle Europas im globalen Maßstab zu stärken.

Fördergegenstand der regelmäßigen Förderaufrufe für kleinere („small scale“, < 7,5 Mio.) und größere („large scale“, > 7,5 Mio. EUR) Projektvorhaben sind

- innovative kohlenstoffarme Technologien und Verfahren in energieintensiven Industrien, einschließlich Produkten, die kohlenstoffintensive Industrien ersetzen
- Kohlenstoffabscheidung und -nutzung (CCU)
- Bau und Betrieb von Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS)
- innovative erneuerbare Energieerzeugung
- Energiespeicherung

Die förderfähigen Projekte müssen in Bezug auf Planung, Geschäftsmodell sowie finanzielle und rechtliche Struktur ausreichend ausgereift sein.

---

<sup>51</sup> Antragsfrist im Herbst 2020 abgelaufen (Wettbewerb Leitprojekte im Rahmen des Förderprogramms „Wasserstoffrepublik“)

**Antragsberechtigt:** keine Beschränkung, Projekt muss in der EU umgesetzt werden (Mitgliedsstaat)

**Förderquoten:** bis zu 60 % der Investitions- und Betriebsmehrkosten (Projekte > 7,5 Mio. EUR) und 60 % der Projektkosten (Projekte < 7,5 Mio. EUR).

**Fristen:**

- 26.10.2021 – 01.03.2022 (Antragszeitraum für Projekte > 7,5 Mio. EUR)
- 15.03.2022 – Ende August 2022 (Antragszeitraum für Projektvorhaben < 7,5 Mio. EUR)

## 6.2 Nationale Programme

### 6.2.1 Förderrichtlinie „RUBIN“ (Regionale unternehmerische Bündnisse für Innovation)

Quelle: <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/PTI/buendnisse-fuer-innovation-rubin.html>

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt Entwicklungen in strukturschwachen Regionen zu neuen und bereits existierenden regionalen unternehmerischen Bündnissen für Innovation (RUBIN). Gefördert werden Einzel- und Verbundprojekte von regional, eng und verbindlich zusammenarbeitenden Bündnisse aus Unternehmen, insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und Start-ups sowie Hochschulen, Forschungseinrichtungen oder sonstigen Organisationen in folgenden Phasen:

- Konzeptphase: Erarbeitung eines RUBIN-Konzeptes.
- Umsetzungsphase: Implementierung des RUBIN-Konzeptes.

Die Förderung ist themen- und technologieoffen. Themen in den Innovationsfeldern der Zukunft mit hohem Innovations- und Wachstumspotenzial werden bevorzugt.

**Antragsberechtigt:**

- Konzeptphase: KMU, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und sonstige Organisationen mit Forschungs- und Entwicklungskompetenz.
- Umsetzungsphase: pro Bündnis in der Regel 7 bis 15 Partner, davon überwiegend Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, Start-ups, Hochschulen und sonstige Organisationen mit Forschungs- und Entwicklungskompetenz.

**Förderquoten:** Beihilferecht findet Anwendung (< 50 % für Unternehmen, 100% für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Hochschulen). Bei nichtwirtschaftlichen Forschungsvorhaben wird zusätzlich zu den zuwendungsfähigen Ausgaben eine Projektpauschale in Höhe von 20 Prozent gewährt.

Die Konzeptphase wird mit bis zu 200.000 EUR je Bündnis unterstützt, die Umsetzungsphase mit bis zu 12 Mio. EUR.

**Fristen:** jährlich zum 01.02. (Jahr 2022: 3. Runde/letzte Runde)

### 6.2.2 Förderrichtlinie „STARK“ (Stärkere Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und Kohlekraftwerkstandorten)

Quelle: [https://www.bafa.de/DE/Wirtschafts\\_Mittelstandsfoerderung/Beratung\\_Finanzierung/Stark/stark\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Wirtschafts_Mittelstandsfoerderung/Beratung_Finanzierung/Stark/stark_node.html)

Das Förderprogramm STARK zielt darauf ab den Transformationsprozess in den Kohleregionen durch Zuwendungen für nicht-investive Projekte zur Strukturstärkung zu unterstützen. Die geförderten

Projekte sollen dazu beitragen, eine erfolgreiche ökonomisch, ökologisch und sozial nachhaltige Transformation der Kohleregionen zu unterstützen, mit dem Ziel, die Kohleregionen zu international sichtbaren Modellregionen einer treibhausgasneutralen, ressourceneffizienten und nachhaltigen Entwicklung zu machen. Die STARK Förderrichtlinie sieht zu jedem Antrag eine Beteiligung des Bundeslandes vor, in dem das Projekt wirkt.

*Förderkategorien sind:* Vernetzung, Wissens- und Technologietransfer, Beratung, Qualifikation/Aus- und Weiterbildung, Nachhaltige Anpassung öffentlicher Leistungen, Planungskapazitäten und Strukturentwicklungsgesellschaften, Gemeinsinn und gemeinsames Zukunftsverständnis, Außenwirtschaft, Wissenschaftliche Begleitung des Transformationsprozesses, Stärkung unternehmerischen Handelns, Innovative Ansätze.

**Antragsberechtigt:** natürliche und juristische Personen.

**Förderquoten:** < 90 % der förderfähigen Kosten, investive Kostenanteile dürfen 25 % der Gesamtprojektkosten nicht übersteigen.

**Fristen:** fortlaufend bis 31.12.2038

### 6.2.3 GRW - Ausbau der wirtschaftsnahen kommunalen Infrastruktur

Quelle: <https://www.ilb.de/de/infrastruktur/alle-infrastruktur-foerderprogramme/grw-ausbau-der-wirtschaftsnahen-kommunalen-infrastruktur/>

Das Ziel des mit Landes- und Bundesmitteln finanzierten Programms ist die Schaffung einer funktionsfähigen, wirtschaftsnahen Infrastruktur, vorrangig in den regionalen Wachstumskernen<sup>52</sup>. Gefördert werden u.a. Vorhaben zur

- Erschließung und die Erweiterung von Industrie- und Gewerbegebiete
- Errichtung oder der Ausbau zur Anbindung von Gewerbebetrieben an das überregionale Straßen- und Schienenverkehrsnetz
- Errichtung oder der Ausbau von Abwasser-, Strom-, Gas-, Fernleitungen und andere Energieleitungen und Verteilungsanlagen zur Anbindung von Gewerbegebieten
- Errichtung oder der Ausbau von Gewerbezentren
- Einrichtung, Modernisierung und der Ausbau von Einrichtungen der beruflichen Bildung
- Regionalbudget und Regionalmanagement für regionale Wachstumskerne
- Erarbeitung von regionalen Entwicklungskonzepten für regionale Wachstumskerne und Kur- und Erholungsorte
- Planungs- und Beratungsleistungen zur Vorbereitung förderfähiger Infrastrukturmaßnahmen
- Kooperationsnetzwerke und Innovationscluster
- Vorhaben gemäß Experimentierklausel

**Antragsberechtigt:** Gebietskörperschaften oder kommunale Zweckverbände, die der Kommunalaufsicht unterstellt sind.

**Förderquoten:**

---

<sup>52</sup> Ggfs. abweichende Förderinhalte und -konditionen für Sachsen, zu prüfen unter: <https://www.foerderung.smwa.sachsen.de/>

- *Projektvorhaben*: < 60% bzw. < 95 % (im Falle von: Infrastrukturmaßnahmen im Rahmen einer interkommunalen Kooperation oder einer regionale Entwicklungsstrategie, Revitalisierung von Industriebrachflächen)
- *Regionalmanagementvorhaben*: < 75 % (höchstens 200.000 EUR p.a.)
- *Regionalbudgetvorhaben*: < 80 % (höchstens 150.000 EUR p.a.)
- *Regionale Entwicklungskonzepte, Planungs- und Beratungsleistungen*: < 75 % (max. 50.000 EUR)

**Fristen:** Die aktuelle Förderperiode endet am 31.12.2021, eine Fortführung des Programms ab 2022 ist vorgesehen.

#### 6.2.4 HyLand 2.0 – Wasserstoffregionen in Deutschland (Aufruf „HyExperts“)

Quelle: <https://www.ptj.de/projektfoerderung/nip/hyland-aufruf2>

Mit der Regionenförderung „HyLand“ des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP 2.0) sollen Kommunen und Regionen unterstützt werden, die Potenziale dieser Schlüsseltechnologie vor Ort zu erkennen („HyStarter“), tragfähige Konzepte zu erstellen („HyExperts“) sowie zusammen mit Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft aktiv umzusetzen („HyPerformer“).

**Antragsberechtigt:** Gebietskörperschaften

**Förderquoten:** 400.000 EUR Zuschuss zu Ausgaben für Beratungs- und Planungsleistungen durch einen qualifizierten Dienstleister.

**Fristen:** 18.6.2021<sup>53</sup>

#### 6.2.5 Ideenwettbewerb „Wasserstoffrepublik Deutschland“ (BMBF) - Grundlagenforschung Grüner Wasserstoff

Quelle: <https://www.ptj.de/projektfoerderung/anwendungsorientierte-grundlagenforschung-energie/ideenwettbewerb-gruener-wasserstoff>

Erwartet werden Projektvorschläge zu hochinnovativen Lösungen für Kernfragestellungen zum Grünen Wasserstoff entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Erzeugung, Speicherung, Transport sowie Nutzung einschließlich Rückverstromung). Dabei sollen insbesondere Fragestellungen der Materialforschung sowie mögliche Schlüsseltechnologien der nächsten und übernächsten Generation in den Blick genommen werden. Ferner sind auch Systemstudien zur Integration von Grünem Wasserstoff in das Energiesystem (z.B. Simulationen, techno-ökonomische Analysen, Pfadbewertungen) als Beitrag zum Monitoring/zur Weiterentwicklung der Wasserstoffstrategie förderfähig.

**Antragsberechtigt:** Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen mit Forschungs- und Entwicklungskapazitäten in Deutschland sowie Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft und andere juristische Personen des öffentlichen oder privaten Rechts.

**Förderquote:** Wirtschaftlich tätige Unternehmen und Organisationen < 50 % der zuwendungsfähigen projektbezogenen Ausgaben.

---

<sup>53</sup> Es wurden zwei Bewerbungen für die brandenburgische und die sächsische Lausitz eingereicht.



**Fristen:** 31.10.2021

### 6.2.6 Kommunalrichtlinie

Quelle: [https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/BMU\\_Foerderung\\_Kommunalrichtlinie\\_14082020.pdf](https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/BMU_Foerderung_Kommunalrichtlinie_14082020.pdf)

Ziel der Richtlinie ist es, die Anreize zur kostengünstigen Erschließung von Minderungspotenzialen im kommunalen Umfeld zu verstärken, die Minderung von Treibhausgasemissionen zu beschleunigen und messbare Treibhausgaseinsparungen zu realisieren. Mit den durch diese Richtlinie geförderten investiven Vorhaben werden über die Wirkdauer der Maßnahmen jährliche zusätzliche Einsparungen in Höhe von mindestens 400.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent (brutto) angestrebt. Ziel ist zudem, den Fördermitteleinsatz pro vermiedener Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent auf 50 Euro pro Tonne (brutto) zu begrenzen.

Förderschwerpunkte mit Bezug zu den Projektideen in der Lausitz sind u.a.

- Aufbau und Betrieb *kommunaler Netzwerke* zu den Themenbereichen Klimaschutz, Energieeffizienz, Ressourceneffizienz sowie klimafreundliche Mobilität.
- *Potentialstudien* zu kurzfristig umsetzbaren Maßnahmen, die sich in eine langfristige Strategie einbetten. Gefördert wird die Erstellung von Potenzialstudien für die Bereiche: Abfallentsorgung, Siedlungsabfalldeponien, Abwasserbehandlungsanlagen, Trinkwasser, Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe, Digitalisierung.
- Investive Maßnahmen zur Umstellung von aerober zu *anaerober Klärschlammbehandlung* durch Faulung mit dem Ziel der Methangewinnung zur Energieproduktion.
- Investitionen und Optimierungsdienstleistungen, die die *Energie- und Ressourceneffizienz eines Rechenzentrums* deutlich erhöhen (inklusive Maßnahmen zur Sicherstellung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung).

**Antragsberechtigt:** Kommunen, Kitas, Schulen und Hochschulen, Sportvereine, kommunale Unternehmen, Religionsgemeinschaften sowie weitere kommunale Akteure. Für kommunale Netzwerke: Externe Dienstleister mit nachweisbarer Qualifikation.

#### **Förderquoten (bei Beantragung bis 31.12.2021):**

- *Netzwerke:* Gewinnungsphase 100 % bzw. max. 3.000 EUR/Netzwerk, Netzwerkphase 70 % bei max. 20.000 EUR/Netzwerkpartner (1. Jahr) bzw. max. 10.000 EUR/Netzwerkpartner (Folgejahre)
- *Potentialstudien:* 80 %
- *Klärschlammbehandlung:* 50 %
- *Rechenzentren:* 60 %

**Fristen:** Einreichung jederzeit möglich, Geltungsdauer der Richtlinie bis 31.12.2022

### 6.2.7 Richtlinie klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastrukturen

Quellen:

[https://www.baa.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Foerderprogramme/KsNI/1\\_Foerderauf\\_ruf\\_KsNI\\_Endfassung.html?nn=368811](https://www.baa.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Foerderprogramme/KsNI/1_Foerderauf_ruf_KsNI_Endfassung.html?nn=368811)

[https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2021/08/Foerderauf\\_ruf\\_Teil2.pdf](https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2021/08/Foerderauf_ruf_Teil2.pdf)

Mit dem Förderprogramm nach der „Richtlinie über die Förderung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur für elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge (reine Batterieelektrofahrzeuge, von außen

aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge)“ (Richtlinie KsNI) sollen die Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von alternativen Antrieben und Kraftstoffen im straßengebundenen Güterverkehr gesenkt werden. Der Bund gewährt hierzu Zuschüsse:

- zur Förderung der Anschaffung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben (KsN),
- zur Förderung für die Errichtung und Erweiterung der dazugehörigen Tank- und Ladeinfrastruktur (Ksl)<sup>54</sup>,
- zur Erstellung von Machbarkeitsstudien für die Einsatzmöglichkeiten von Nutzfahrzeugen sowie von Studien und Analysen für die Nutzung neuer und bestehender Logistikstandorte für Nutzfahrzeuge bzw. zur Errichtung und Erweiterung entsprechender Infrastruktur (MBS).

**Antragsberechtigt:** Unternehmen des privaten Rechts, kommunale Unternehmen, Gebietskörperschaften, Körperschaften sowie Anstalten des öffentlichen Rechts und eingetragene Vereine.

**Förderquote:** 80 % der Investitionsmehrausgaben (Fahrzeuge), 80 % der projektbezogenen Gesamtausgaben (Infrastrukturen), 100 % der Kosten von Machbarkeitsstudien (Voraussetzung: wettbewerbliches Vergabeverfahren).

**Fristen:** 27.9.2021 (erster Förderaufruf Beschaffung, zweiter Förderaufruf Machbarkeitsstudien).

#### 6.2.8 *Richtlinie zur Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Investitionsprojekten mit dem Ziel der Treibhausgasneutralität im Industriesektor (Förderrichtlinie zur Dekarbonisierung in der Industrie)*

Quelle:[https://www.klimaschutz-industrie.de/fileadmin/user\\_upload/KEI\\_download\\_pdf/Foederprogramm/Foederrichtlinie\\_Dekarbonisierung\\_in\\_der\\_Industrie.pdf](https://www.klimaschutz-industrie.de/fileadmin/user_upload/KEI_download_pdf/Foederprogramm/Foederrichtlinie_Dekarbonisierung_in_der_Industrie.pdf)

Das Förderprogramm unterstützt Projekte im Bereich der energieintensiven Industrien, die zum Ziel haben, prozessbedingte Treibhausgasemissionen, die nach heutigem Stand der Technik nicht oder nur schwer vermeidbar sind, möglichst weitgehend und dauerhaft zu reduzieren. Die geförderten Projekte sollen einen substanziellen Beitrag auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität leisten, verbunden mit einer klaren Perspektive zum mittel- bis langfristigen, vollständigen Ersatz fossiler Energieträger bzw. Rohstoffe. Die geförderten Projekte haben einen hohen Innovations- und Demonstrationscharakter und sollen modellhaft auf andere Unternehmen übertragbar sein.

**Antragsberechtigt:** Antragsberechtigt sind gewerbliche Unternehmen und Konsortien in Branchen, die am Europäischen Emissionshandelssystem teilnehmen und prozessbedingte Treibhausgasemissionen verursachen. Hochschulen, Universitäten und weitere Forschungseinrichtungen können im Auftrag eines antragsberechtigten Unternehmens als Projektpartner eingebunden werden.

#### **Förderquoten:**

- *Industrielle Forschung und Durchführbarkeitsstudien:* 70 % für kleine Unternehmen, 60 % für mittlere Unternehmen, 50 % für große Unternehmen.

---

<sup>54</sup> Bemerkung: Aufgrund eines Notifizierungsvorbehalts der Europäischen Kommission gemäß Nummer 1.2 der Richtlinie KsNI ist derzeit keine Antragstellung für die Förderung von Tankinfrastruktur für Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw nach § 2 Nummer 4 des EMOg gemäß Nummer 2.7.2. der Richtlinie KsNI im Rahmen des ersten Förderaufrufs vorgesehen (Stand: August 2021)

- *Experimentelle Entwicklung*: 45 % für kleine Unternehmen, 35 % für mittlere Unternehmen, 25 % für große Unternehmen.

**Fristen:** Einreichung jederzeit möglich, Geltungsdauer der Richtlinie bis 30.06.2024.

### 6.2.9 Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Entwicklung regenerativer Kraftstoffe

Quelle: [https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2021/08/20210825\\_FRL-Entwicklung\\_PT.pdf](https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2021/08/20210825_FRL-Entwicklung_PT.pdf)

Im Rahmen dieser Förderrichtlinie konzentriert das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) seine Entwicklungsförderung auf Maßnahmen der Demonstration, Innovation und Marktvorbereitung. Grundlagenforschung wird nicht gefördert, vielmehr liegt der Fokus auf anwendungsorientierten Projekten. Gefördert werden Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben bzw. Durchführbarkeitsstudien, Innovationscluster, Innovationsberatungsdienste und innovationsunterstützende Dienstleistungen wie Tests und Zertifizierung zum Zweck der Entwicklung effizienterer Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen sowie die Erlangung, die Validierung und die Verteidigung von Patenten.

Thematische Förderschwerpunkte sind:

- Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben zur Erzeugung flüssiger und gasförmiger Biokraftstoffen aus Abfall- und Reststoffen gemäß Annex IX Teil A der Erneuerbaren Energien Richtlinie der EU (2018/2001) (RED II) oder basierend auf neuen Rohstoffquellen für den Kraftstoffsektor (z.B. Alt- und Restholz, bislang nicht genutzte biogene Abfälle), wenn diese Nutzung entsprechend nachhaltig ist und damit künftig auf die Treibhausgasminderungsquote im Bundesimmissionsschutzgesetz anrechenbar ist.
- Kopplung von Anlagen zur Herstellung von Biokraftstoffen mit Anlagen zur Herstellung strombasierter Kraftstoffe (z.B. Nutzung des Abluft-CO<sub>2</sub> in Biokraftstoffanlagen, um daraus mit erneuerbarem Wasserstoff eFuels herzustellen).
- Erprobung von biotechnologischen Verfahren zur Herstellung von Kraftstoffen.
- Entwicklung von CO<sub>2</sub>-negativen Kraftstoffen (z. B. Gewinnung von Wasserstoff aus Biomasse mittels Biomethanpyrolyse und dauerhaft stoffliche Nutzung und/oder Einlagerung des prozessbedingten, in fester Form gebundenen Kohlenstoffs).
- Optimierung bereits existierender Produktionsverfahren, z. B. durch Entkopplung bislang gekoppelter mehrstufiger Produktionsschritte zur Stabilisierung des Herstellungsprozesses des Kraftstoffs.
- Produktionsverfahren und Weiterentwicklung von eFuels (z. B. Optimierung einzelner Prozessschritte sowie deren Gesamtintegration beim Methanol-to-Jetfuel Verfahren).
- Tests mit innovativen Elektrolýsetechnologien (z.B. Tests zur Integrationsfähigkeit von Hochtemperaturelektrolyse in eFuel-Anlagen).
- Erprobung von Technologien zur Aufbereitung von Kohlenstoffquellen zur Nutzung für die Kraftstoffherstellung (z.B. Direct Air Capture).

**Antragsberechtigt:** Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, kommunale Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (in begründeten Fällen: Vorhaben von gemeinnützigen Organisationen, Gebietskörperschaften sowie Anstalten des öffentlichen Rechts und eingetragene Vereine).

**Förderquoten:** experimentelle Entwicklung < 25 %, industrielle Forschung und Durchführbarkeitsstudien < 50 %, Innovationscluster < 50 %, Innovationsberatungsdienste und innovationsunterstützende Dienstleistungen 50 % - 100 % (letztere im Fall von De Minimis-Beihilfe, max. 200.000 €), Projekte von Gebietskörperschaften und anderen rechtsfähigen Organisationen, sofern die Zuwendung keine Beihilfe darstellt < 80 % der förderfähigen Kosten, Hochschulen, Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen und vergleichbare Institutionen, Gebietskörperschaften oder gemeinnützige Organisationen, die nicht in den Bereich der wirtschaftlichen Tätigkeiten fallen < 100 %.

**Fristen:** Zweistufiges Antragsverfahren, Projektskizze können jeweils bis zum 30.9. und 31.3. eines Jahres eingereicht werden.

#### 6.2.10 Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Strukturanpassung in Braunkohlerevieren im Rahmen des Bundesmodellvorhabens „Unternehmen Revier“

Quelle: <https://www.wirtschaftsregion-lausitz.de/wp-content/uploads/2021/05/191216-BAnz-Richtlinie-Unternehmen-Revier.pdf>

Im Rahmen des Modellvorhabens sollen im Wege des Ideen- und Projektwettbewerbs neue Ideen und kreative Ansätze in ausgewählten Themenfeldern entwickelt, erprobt und umgesetzt werden, die nicht nur innerhalb der ausgewählten Regionen, sondern auch bundesweit von strukturpolitischer Bedeutung sind. Förderfähig sind ausschließlich Projekte, die im bundesweiten Maßstab Modellcharakter haben. Die Projekte müssen grundsätzlich geeignet sein, die Ziele des Strukturwandels in den Braunkohleregionen zu erreichen und gleichzeitig neue, in der Form noch nicht vorhandene Ansätze verfolgen. Dazu können Innovationen bei Produkten, Dienstleistungen oder Geschäftsmodellen sowie neue Kooperations- und Vernetzungsformen gehören. Bevorzugt werden Projekte, die als Pilotprojekt für andere Regionen im Strukturwandel dienen können. Grundsätzlich sollen die Projekte einen unmittelbaren oder mittelbaren Bezug zur wirtschaftlichen Entwicklung und zum wirtschaftlichen Strukturwandel aufweisen.

**Antragsberechtigt:** Antragsberechtigt sind natürliche und juristische Personen, die grundsätzlich ihren Sitz in den Braunkohlerevieren haben sollen.

**Förderquote:** Die Zuwendungssumme beträgt je Einzelprojekt maximal 200.000 EUR, je Verbundprojekt maximal 800.000 EUR (maximal 200.000 EUR je Antragsteller). Die Entwicklung von Leitbildern wird mit bis zu 20.000 EUR gefördert. Bemessungsgrundlage für Zuwendungen sind die zuwendungsfähigen projektbezogenen Ausgaben bzw. Kosten, die im Rahmen der Ausübung einer nicht-wirtschaftlichen Tätigkeit mit bis zu 90 % gefördert werden können.

**Fristen:** Aktuelle Richtlinie läuft zum 31.10.2021 aus.

### 6.3 Landesprogramme Brandenburg und Sachsen

#### 6.3.1 Förderprogramm „Strukturentwicklung zum Lausitzer Braunkohlerevier Land Brandenburg“

Quelle: <https://lausitz-brandenburg.de/foerderung/>

Die Förderrichtlinie dient der Umsetzung der Finanzhilfen des Investitionsgesetzes Kohleregionen (InvKG) mit dem Ziel der Bewältigung des Strukturwandels und der Sicherung der Beschäftigung im Zuge des Ausstiegs aus dem Braunkohleabbau und der Verstromung von Braunkohle im Lausitzer Braunkohlerevier.

**Antragsberechtigt:** Gebietskörperschaften, sowie sonstige öffentliche und private Träger des Fördergebiets Lausitzer Revier mit den Landkreisen Dahme-Spreewald, Spree-Neiße, Oberspreewald-Lausitz, Elbe-Elster und der kreisfreien Stadt Cottbus, die Aufgaben in einem der nachfolgend genannten Förderbereiche erfüllen.

- Wirtschaftsnahe Infrastruktur.
- Verkehr ohne Bundes-, Landes- und Kommunalstraßen.
- öffentliche Fürsorge.
- Städtebau, Stadt- und Regionalentwicklung.
- Digitalisierung, Breitband- und Mobilinfrastruktur.
- touristische Infrastruktur.
- Infrastrukturen für Forschung, Innovation und Technologietransfer.
- Klima- und Umweltschutz.
- Naturschutz und Landschaftspflege.

Die Zuwendungsempfänger können sich bei der Umsetzung des Projektes im Rahmen einer geeigneten Rechtsbeziehung eines Privaten bedienen.

**Förderquoten:** < 90 % der zuwendungsfähigen Ausgaben, Mindestprojektvolumen 25.000 EUR

**Fristen:** zweistufiges Verfahren, laufende Einreichung von Anträgen bei der WRL möglich.

### 6.3.2 ProFIT Brandenburg

Quelle: <https://www.ilb.de/de/wirtschaft/zuschuesse/profit/>

Ziel der Förderung ist die Aufrechterhaltung und Erhöhung der Innovationsintensität der brandenburgischen Wirtschaft unter Berücksichtigung der im Rahmen der regionalen Innovationsstrategie des Landes Brandenburg definierten Cluster und deren Masterplänen. Damit verbunden ist die Erhöhung der Anzahl nachhaltiger, neuer oder verbesserter Produkte, Verfahren und Dienstleistungen.

Angestrebt sind insbesondere Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und der Technologietransfer, um die wirtschaftliche Verwertung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in Brandenburg zu verstärken und zu beschleunigen. Dabei sind FuE-Aktivitäten auch im Zusammenhang mit unternehmerischen Gründungen und Ansiedlungen ausdrücklich eingeschlossen.

**Antragsberechtigt:** Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Land Brandenburg

**Förderquoten:** Die Höchstfördersätze inklusive Bonus für KMU und Verbundvorhaben sind

- industriellen Forschung: 80 %
- experimentellen Entwicklung: 60 %
- Durchführbarkeitsstudien: 70 %

Die maximal möglichen Zuschüsse je Projekt belaufen sich auf 3 Mio. EUR. Die Phasen der experimentellen Entwicklung und der Marktvorbereitung/Markteinführung werden grundsätzlich mit zinsverbilligten Darlehen gefördert. Für die Marktvorbereitung und die Markteinführung werden Darlehen als De-minimis-Beihilfe gewährt. Innerhalb von drei Kalenderjahren darf der Gesamtbetrag der De-minimis-Beihilfen für ein Unternehmen den Betrag von 200.000 Euro nicht überschreiten.

**Fristen:** Einreichung jederzeit möglich, Geltungsdauer der Richtlinie bis 31.12.2022

### 6.3.3 Richtlinie des sächsischen Staatsministeriums des Innern zur Förderung der Regionalentwicklung

Quelle: <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/12798#romV>

Die Richtlinie sieht vor, Maßnahmen der Regionalentwicklung, Modellvorhaben der Raumordnung und Vorhaben zur Entwicklung von Impulsregionen im Zusammenhang mit der Bewältigung des demografischen Wandels im Bundesland Sachsen zu fördern. Dabei zeichnen sich Impulsregionen im Sinne dieser Richtlinie u.a. aus durch

- einen konkreten oder absehbaren Bedarf für Anpassung, Neugestaltung oder Umbau der Daseinsvorsorgestruktur,
- die Bereitschaft, regions- und problemspezifische Lösungen für innovative Regionalentwicklung zu erproben,
- die Übertragbarkeit der Herausforderungen und Ergebnisse auf andere Regionen.

Gefördert werden u.a. nicht-investive Ausgaben für Strategie- und Handlungskonzeptionen sowie deren Umsetzen und Modellvorhaben der Raumordnung und Bund-Land-Projekte mit fachübergreifenden Ansätzen, die den interkommunalen, überregionalen Kooperations-, Handlungs- und Entwicklungsprozess besonders beispielhaft fördern. Gefördert werden darüber hinaus investive Ausgaben für Umsetzungsmaßnahmen zur Entwicklung von Impulsregionen und Vorhaben im Zusammenhang mit der Gewährleistung der regionalen Daseinsvorsorge.

**Antragsberechtigt:** Landkreise und kreisfreie Städte, Gemeinden und Gemeindeverbände, kommunale Zweck- und Verwaltungsverbände sowie andere Körperschaften des öffentlichen Rechts. Der Zuwendungsempfänger muss Mitglied einer interkommunalen Kooperationsgemeinschaft von Gebietskörperschaften - eines Aktionsraumes der Regionalentwicklung – oder Partner eines regionalen Kooperationsnetzwerkes sein. Dabei können Aktionsräume der Regionalentwicklung auch länder- und Staatsgrenzen übergreifend angelegt sein.

**Förderquote:** 60 % der zuwendungsfähigen Ausgaben (bei Vorliegen eines herausgehobenen landesplanerischen Interesses bis zu 75 %).

**Fristen:** jeweils 30.10. des Vorjahres zum geplanten Vorhabenbeginn.

### 6.3.4 Richtlinie zur Förderung von Investitionen für den Öffentlichen Personennahverkehr im Land Brandenburg (RiLi ÖPNV-Invest)

Quelle: [https://bravors.brandenburg.de/verwaltungsvorschriften/oepnv\\_invest\\_2020](https://bravors.brandenburg.de/verwaltungsvorschriften/oepnv_invest_2020)

Ladeinfrastrukturen für brennstoffzellenbetriebene Kraftomnibusse sind in diesem Programm gemäß Anlage 2 zuwendungsfähig. Hierzu zählen unter anderem Elektrolyseure, Verdichterstationen und Wasserstoff-Tankstellen. Ersatzinvestitionen als selbstständige Vorhaben sowie die Unterhaltung von Anlagen sind nicht förderfähig.

**Antragsberechtigt:** Kommunale Aufgabenträger, Gemeinden, Eigentümer oder Eigentümerinnen von Empfangsgebäuden, Eisenbahninfrastrukturunternehmen sowie Unternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs.

**Förderquoten:** Projektförderung < 75 %, Planungsleistungen < 100 % oder Pauschalbetrag.

**Fristen:** jeweils 31.01. des Kalenderjahres vor Vorhabenbeginn.

## 7 Fahrplan

Die Arbeiten in HyStarter und die Gründung des Wasserstoffnetzwerks Lausitz waren erste wichtige Schritte zur Strukturierung der Wasserstoffaktivitäten in der Lausitz. Was nun noch fehlt, ist eine fachliche Planungsgrundlage, um die Einführung der Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz zukünftig vermehrt proaktiv zu steuern. Die Erstellung dieser Planungsgrundlage zur angebots- und nachfrageseitigen Erschließung der Lausitzer Wasserstoffpotentiale sollte prioritär in den kommenden Monaten verfolgt werden, da sie die Grundlage für die konsistente und effiziente Projektentwicklung in der Lausitz darstellt. Gleiches gilt für die genannten Machbarkeitsstudien, die der Projektumsetzung vorgelagert sind, um Projektideen und Handlungsansätze zu evaluieren und durch geeignete Risikomanagementstrategien abzusichern.

Je nach Art, Umfang und Qualität der vorliegenden und benötigten Informationen können die Planungsgrundlagen durch die Lausitzer Akteure mit „Bordmitteln“ erstellt werden, oder es muss auf eine externe Unterstützung (Fachexpertise und Finanzierung) zurückgegriffen werden. Die Erstellung der Machbarkeitsstudien erfordern in jedem Fall eine externe Unterstützung.

*Durch den Landkreis Elbe-Elster wurde im Juni 2021 für die brandenburgische Lausitz eine HyExperts-Bewerbung eingereicht, die bereits erste Vorschläge zur Erstellung von Planungsgrundlagen und Machbarkeitsstudien umfasste. Sollte diese Bewerbung erfolgreich sein, so ist die Umsetzung der entsprechenden Maßnahmen wie in Abbildung 36 - Abbildung 38 dargestellt geplant. Sollte sie nicht erfolgreich sein, verschieben sich die Maßnahmen um den Zeitraum, der für die Beschaffung einer anderweitigen externen Finanzierung notwendig ist.*

### 7.1 Vorbemerkung zur Priorisierung von Maßnahmen

Die zeitliche Priorisierung von Maßnahmen folgt nach drei Kriterien:

- **Zeitliche Logik:** Was muss anderen Aktivitäten vorgelagert werden, weil diese auf Ergebnissen aufbauen?
- **Technische Machbarkeit:** Was ist an Technologien verfügbar und erprobt?
- **Strategische Perspektiven:** Wie groß ist der Handlungsdruck, wann schließen sich Zeitfenster, wo ergeben sich Chancen (Finanzierung, Kooperationen, Unterstützung)?

### 7.2 Kurzfristige Perspektive: 2021 - 2023

Neben den oben genannten Aktivitäten zur Erstellung von Planungsgrundlagen und Machbarkeitsstudien ordnen sich in der kurzfristigen Perspektive auch die Projektideen mit dem höchsten Handlungsdruck sowie bereits in Beantragung befindliche Projektideen ein. Diese Projektideen sind Beschaffungsvorhaben (Busse und Müllsammelfahrzeuge) und Infrastrukturvorhaben/Demonstrationsprojekte, die kurzfristig begonnen werden<sup>55</sup>, in ihrer Umsetzung aber die bis in die mittelfristige Perspektive reichen. In Abbildung 36 - Abbildung 38 werden daher die bereits bekannten oder abgeschätzten Zeiträume für das Projektende mit genannt.

---

<sup>55</sup> Vorausgesetzt der zeitnahen Veröffentlichung der angekündigten Förderrichtlinien für Brennstoffzellenbusse und Wasserstofftankstellen.

Aktivitäten	2021	2022				2023		
	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
<b>Übergeordnete Aktivitäten</b>								
Verankerung der H <sub>2</sub> -Leitlinien in der Entwicklungsstrategie Lausitz 2050	■							
Akzeptanzmonitoring und -management	■ bis 2034							
Ko.H2.LE: Machbarkeitsstudie und Projektentwicklung	■							
Ko.H2.LE: Gesellschaft gründen und betreiben			■ bedarfsorientiert					
<b>Themencluster 1: H<sub>2</sub>-Produktion</b>								
Standortkarte: Elektrolyse (Wasserstrategie)	■							
Strategieentwicklung: Elektrolysehochlauf in der Lausitz			■					
Demonstrationsprojekt: Referenzkraftwerk Lausitz / RefLau (Schwarze Pumpe)	■ + 7 Jahre (ab 2030 Regelbetrieb)							
Demonstrationsprojekt: Energiepark Lausitz (Klettwitz)		■ + 4 Jahre (danach Regelbetrieb)						
Machbarkeitsstudie: Klärwerke als Energiedienstleister (Cottbus)	■							
Machbarkeitsstudie: Solare H <sub>2</sub> -Erzeugung Lübben	■							
Demonstrationsprojekt: Biomethan-Plasmanalyse Klärwerk (Cottbus)		■ + 3 Jahre (danach Regelbetrieb)						
Potential- und Machbarkeitsstudie: Reststoff-Thermolyse in der Lausitz	■							
Strategieentwicklung: Umstellung von Müllverbrennung auf Reststoffthermolyse		■						
Potentialstudie: Wasserstoffproduktion durch Biogas-Reformierung in der Lausitz	■							
Demonstrationsprojekt: Bioabfall-Pyrolyse Spreewaldregion		■ + 4 Jahre						
Demonstrationsprojekt: Methan-Pyrolyse Groß-Lubolz		■ + 4 Jahre						

Abbildung 36: Fahrplan kurzfristige Perspektive für die übergeordneten Aktivitäten und die Aktivitäten im Themencluster 1 (H<sub>2</sub>-Produktion) (©BMVI/Spilett)

Aktivitäten	2021	2022				2023		
	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
<b>Themencluster 2: H<sub>2</sub>-Ready-Infrastrukturen</b>								
Standortkarten: Energieinfrastrukturen in der Lausitz (Netze und Anlagen: Wärme, Strom, Gas)	■							
Standortkarte: Regionale Wasserstoffquellen und -senken	■							
Potentialanalyse: Großskalige H <sub>2</sub> -Produktion durch Methanpyrolyse bzw.-plasmalyse		■						
Machbarkeitsstudie: Einsatz H <sub>2</sub> -Gasmotoren, TurboFuel Cell, PEM / SOFC Brennstoffzellen		■						
Demonstrationsvorhaben: Referenzkraftwerk Lausitz	■ Inbetriebnahme ab 2024							
Demonstrationsvorhaben: H <sub>2</sub> -Gasturbine mit Hochtemperaturmagnetlagern	■ Realisierung Prototyp < 2024, Dauertests ab 2024, Markteintritt ab 2026							
Demonstrationsvorhaben: TurboFuelCell	■ Realisierung Prototyp < 2024, Dauertests ab 2024, Markteintritt ab 2026							
Studie: Geeignete H <sub>2</sub> -Produktionsstandorte aus Perspektive der Nah- und Fernwärmenetze		■						
Potentialanalyse: Leitungsgebundener Wasserstofftransport		■						
Studie: Strategische Integration flexibler H <sub>2</sub> -Produktionsanlagen			■					

Abbildung 37: Fahrplan kurzfristige Perspektive für die Aktivitäten im Themencluster 2 (H<sub>2</sub>-Ready-Infrastrukturen) (©BMVI/Spilett)



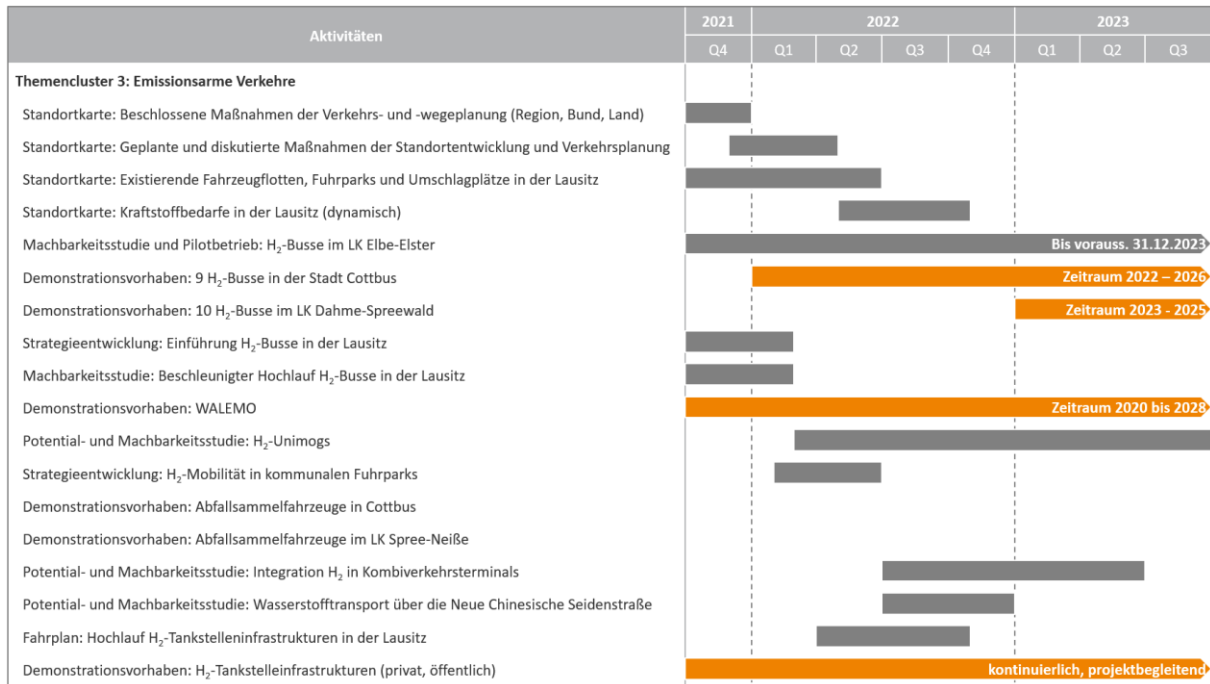


Abbildung 38: Fahrplan kurzfristige Perspektive für die Aktivitäten im Themencluster 3 (Emissionsarme Verkehre) (©BMVI/Spilett)

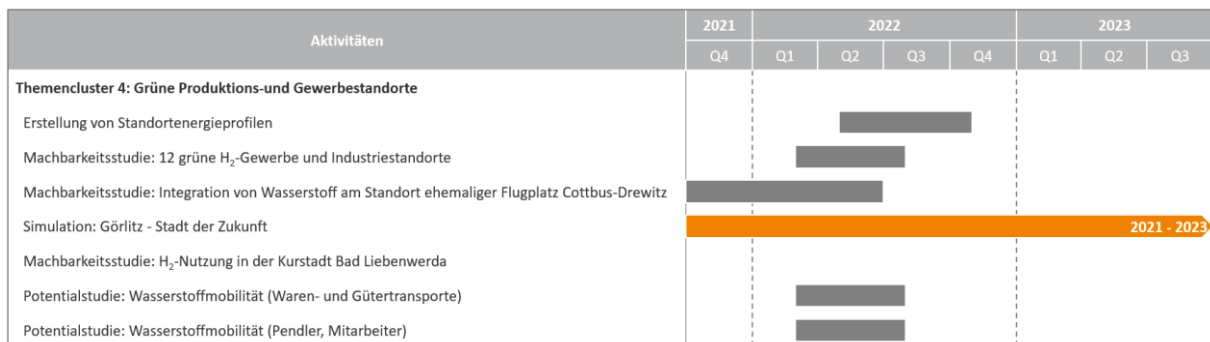


Abbildung 39: Fahrplan kurzfristige Perspektive für die Aktivitäten im Themencluster 4 (Grüne Produktions- und Gewerbestandorte) (©BMVI/Spilett)

### 7.3 Mittelfristige Perspektive: 2024– 2035

Die mittelfristige Perspektive fokussiert auf die Vorbereitung für die Zeit nach der Beendigung der Braunkohleverstromung in Lausitz. Die Re-Strukturierung der Energiewirtschaft und die Erschließung der neuen Standorte und Verkehrsinfrastrukturen erfordert belastbare Lösungen, welche die Energienachfrage sicher, sauber und bezahlbar gewährleistet. Wasserstoff kann und wird eine Rolle in der neuen Energiewirtschaft spielen, sei es als Energieträger oder Stromspeicher. Die Ergebnisse der im vorherigen Kapitel beschriebenen Potential- und Machbarkeitsstudien, der Analysen zur Standortentwicklung und -nachfrage sowie der Demonstrationsvorhaben und ersten Erfahrungen mit der H<sub>2</sub>-Projektentwicklungs- und -Vertriebsgesellschaft (Ko.H<sub>2</sub>.LE) bestimmen den weiteren Ausbau der Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz.

Sollten die Ergebnisse der Studien und Projekte den Erwartungen entsprechend, so sind im Zeitraum 2024 – 2035 folgende Maßnahmen für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz angeraten:

- Fortführung und Ausbau der Projektentwicklungs- und H<sub>2</sub>-Vertriebsgesellschaft „Ko.H<sub>2</sub>.LE“ (**Ko**operationsgemeinschaft **H<sub>2</sub>** im **L**ausitzer **E**nergieland), zunehmend überregionale Vermarktung des in der Lausitz produzierten Wasserstoffs
- Skalierung der H<sub>2</sub>-Produktionskapazitäten aus Elektrolyse, Reformierung, Thermolyse und Plasmalyse.
- Integration von steigenden Quoten für die Beschaffung und den Betrieb von Wasserstoffbusse in den Nahverkehrsplänen und Ausschreibungen der Landkreise und der Kreisfreien Stadt Cottbus mit einer verbindlichen Angabe zur erlaubten CO<sub>2</sub>-Intensität der Erzeugungspfade für Wasserstoff.
- Entwicklung von „grünen“ (klimaneutralen) Energiedienstleistungen für Wohn-, Gewerbe-, Tourismus- und Industriestandorte unter Einbeziehung von Wasserstoff als einem Baustein im Gesamtsystem.
- Fortführung der Umsetzung des koordinierten Ausbaus der H<sub>2</sub>-Tankstelleninfrastrukturen in der Lausitz.
- Positionierung der Lausitzer Produkte und Expertise aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen im nationalen und internationalen Markt.

## 8 Anhang 1: Modellierung von H<sub>2</sub>-Transportkosten

Die Auswahl und Analyse von möglichen Transportoptionen von Wasserstoff ist ein wichtiger Baustein beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft. Zukünftige Erzeugungs- und Produktionsstandorte müssen sinnvoll und effizient verknüpft werden, um ein wirtschaftliches System zu erreichen. Dabei gibt es abhängig von transportierten Mengen und zurückgelegten Distanzen unterschiedliche Optionen.

Die Simulation der Region Lausitz gibt einen Überblick der verschiedenen Optionen. Dabei wird eine Auswahlhilfe entwickelt, um eine erste Abschätzung von wirtschaftlichen Transportmöglichkeiten für verschiedene Produktions- und Abnahmeszenarien zu treffen. Die Auswahlhilfe ist zur einfachen Benutzung in Form eines Diagramms dargestellt.

Im Folgenden wird die methodische Herangehensweise zur Erstellung des Diagramms, das eigentliche Diagramm sowie Interpretationsbeispiele vorgestellt.

### 8.1 Methodisches Vorgehen

Ziel ist es ein Diagramm zu erstellen, in dem für einen definierten Bereich an Transportdistanzen und Mengen der Preis pro transportiertem Kilogramm Wasserstoff für die jeweils günstigste Technologie abgebildet ist. Damit lässt sich einfach ablesen, welche Transporttechnologie für einen gegebenen Anwendungsfall die kostengünstigste ist. Diese Technologie sollte dann näher untersucht werden, um ein effizientes Wasserstoffsystem aufzubauen.

Abbildung 40 stellt beispielhaft eine solches Diagramm dar.

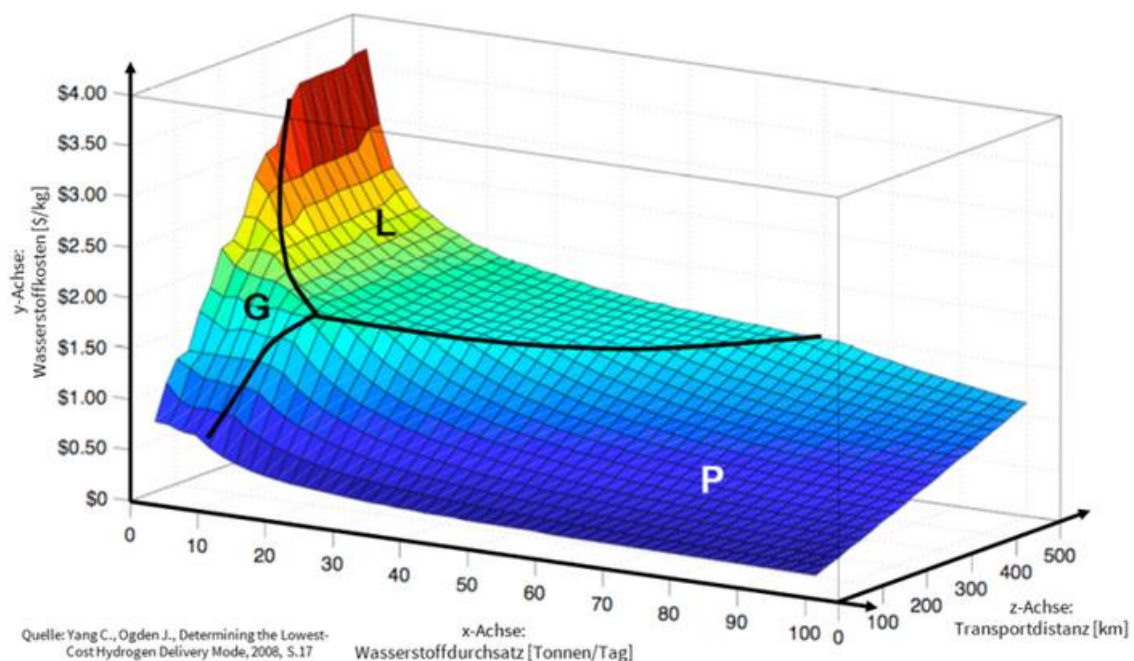


Abbildung 40: Beispielhafte Darstellung eines Diagramms mit Transportoptionen des Wasserstoffs<sup>56</sup>

<sup>56</sup> Yang, Christopher, and Joan Ogden. "Determining the lowest-cost hydrogen delivery mode." *International Journal of Hydrogen Energy* 32.2 (2007): 268-286.

Auf der x-Achse ist der Wasserstoffdurchsatz in Tonnen pro Tag aufgetragen. Die Z-Achse zeigt die Transportdistanz in Kilometer. Auf der y-Achse wird schließlich der Preis pro transportierte Tonne Wasserstoff in US-USD angegeben. Das Diagramm ist in 3 Bereiche untergliedert. Im G-Bereich ist der gasförmige Transport von Wasserstoff die günstigste Variante. Im L-Bereich wird Wasserstoff in flüssiger Form kostengünstig. Der P-Bereich stellt schließlich den Einsatz einer Pipeline dar. Für kurze Mengendurchflüsse und Distanzen ist mit den Annahmen der Studie der Transport von gasförmigem Wasserstoff per LKW am günstigsten. Für Transportmengen ab ca. 16 t am Tag und Distanzen ab 150 km werden der Transport mit Flüssiggas-LKW und Pipeline günstiger. Der Pipeline-Transport ist in dieser Darstellung am günstigsten ab 8 t Durchfluss am Tag und einer Transportdistanz von maximal 25 km. Von der Wirtschaftsregion Lausitz GmbH wird davon ausgegangen, dass für 30 - 100 t/Tag und einer Distanz bis etwa 300 km, die Wasserstoffpipeline das günstigste Transportmittel ist.<sup>57</sup>

Eine andere Darstellung der Ergebnisse ist in Abbildung 41 zu sehen.

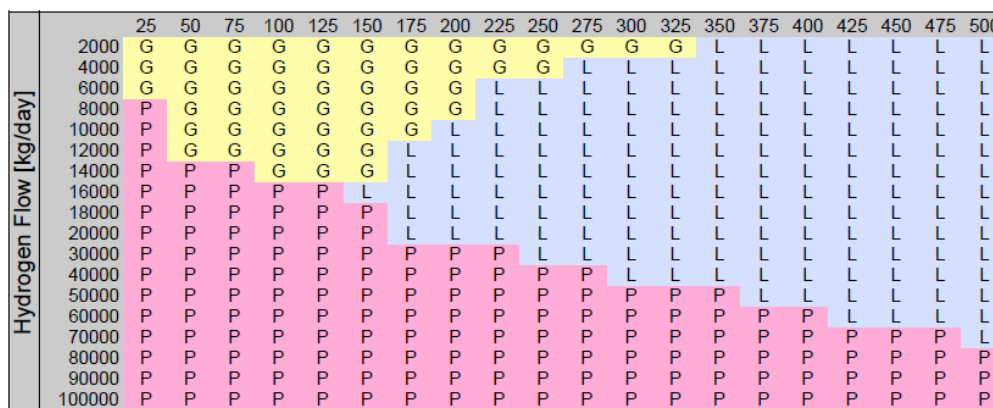


Abbildung 41: Transportmodus Kennfeld<sup>58</sup> (©BMVI/RLI)

Diese Art des Diagramms wird mit der Simulation spezifisch für die Region Lausitz erstellt. Hierbei wird auf Kostenannahmen verschiedener Studien und Unternehmen zurückgegriffen. Berücksichtigt werden die jährlichen Investitions-, sowie die Betriebskosten der einzelnen Komponenten. Die addierten Kosten dividiert durch den Massendurchfluss ergeben abschließend den Transportpreis pro kg Wasserstoff. Dieser wird addiert zu den Wasserstoffgestehungskosten (Annahme hier 6 EUR/kg) und in Abhängigkeit des Mengendurchflusses und der Transportdistanz graphisch dargestellt.

## 8.2 Eingabeparameter Region Lausitz

Das Diagramm für die Region Lausitz deckt folgende Bereiche ab:

- Transportierter Wasserstoff pro Tag 100 kg - 10 t
- Transportdistanz bis 200 km

Für jede Transportoption wird eine Kostenfunktion in Abhängigkeit von Transportdistanz und Menge entwickelt. Mit den Kostenfunktionen werden für jede Kombinationsmöglichkeit die Transportkosten

<sup>57</sup> [https://zw-lausitz.de/fileadmin/user\\_upload/01-content/03-zukunftswerkstatt/02-downloads/studie-wasserstoffwirtschaft-in-der-lausitz.pdf](https://zw-lausitz.de/fileadmin/user_upload/01-content/03-zukunftswerkstatt/02-downloads/studie-wasserstoffwirtschaft-in-der-lausitz.pdf)

<sup>58</sup> Yang, Christopher, and Joan Ogden. "Determining the lowest-cost hydrogen delivery mode." *International Journal of Hydrogen Energy* 32.2 (2007): 268-286.

des Wasserstoffs ermittelt. Anschließend werden die minimalen Kosten für jede Kombination als Datenpunkt in das Diagramm eingetragen.

Zusätzlich zu den oben genannten Annahmen für die einzelnen Transportoptionen werden allgemein folgende Parameter bei der Berechnung der Kosten berücksichtigt:

- Personalkosten für Fahrten, Be- und Entladung
- Kraftstoffkosten für die Lkw-Fahrten (Diesel)
- Investitions- und Betriebskosten für Fahrzeuge inkl. Aufbauten und Spezialzubehör
- Investitions- und Betriebskosten für erforderliche Nebenanlagen (Verflüssigung, Verdichtung, Gasreinigung, Hydrierung/Dehydrierung).

Abbildung 42 zeigt die betrachteten Technologien für die Region Lausitz mit den jeweiligen Umwandlungspfaden.

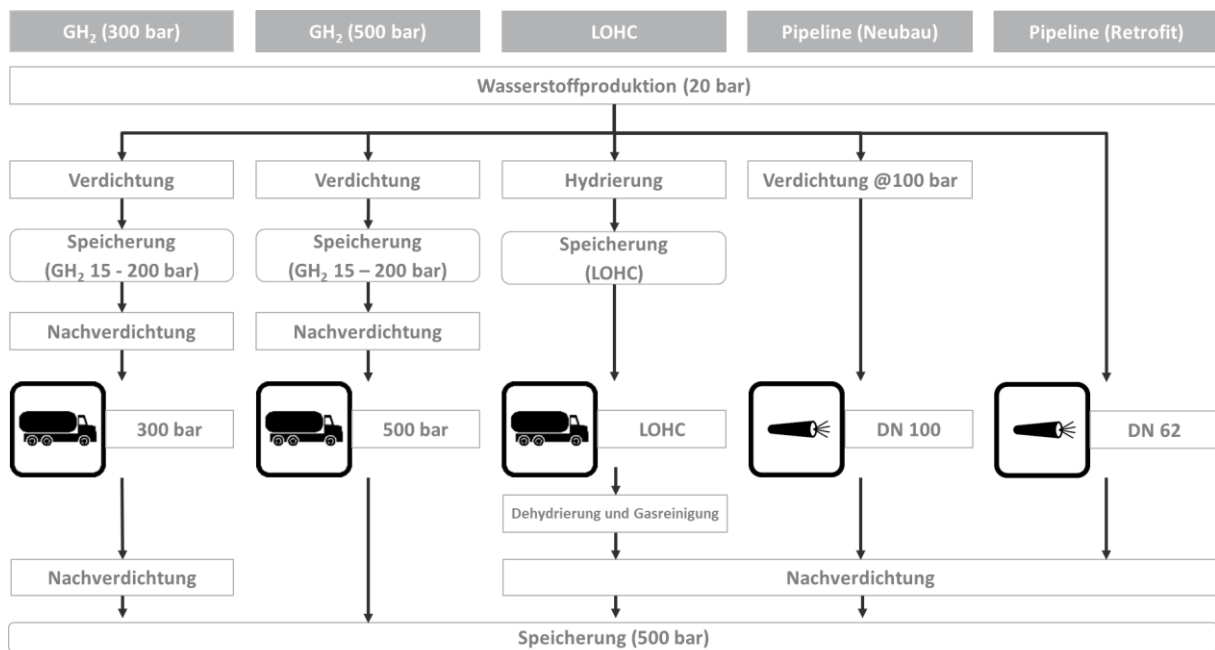


Abbildung 42: Betrachtete Technologien mit den jeweiligen Umwandlungspfaden (@BMVI/RLI)

### 8.2.1 Speicher

Die Speicherung nach der ersten Verdichtung wird für die beiden gasförmigen Transportvarianten und LOHC-Transport gleich dimensioniert mit 50 % Speicherkapazität des täglichen Massenflusses. Die abschließende Speicherung am Abnahmestandort wird nicht mit bilanziert.

### 8.2.2 Transport

Der Transport erfolgt jeweils von einem Produktionsstandort, an dem der Wasserstoff mit einem Druckniveau von 20 bar vorliegt zu einem Abnahmestandort, an dem der Wasserstoff mit 500 bar benötigt wird. Das Druckniveau von 20 bar kann für spezifische Betrachtungen auch erhöht werden, wenn zum Beispiel ein Elektrolyseur bei 40 bar arbeitet. Dies wirkt sich vor allem auf die Verdichtungskosten aus. Die Kosten für die finalen Abfüllungsstationen bzw. Tankstellen am Abnahmestandort werden in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

Folgende Transporttechnologien werden berücksichtigt:

- **Trailer-Lieferung mit Lkw (gasförmig)**

Für die Lieferung von gasförmigem Wasserstoff werden die Druckniveaus 300 bar und 500 bar einbezogen. Dabei ist beim Transport mit Lkw-Trailern maximal 1.165 kg Wasserstoff (300 bar) sowie 1.400 kg (500 bar) pro Fahrt möglich<sup>59</sup>. Der Transport findet mit Diesel-Lkw statt, da die Verfügbarkeit und Kosten von Serienfahrzeugen im Bereich Wasserstoff-Lkw noch mit vielen Unsicherheiten behaftet ist. Zusätzlich wird angenommen, dass der Trailer am Abnahmestandort komplett entleert wird. Zukünftig lässt sich das Modell auch um den Trailer-Swap erweitern, was aktuell noch nicht mit betrachtet wird. Folgende Kostenbestandteile werden berücksichtigt:

- Investitions- und Wartungskosten Lkw (Diesel), Aufbauten, Gastank.
- Kraftstoffkosten (Diesel).
- Personalkosten.
- Maut.

Der Trailer mit einem Druckniveau von 300 bar wird mit folgenden Verdichtungsschritten simuliert:

- am Produktionsstandort 20 bar - 300 bar mit Zwischenspeicherung.
- am Abnahmestandort 300 bar - 500 bar.

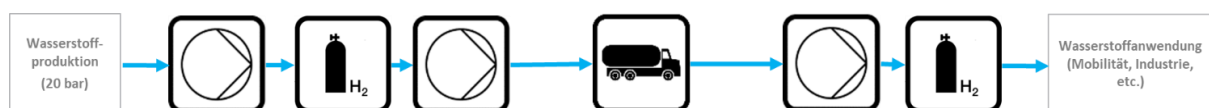


Abbildung 43: Schematische Darstellung Trailer-Transport mit LKW (gasförmig, 300 bar), (© BMVI/RLI)

Der Trailer mit einem Druckniveau von 500 bar wird mit folgenden Verdichtungsschritten simuliert:

- am Produktionsstandort 20 bar – 500 bar mit Zwischenspeicherung.

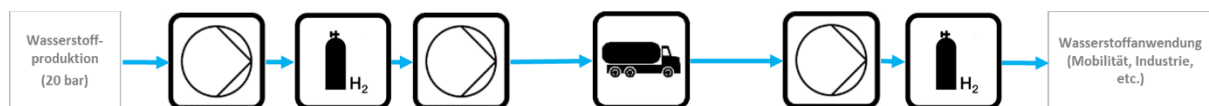


Abbildung 44: Schematische Darstellung Trailer-Transport mit LKW (gasförmig, 500 bar), (©BMVI/RLI)

### 8.2.3 LOHC

Diese Technologie beschreibt den Transport von Wasserstoff in einem Trägermaterial. Als Trägermaterial kommt eine organische Flüssigkeit zum Einsatz, in der der Wasserstoff angereichert wird. Die Flüssigkeit kann bis zu 57 kg Wasserstoff (gasförmig) pro Kubikmeter LOHC (flüssig) speichern. Damit erfolgt der Transport in flüssiger Form. Am Abnahme-Standort wird der Wasserstoff mit einer chemischen Entbindung unter Wärmezufuhr (ca. 300 °C) dehydriert. Das Trägermaterial ist wiederverwendbar und kann für weitere Transporte in einem Kreislaufprozess verwendet werden. Je nach Trägerstoff variiert der Energieaufwand für Hydrierung und Dehydrierung. Für die Verwendung von Dibenzyltoluol wird ein Energieaufwand von 0,37 kWh/kg für die Hydrierung und für die Dehydrierung angenommen, sowie 9 kWh/kg Wärmebedarf in der Dehydrierung<sup>61</sup>. Für die Wärmeversorgung wird hier die Versorgung mit Erdgas angenommen nach Reuß et al. (2017). Ein Verkauf der entstehenden Wärme bei der Hydrierung wird nicht mit einkalkuliert. Zusätzlich wird eine Gasreinigung nach der Dehydrierung einkalkuliert, um eine vergleichbare Gasreinheit des Wasserstoffs

<sup>59</sup> Hexagon Purus GmbH

wie bei den anderen Optionen zu gewährleisten. Zum Erreichen des vorgegebenen Druckniveaus von 500 bar an der Abnahmestelle wird auch hier eine Nachverdichtung berücksichtigt. Die Kosten der Hydrierung, Dehydrierung und des LOHC-Transports werden auf Grundlage von Recherchen und Gesprächen mit Hydrogenious<sup>60</sup> angenommen und werden hier nicht im Detail aufgeführt. Die Kosten für die Verdichtung sind in der Annahmen-Tabelle im Anhang aufgeführt.

Die Verdichtung erfolgt am Abnahmestandort nach der Gasreinigung von 20 bar auf die benötigten 500 bar.

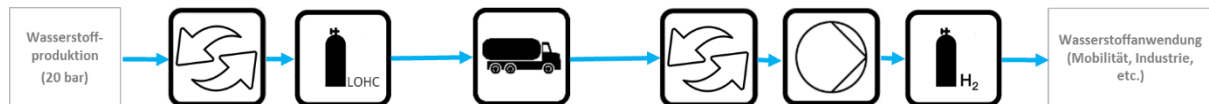


Abbildung 45: Schematische Darstellung des Wasserstofftransports über LOHC-Trailer (©BMVI/RLI)

### 8.2.4 Pipeline

Das zukünftige Wasserstoffnetz wird aus Transmissionsleitungen für längere Distanzen und Distributionsleitungen für die lokale/regionale Verteilung bestehen. Hierbei können Leitungen neu verlegt oder bestehende Gasleitungen umgerüstet werden. Erprobt im reinen Wasserstofftransport sind Stahlrohre mit einem Durchmesser ab 10 cm (DN 100). Für geringere Mengendurchflüsse, wie hier betrachtet, kommt es bei der Auslegung eine H<sub>2</sub>-Pipeline mit dem minimalen Durchmesser einer Stahltransmissionspipeline von DN 100 zu einer geringen Auslastung des Netzes.<sup>61</sup> Die minimalen Kosten für nachgerüstete Pipelines liegen laut statista zwischen 100.000 – 200.000 USD/km und für neue Pipelines bei 300.000 - 700.000 USD/km.<sup>62</sup> Diese Annahmen sind geringer als die Annahmen für den Bau einer europäischen H<sub>2</sub>-Ferngasleitung in der Studie „European Hydrogen Backbone“. Hier werden für neue Pipelines (48 inches, DN 12000) 2,5 - 3,36 Mio. EUR/km angenommen und für umgerüstete Pipelines 0,25 – 0,64 Mio. EUR/km. Eine weitere Studie liefert der Hydrogen Council mit Hydrogen Insights Report 2021<sup>63</sup>. Hier werden die Investitionskosten für den Neubau einer Distributionsleitung für Wasserstoff zwischen 300.000 und 700.000 USD/km und die Umrüstung mit 100.000 – 200.000 USD/km beziffert.

Für die Region Lausitz werden zwei verschiedene Leitungskonfigurationen betrachtet:

- Neubau einer Distributionsleitung mit 70 bar Druckniveau (DN 100, Stahlleitung) zu Kosten von 275.500 EUR/km<sup>64</sup>
- Umrüstung einer Distributionsleitung Gas mit 16 - 20 bar Druckniveau (DN62, Stahlleitung) zu Kosten von 100.000 EUR/km (RLI - Annahme auf Basis von statista und Hydrogen Insights Report 2021<sup>65</sup>) → Diese Kostenannahme stellt einen Zielwert dar, zu dem der Wasserstofftransport mit dieser Art von Pipeline konkurrenzfähig zu Trailer-Transporten bzgl. der Kosten wird.

<sup>60</sup> <https://www.hydrogenious.net/index.php/de/hydrogen-2/>

<sup>61</sup> Reuß, M. E., Moser, A., & Stolten, D. (2019). *Techno-ökonomische Analyse alternativer Wasserstoffinfrastruktur* (No. RWTH-2019-07432). Lehrstuhl für Brennstoffzellen (FZ Jülich)

<sup>62</sup> <https://www.statista.com/statistics/1220856/capex-new-retrofitted-h2-pipelines-by-type/>

<sup>63</sup> <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021-Report.pdf>

<sup>64</sup> Reuß et al. (2017). *Seasonal storage and alternative carriers: A flexible hydrogen supply chain model*. Applied Energy 200 (2017) 290–302. 2017

<sup>65</sup> <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021-Report.pdf>

Für die Annahme eines maximalen täglichen Wasserstoffdurchflusses von 10 t wird hier ein fester Durchmesser von DN 100 angenommen. Dies ist die aktuell übliche Größe für Leitungen mit einem maximalen Durchsatz von 17 Tonnen Wasserstoff am Tag<sup>66</sup>. Kleinere Durchmesser sind aktuell für den Wasserstofftransport via Stahlleitung nicht verfügbar bzw. kommen in der Literatur bisher nicht vor. Andere Leitungsmaterialien wie PE-Leitungen werden aktuell in Forschungsprojekten<sup>67</sup> für den Wasserstoff-Einsatz erprobt. Material- und Baukosten für diese Option sind allerdings noch nicht öffentlich verfügbar, da auch noch keine marktreifen Produkte angeboten werden. Zusätzlich wird aktuell in mehreren Projekten untersucht, wie die Umstellung von Erdgas-Leitungen auf 100 % Wasserstoff erfolgen kann<sup>68</sup>.

Für diese Option des Pipeline-Transports werden folgende Verdichtungsstufen simuliert:

- am Produktionsstandort 20 bar - 100 bar
- am Abnahmestandort 75 bar - 500 bar

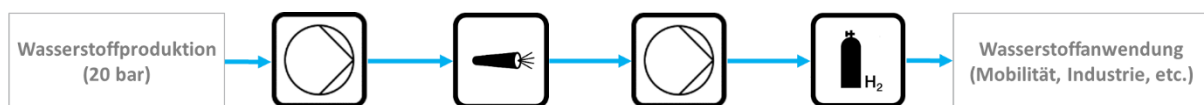


Abbildung 46: Schematische Darstellung des Wasserstofftransports mit Pipeline (Neubau DN100, Stahl, 100 bar), (©BMVI/RLI)

Für die Option des Wasserstofftransports in einer umgerüsteten Gasleitung wird die Verdichtung am Abnahmestandort von 16 bar auf 500 bar berücksichtigt.



Abbildung 47: Schematische Darstellung des Wasserstofftransports mit Pipeline (Retrofit DN62, Stahl, 20bar), (©BMVI/RLI)

**Die Umrüstung/Retrofit der Pipeline, wie sie hier angenommen wurde, befindet sich derzeit noch im Stadium der Forschung und Entwicklung bzw. die Verträglichkeit und Materialbeschaffenheit von vorhandenen Anlagen zur Gasleitung werden aktuell getestet und bewertet.** Hierzu ein Auszug relevanter Studien/Schriften:

- DVGW Merkblatt G 409 2020-09 (<https://www.dvgw-regelwerk.de/plus/#technische-regel/dvgw-merkblatt-g-409/3ac960>)
- HYPOS Dialog Umstellung von Rohrleitungen und GDRA von Erdgas auf H<sub>2</sub>-reiche Gasgemische, Gefährdungsbeurteilung – der Betreiber in der Pflicht., Dr. Hartmut Neumann, 2020 ([https://www.hypos-eastgermany.de/fileadmin/content/downloads/HYPOS-Dialog\\_9/200911\\_HYPOS-Dialog\\_03\\_Neumann\\_TUEV.pdf](https://www.hypos-eastgermany.de/fileadmin/content/downloads/HYPOS-Dialog_9/200911_HYPOS-Dialog_03_Neumann_TUEV.pdf))
- Anforderungen bei Gasleitung über 16 bar in Gasfachliche Norm DIN EN 1594 (<https://www.dvgw-regelwerk.de/plus/#technische-regel/dvgw-din-en-1594/5ff0d9>)

<sup>66</sup> Krieg, Dennis. *Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff*. Vol. 144. Forschungszentrum Jülich, 2012.

<sup>67</sup> *Innovationsbericht 2020*. Westnetz GmbH, 2020

<sup>68</sup> Roadmap Gas 2050, DVGW, <https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/roadmap-gas-2050>



- DVGW Arbeitsblatt G 466-1, vor allem zum Betrieb von Leitungen über 16 bar, wie z.B. Sicherheitsabstände (<https://www.dvgw-regelwerk.de/plus/#technische-regel/dvgw-arbeitsblatt-g-466-1/c7b290>)

Zusätzlich ist die Marktreife von Umrüstungsvorhaben zu 100 % Wasserstoff noch nicht erreicht. Aktuell wird dies in Forschungsvorhaben untersucht. Eine Marktreife wird erst nach 2030 erwartet. Eine erste Einschätzung zur Regulierung zukünftiger Wasserstoffnetze, speziell im Falle der Umrüstung, hat die Bundesnetzagentur 2020 vorgenommen.<sup>69</sup>

### 8.3 Ergebnis: Transportkosten

**Die Transportkosten für die betrachteten Distanzen und Mengen liegen im Bereich zwischen 0,8 und 3,2 EUR/kg.** Die geringsten Kosten werden durch den Trailer-Transport mit Lkw und 500 bar sowie die Pipeline-Option der Umrüstung erreicht. Insgesamt liegen die beiden Trailer-Varianten (300 und 500 bar) sowie die Umrüstung der Pipeline von den Kosten sehr dicht beieinander. Dadurch können kleine Änderungen der Annahmen bzw. Spezifizierungen für konkrete Anwendungsfälle die Ergebnisse der geringsten Kosten leicht beeinflussen.

In Abbildung 48 sind die Transportkosten aller Technologien für jede Kombination der Region Lausitz dargestellt.

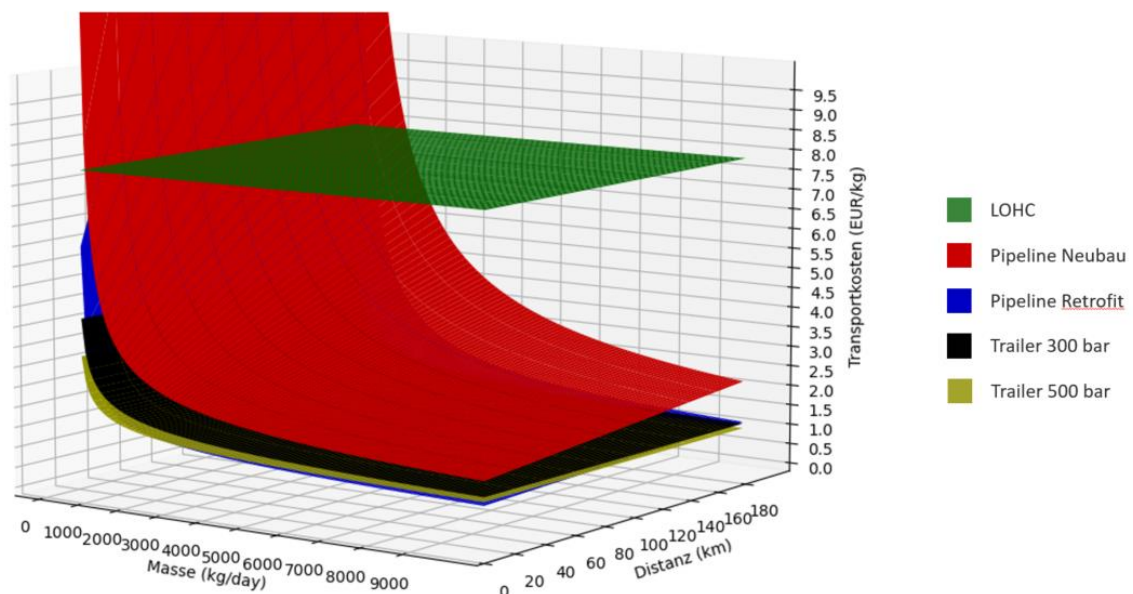
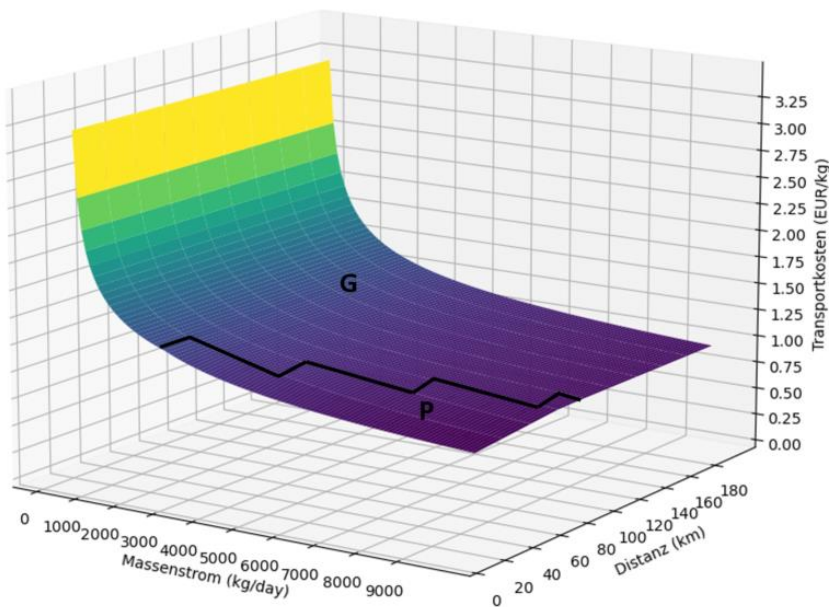


Abbildung 48: Transportkosten aller Technologien für die betrachteten Größen der Region Lausitz (©BMVI/RLI)

Bei geringen Massenströmen unter 1.000 kg/Tag liegen die Kosten aller Technologien auf dem höchsten Niveau und sinken mit zunehmenden Massenströmen. Im Bereich von 10 t/Tag schneiden sich die Flächen der umgerüsteten Pipeline mit dem 500 bar Trailer. Der Transport von LOHC liegt insgesamt auf einem durchgehend sehr hohen Niveau, was auf die hohen Investitionskosten für Hydrierungs- und Dehydrierungsanlage (inkl. Gasreinigung) zurückzuführen ist.

Die minimalen Kosten sind in Abbildung 49 dargestellt.

<sup>69</sup>Vgl. [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/Wasserstoff/Wasserstoffpapier.pdf?blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/Wasserstoff/Wasserstoffpapier.pdf?blob=publicationFile&v=2)



G – Trailer 500 bar

P – Pipeline Retrofit

Abbildung 49: Minimale Transportkosten für die betrachteten Größen in der Region Lausitz (©BMVI/RLI)

Für die meisten Kombinationen ist der Trailer-Transport mit Lkw bei 500 bar die günstigste Alternative. Stufenweise liegt die umgerüstete Pipeline noch unter den Kosten des Trailers. Dies resultiert aus der Notwendigkeit eines zusätzlichen Trailers bei den erkennbaren Massenströmen. Dabei muss ein neuer Trailer eingesetzt werden, der nur sehr gering ausgelastet wird. Durch die zusätzlichen Kosten für Trailer und Lkw ergeben sich sehr hohe spezifische Kosten des Wasserstofftransports. In diesem Bereich kann die umgerüstete Pipeline geringere Kosten bieten, wenn der angestrebte Preis von 100 EUR/m erreicht wird.

Die stufenweise Abgrenzung zwischen Pipeline wird zusätzlich in Abbildung 50 verdeutlicht. Hier ist die jeweils günstigste Technologie für die Kombination angegeben.

		Massenstrom in kg/d																						
		0	100	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	
Distanz in km	20	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	
	40	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	P_R	
	60	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	
	80	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500
	100	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500
	120	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500
	140	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500
	160	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500
	180	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500
	200	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500	T_500

Abbildung 50: Darstellung der günstigsten Technologie in Tabellenform, T\_500 – Trailer 500 bar, P\_R – Pipeline Retrofit (©BMVI/RLI)

Abbildung 51 zeigt die geringsten Kosten nochmal in Tabellenform aufgetragen.

		Massenstrom in kg/d																					
		0	100	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000
Distanz in km	20	3,153	1,935	1,594	1,430	1,328	1,253	1,179	1,122	1,076	1,037	1,005	0,977	0,953	0,931	0,912	0,895	0,879	0,865	0,852	0,840	0,828	
	40	3,154	1,936	1,594	1,431	1,328	1,256	1,201	1,158	1,122	1,091	1,062	1,029	1,000	0,975	0,953	0,933	0,915	0,898	0,883	0,870	0,857	
	60	3,154	1,936	1,595	1,431	1,329	1,257	1,202	1,158	1,122	1,092	1,066	1,043	1,023	1,005	0,989	0,971	0,950	0,932	0,915	0,900	0,885	
	80	3,155	1,937	1,595	1,432	1,329	1,257	1,202	1,159	1,123	1,092	1,066	1,044	1,024	1,006	0,990	0,975	0,962	0,950	0,938	0,928	0,914	
	100	3,156	1,938	1,596	1,432	1,330	1,258	1,203	1,159	1,123	1,093	1,067	1,044	1,024	1,006	0,990	0,976	0,962	0,950	0,939	0,928	0,919	
	120	3,157	1,938	1,597	1,433	1,331	1,258	1,203	1,160	1,124	1,094	1,068	1,045	1,025	1,007	0,991	0,976	0,963	0,951	0,940	0,929	0,919	
	140	3,159	1,939	1,597	1,434	1,331	1,259	1,204	1,161	1,125	1,094	1,068	1,046	1,026	1,008	0,992	0,977	0,964	0,952	0,940	0,930	0,920	
	160	3,160	1,940	1,598	1,435	1,332	1,260	1,205	1,161	1,126	1,095	1,069	1,047	1,027	1,009	0,993	0,978	0,965	0,952	0,941	0,931	0,921	
	180	3,161	1,941	1,599	1,436	1,333	1,261	1,206	1,162	1,127	1,096	1,070	1,048	1,028	1,010	0,994	0,979	0,966	0,953	0,942	0,932	0,922	
	200	3,163	1,942	1,600	1,437	1,334	1,262	1,207	1,163	1,128	1,097	1,071	1,049	1,029	1,011	0,995	0,980	0,967	0,954	0,943	0,933	0,923	

Abbildung 51: Darstellung der geringsten Kosten je Kombination in EUR/kg (©BMVI/RLI)

Grundsätzlich verdeutlicht Abbildung 11 die Kostensenkung mit steigendem Massenstrom. Zusätzlich wird ersichtlich, dass die betrachteten Distanzen nur einen Einfluss auf die Gesamtkosten haben. Der Unterschied zwischen 20 km und 200 km liegt durchschnittlich bei 0,05 EUR/kg. Dabei liegen die größten Unterschiede bei den höchsten Massenströmen, weil hier mehr Fahrzeuge und Personal mit einkalkuliert werden. Distanzänderungen im Bereich bis 200 km haben nur einen geringen Einfluss auf die Gesamtkosten, wodurch sich die gezeigte Form der Flächen ergibt.

#### 8.4 Annahmen

	Parameter	Einheit	Wert	Quelle
<b>Allgemein</b>	Levelized Cost of Hydrogen	EUR/kg	6	RLI
	Kapitalkostensatz	%	4	Stoeckel et al. (2021)
	AF, 20 Jahre	%	7	RLI
	Stromkosten	EUR/kWh	0,1855	RLI
	Erdgaskosten	EUR/kWh	0,04	Reuss et al. (2017)
	<b>Kompressor</b>	CAPEX Kompressor_Basis	EUR	28.063
Skalierungsfaktor			0,6378	RLI
Strombedarf 300 bar		kWh/kg	1,52	RLI
Strombedarf 500 bar		kWh/kg	1,86	RLI
OPEX		%	2	Yang & Ogden (2008)
AF		%	9	
Lebensdauer		a	15	Reuss et al. (2017)
<b>Speicher</b>		Speicherbedarf	% des täglichen Durchflusses	50
	Speicherkosten GH2 (15-250 bar)	EUR/kg	450	Stoeckel et al. (2021)

	Speicherkosten inkl. Material	LOHC, EUR/kg	50	Reuss et al. (2017)
<b>Lkw</b>	CAPEX LKW	EUR	200.000	Stoeckel et al. (2021)
	Lebensdauer	a	8	Reuss et al. (2017)
	AF LKW	%	15	
	OPEX variabel non-fuel	%	1	Yang & Ogden (2008)
	OPEX fix Gas-Trailer	%	5	Yang & Ogden (2008)
	Diesel-Verbrauch	l/km	0,3	RLI
	Dieselskosten	EUR/l	1	RLI
	Maut	EUR/km	0,187	RLI
	Mautpflichtige Distanz	%	80	RLI
	Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	50	RLI, Stoeckel et al. (2021), Reuss et al. (2017)
	LKW Nutzung	Schichten/Tag	2	RLI
	Lenkzeit Fahrer	h/Schicht	4	RLI
	Liefertage	Tage/Jahr	250	RLI
	Fahrergehalt	EUR/h	35	RLI
Ausladezeit	h	1,5	Reuss et al. (2017)	
<b>Trailer</b>	Lebensdauer	a	12	Reuss et al. (2017)
	AF Trailer	%	11	
	OPEX fix	%	2	Reuss et al. (2017)
	OPEX var fix	%	1	Yang & Ogden (2008)
	CAPEX Trailer 300 bar	EUR	550.000	Hexagon (2021)

	CAPEX Trailer 500 bar	EUR	1.000.000	Hexagon (2021)
	CAPEX Trailer LOHC	EUR	150.000	Reuss et al. (2017)
	Kapazität 300 bar Trailer	kg	1.165	Hexagon (2021)
	Kapazität 500 bar Trailer	kg	1.400	Hexagon (2021)
	Kapazität LOHC Trailer	kg	1.800	Reuss et al. (2017)
<b>Pipeline</b>	Pipeline CAPEX DN 100	EUR/km	275.500	Reuss et al. (2017), Krieg (2012)
	Pipeline DN 100 Capacity	t/d	17	Krieg (2012)
	Pipeline Retrofit Distribution	EUR/km	100.000	Statista (2021), McKinsey&Company (2020)
	Pipeline OPEX	%	4	Reuss et al. (2017)
	Lebensdauer	a	40	Reuss et al. (2017)

## 9 Anhang 2: Überblick zu im Rahmen von HyStarter adressierten H<sub>2</sub>-Projekten und Projektideen

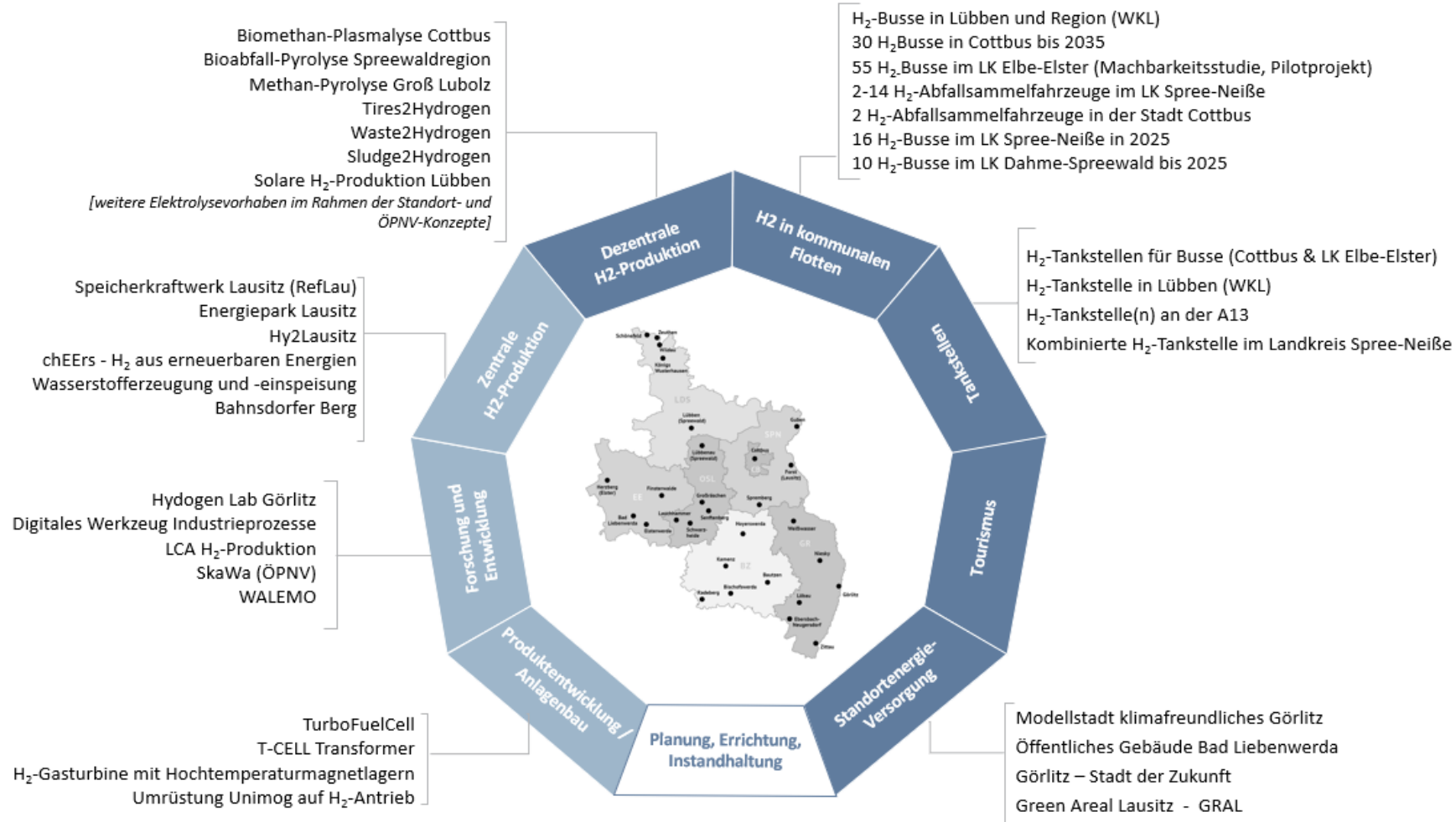


Abbildung 52: Übersicht zu den in HyStarter adressierten Projekten und Projektideen der Wasserstoffregion Lausitz

## 9.1 Projektideen Themencluster 1: Regionale H<sub>2</sub>-Erzeugung

Die in den HyStarter-Strategiedialogen adressierten Projektideen zum „Themencluster 1: Regionale H<sub>2</sub>-Erzeugung“ wurden zu einem Großteil in Projektsteckbriefe überführt und konkretisiert. Diese Projektsteckbriefe stellen den jeweiligen Diskussionsstand zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge dar und können sich aufgrund äußerer Umstände jederzeit ändern (z.B. verspätete Förderung, fehlende Projektpartner, geänderte Priorisierung). Manche Projektideen waren noch nicht ausgereift genug für einen Projektsteckbrief oder nicht für eine Veröffentlichung gedacht. Die folgenden Steckbriefe erheben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Projektideen sind in alphabetischer Reihenfolge sortiert.

### 9.1.1 Bioabfall-Pyrolyse Spreewaldregion

---

#### Bioabfall-Pyrolyse Spreewaldregion

---



#### IDEE

Die energetische Veredlung biogener und sekundärer Kohlenstoffquellen hin zu Wasserstoff und synthetischen Gasen bietet Potenzial der Verzahnung von Abfallwirtschaft, Bioökonomie und Wasserstoffwirtschaft. Dabei werden innovative Lösungsansätze für die bestmögliche Nutzung regionaler Kohlenstoffquellen entwickelt und zur Marktreife geführt.

Der Einsatz einer Pyrolysetechnologie zur Gewinnung synthetischer Gase soll den Übergang von der linearen zur zirkulären CO<sub>2</sub>-emissionsfreien Kohlenstoffwirtschaft ermöglichen. Ziel ist, in einem Konsortium mit mehreren Partnern (u.a. Abfallentsorgungsverband KAEV, Technologiepartner bei Verfahrenstechnik und Digitalisierung, etc.) eine Pyrolyseanlage zu bauen, welche aus regionalen Bioabfällen marktreife gasförmige und flüssige Produkte herstellt.



#### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- DBI-Virtuhcon GmbH
- Stadt- und Überlandwerke GmbH Lübben
- weitere Partner



#### VERORTUNG

Spreewaldregion, insbesondere Abfalleinzugsgebiet des kommunalen Abfallentsorgungsverband KAEV (Landkreise Dahme-Spreewald und Oberspreewald-Lausitz).



#### ZEITPLAN

2021 – 2025

1. Studien (Potenzial, Standort, Technik,) 2. Workshops Vorstellung Projekt 3. Erarbeitung Innovationskonzept 4. Umsetzung 5. Evaluierung und Optimierung.

### Biomethan-Plasmanalyse am Klärwerk Cottbus

---



#### IDEE

Die Kläranlage Cottbus besitzt das Potential, ein energieautarker Standort zu werden: Für den Betrieb der Kläranlage inkl. der Gebäude versorgt sich die LWG bereits selbst mit Strom- und Wärme (BHKW). Weitere Energiemengen können in Form von Wasserstoff durch Kreislaufschließung aus den Biogasüberschüssen (per Methan-Plasmanalyse) und Zubau von PV-Anlagen (Strom für die Plasmanalyse und Kläranlage) bereitgestellt werden. Somit können zukünftig eigene oder kommunale Fahrzeuge mit grünem Wasserstoff betankt werden. Weitere Absatzmärkte können sein: Gebäudeenergieversorgung, chemische Industrie (Methanol-Erzeugung).

In einer ersten Phase soll eine Methan-Plasmanalyse am Standort errichtet werden, die über eine tägliche H<sub>2</sub>-Produktionskapazität von > 300 kg verfügt. Eine Nachreinigungsanlage bereitet den produzierten Wasserstoff ggf. bedarfsabhängig auf die Qualität 5.0 (zum Einsatz in der Brennstoffzelle) auf.

Zur Bereitstellung der erforderlichen Prozessenergie (Strom) wird in einem ersten Schritt der lokal erzeugte Überschussstrom verwendet. In einer weiteren Ausbaustufe übernimmt dies eine 2 MW<sub>p</sub> PV-Anlage und ermöglicht eine 100 % Umwandlung der Klärgasüberschüsse in Wasserstoff und elementaren Kohlenstoff und leistet zudem einen Beitrag zur Autarkie der Gesamtanlage.



#### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- LWG Lausitzer Wasser GmbH & Co. KG
- Graforce GmbH (assoziiertes Partner und Lieferant)
- Offen ist die Thematik Tankstelle – prinzipiell kommt auch ein Betreibermodell in Betracht
- Wasserstoffabnehmer (für Verkehr oder aber Gebäudeversorgung – H<sub>2</sub>-Mini-BHKW)



#### VERORTUNG

Standort Kläranlage (Am großen Spreeweher 6, 03044 Cottbus)



#### ZEITPLAN

Projektentwicklung, Genehmigung, Beschaffung und Installation: Q1/2022 – Q4 / 2023

Probetrieb: ab Q1 / 2024



## Energiepark Lausitz

---



### IDEE

Auf der Alten Hochkippe in Klettwitz wird ein Photovoltaikpark geplant, welcher im ersten Bauabschnitt 2021 eine Leistung von 100 MW aufweist und bis 2022 sukzessive auf eine Größe von 300 MW ausgebaut werden wird. Der PV-Strom wird zur elektrolytischen Erzeugung von Wasserstoff verwendet. Hierzu soll eine Anlage mit 100 MW und einer Produktionskapazität von ca. 13.000 t/a H<sub>2</sub> errichtet werden.

Der Wasserstoff soll dem öffentlichen Verkehr, Spediteuren und dem Verkehrssektor zur Verfügung gestellt werden. Es werden mehrere Tankstellen und die zugehörige H<sub>2</sub>-Logistik (Speicherung, Verteilung) an zu definierenden / geeigneten Standorten vorgesehen bzw. errichtet, um den Wasserstoff im Verkehrssektor abzusetzen.

Mit dem Vorhaben werden Konversionsflächen des Braunkohlenbergbaus nachgenutzt. Das Vorhaben ist mit der Gemeinde Schipkau, dem Landkreis OSL und der Regionalen Planungsgemeinschaft abgestimmt, die das Vorhaben unterstützen.



### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- GP Joule
- Gemeinde Schipkau
- Firma Reinert Logistic
- Firma Bertschi
- BUG Dienstleistungen
- Dekra
- Landkreise OSL, EE, SPN, LDS



### VERORTUNG

Schipkau (Landkreis Oberspreewald-Lausitz)



### ZEITPLAN

Errichtung PV-Park: 2021 – 2022

Phase 1: Errichtung Elektrolyse (bis zu 5 MW), Errichtung H<sub>2</sub>-Tankstelle in Klettwitz (2022)

Phase 2: Errichtung Elektrolyse bis zu 100 MW), Errichtung weitere H<sub>2</sub>-Tankstellen (2025-2026)

### Hy2Lausitz – Grüne H<sub>2</sub>-Produktion und Methanisierung

---



#### IDEE

Das Konsortialprojekt Hy2Lausitz hat zum Ziel, die Herstellung grünen Wasserstoffs und synthetischen Methanols umzusetzen. Der zentrale Projektbaustein ist eine hybride Wasserstofferzeugungsanlage bestehend aus einer alkalischen Elektrolyse (AEL) mit einer Leistung von 70 MW, gekoppelt mit einer 5 MW PEM-Elektrolyse (PEM). Aufgezeigt werden soll dabei die großskalige aber auch systemdienliche Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff durch Versorgung der Elektrolyse mit Strom aus erneuerbaren Quellen der Region. Der größte Teil des erzeugten grünen Wasserstoffs soll unter Verwendung von lokal anfallendem grünem Kohlendioxid (CCU: Carbon Capture and Usage) durch Emissionsvermeidung mit Abscheidung und Verwendung am Standort zu synthetischem Methanol weiterverarbeitet werden.



#### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Partner sind: Hy2gen AG, Actemium BEA, sH2 - Sustainable Hydrogen, ArevaH2gen
- Weitere Gespräche laufen mit folgenden Interessenten / Partnern: Thyssen Krupp, Ballard, BayWa, LEAG, DSGV



#### VERORTUNG

Noch nicht entschieden. Möglicher Standort: Jänschwalde.



#### ZEITPLAN

Projektstart 2021.

### Methan-Pyrolyse Groß-Lubolz

---



#### IDEE

Die Biogasanlage Groß Lubolz plant eine Erweiterung Ihrer Kapazität (max. Erzeugungskap. = 900 Nm<sup>3</sup>/h). Biogas ist ein erneuerbarer Energieträger, in dem Kohlenstoff (C) als Biomethan gebunden ist. Ziel der Idee ist, im Zusammenhang mit der geplanten Erweiterung der Biogasanlage eine Anlage zur Herstellung von „Türkisen Wasserstoff“ zu errichten. Über eine Methan-Pyrolyse wird H<sub>2</sub> erzeugt und der im Gas enthaltene C-Anteil stofflich gebunden. Die Wärmeversorgung des Reaktors erfolgt auf Basis erneuerbarer Energien. Der H<sub>2</sub> wird entweder

---

in das Erdgasnetz eingespeist oder in einer organischen Lösung (LOHC) gespeichert.

Die energetische Weiterveredlung von biogenen Kohlenstoffquellen zu Wasserstoff soll den Einsatz von fossilen Energieträgern in verschiedenen Sektoren substituieren. Der stoffliche Einsatz des C-Produktes führt zu einem wirtschaftlich optimierten C-Kreislauf in der Region.



## AKTEURE

Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:

- Spreewälder Agrarbetriebe LUBOLZ (Anlagenbetreiber Biogasproduzent)
- DBI-Virtuhcon GmbH
- Stadt- und Überlandwerke GmbH Lübben
- weitere Partner



## VERORTUNG

15907 Lübben, Groß Lubolz und die Region



## ZEITPLAN

2021 – 2025

1. Studie (Potenzial, Standort, Technik,) 2. Workshops Vorstellung Projekt 3. Erarbeitung Konzept 4. Umsetzung (Bau Anlage) 5. Evaluierung und Optimierung.

---

### 9.1.7 Referenzkraftwerk Lausitz

---

#### Referenzkraftwerk Lausitz



## IDEE

Das Referenzkraftwerk Lausitz beinhaltet die Planung, Errichtung und den Betrieb eines Speicherkraftwerks als technologische Innovation, die benötigten regionalen Windenergie- und Photovoltaikanlagen und die Vermarktung des grünen Wasserstoffs in unterschiedlichen Sektoren. Das Speicherkraftwerk gliedert sich in zwei Teile. Der erste Teil umfasst die industriegetriebenen Komponenten zur Sektorenkopplung und der zweite Teil die forschungsgetriebenen Komponenten zur Rückverstromung und zur Erbringung von Systemdienstleistungen.

- Im *industriegetriebenen Teil* produziert ein ca. 10 MW großer Elektrolyseur grünen Wasserstoff, der entweder direkt genutzt oder zur späteren Verwendung in stationäre Druckgasspeicher gefördert wird. Der Großteil des grünen Wasserstoffs wird verschiedenen Anwendungen in Wärme, Verkehr, und Industrie zur Verfügung gestellt. Der andere Teil wird dem forschungsgetriebenen Teil zugeführt.

- 
- Im *forschungsgetriebenen Teil* wird durch die innovative Verschaltung von Superkondensatoren, Batterien und Brennstoffzellen nachgewiesen, dass auf Basis von 100 % Erneuerbaren Energien Systemdienstleistungen wie bei einem konventionellen Kraftwerk erbracht werden können.
- 



## AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee sind folgende Akteure eingebunden:*

- Investierende Partner: Zweckverband Industriepark Schwarze Pumpe (Konsortialführer), Energiequelle, ENERTRAG
  - Wissenschaftliche Partner: CEBra, Steinbeis-TZ / Uni Rostock
  - Kommunale Partner: Lausitzrunde
  - Assoziierte Partner: Siemens, Ontras, 50Hertz, LEAG
- 



## VERORTUNG

Industriepark Schwarze Pumpe (Spremberg).

Initiierung von Modellprojekten zur H<sub>2</sub>-Nutzung in den benachbarten Regionen.

---



## ZEITPLAN

Laufendes Vorhaben der BMWi Reallabore Energiewende.

Inbetriebnahme Stufe 1 mit ca. 10 MW Elektrolyseleistung frühestens ab 2024.

---

### 9.1.8 Sludge2Hydrogen – Wasserstoff aus Klärschlamm

---

#### Sludge2Hydrogen – Wasserstoff aus Klärschlamm

---



## IDEE

Bau einer Recyclinganlage für thermo-chemisches stoffliches Recycling (Thermolyse-Anlage, Typ MIDI), die primär für die Klärschlamm Entsorgung genutzt wird. Bauartbedingt wird mit dieser Anlage bereits jetzt schon ein wasserstoffhaltiges Permanentgas erzeugt, welches nun separiert und extern genutzt werden soll. Durch Erhöhung der Prozesstemperatur in der MIDI-Thermolyse-Anlage kann die Wasserstoffproduktion erhöht werden. Bei Prozesstemperaturen ab 800 °C und Wasserdampfeindüsung wird restliches C-fix ebenfalls in CO + H<sub>2</sub> umgesetzt.

Drehrohrtemperaturen bis über 1.200 °C sind auch jetzt schon Stand der Technik.

Die Wirtschaftlichkeit der H<sub>2</sub>-Produktion kann durch zwei Einnahmequellen sichergestellt werden (Entsorgungsgebühren und Verkauf von Wasserstoff). Eine Wärme-Einkopplung in Fernwärmenetze ist möglich.

---



## AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

---

- 
- Kläranlagenbetreiber (Primär sinnvolle Entsorgung)
  - Stadtwerke (Primär: Erzeugung von Wasserstoff)
  - Chemiebetriebe mit CO + H<sub>2</sub> -Bedarf
  - Produzierendes Gewerbe mit Schlamm-Abfällen
  - Modis als Engineering-Partner für MIDI-Technologie
  - Fertigungsbetriebe ohne eigenes Engineering
- 



## VERORTUNG

Noch ohne Standort. Geeignete Standorte sind: Gewerbeparks, Chemieparks, Standorte entlang einer (geplanten) Wasserstoff-Pipeline, Standorte in Nähe von Post-EEG-Anlagen (zeitnahe Ende der Förderung mit geplantem Weiterbetrieb und Wunsch nach wirtschaftlichen Nachnutzungskonzepten).

---



## ZEITPLAN

Noch ohne Zeitplan. Zuerst muss eine Projektallianz gefunden / gegründet und ein Finanzierungskonzept aufgestellt werden (Investoren, Fördermittel o.ä.). Nach der erfolgreichen Standortsuche und Finanzierungsklärung kann mit der Beantragung des Vorhabens nach Bundesimmissionsschutzgesetz begonnen werden.

---

### 9.1.9 Solare H<sub>2</sub>-Produktion Lübben

---



## IDEE

Die Stadt- und Überlandwerke GmbH Lübben plant gemeinsam mit der Kommunale Abfallentsorgungsverband (KEAV) die Installation und Inbetriebnahme von zwei neuen PV-Anlagen (in Summe 1,5 MW<sub>p</sub>) auf dem Deponiekörper der KAEV in Lübben. Eine Baugenehmigung liegt vor. Die Stadtwerke suchen nach neuen Wegen der lokalen Stromerzeugung im Rahmen einer regionalen Kooperation. Mit beiden neuen PV-Anlagen ließen sich rechnerisch jährlich ca. 20 t grüner Wasserstoff elektrolytisch produzieren. Der Wasserstoff soll über eine H<sub>2</sub>-Tankstelle im Sektor „Verkehr“ bzw. im Sektor „Wärme“ durch Einspeisung in das Verteilnetz der SÜW genutzt werden.

Das Projekt ist Teil der regionalen Zielsetzung, in einer Dekade die H<sub>2</sub>-Produktion in Lübben auf ca. 900 t/a hochzufahren. Dies entspricht in etwa dem potenziellen H<sub>2</sub>-Bedarf der Regionalen Verkehrsgesellschaft Dahme-Spreewald (RVS) unter der Annahme, dass die komplette Flotte auf Brennstoffzellenantrieb umgestellt wird. Damit ließen sich jährlich ca. 12.000 t CO<sub>2</sub>-Emissionen durch vermiedene Dieselerbrennung einsparen.

---



## AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Kommunale Abfallentsorgungsverband (KEAV)
  - Stadt- und Überlandwerke Lübben
-

- 
- Regionalen Verkehrsgesellschaft Dahme-Spreewald (RVS)
- 



VERORTUNG Lübben

---



ZEITPLAN

Erstellung Machbarkeitsstudie: 01.10.2021 – 31.05.2022.

---

### 9.1.10 Tires2Hydrogen – Wasserstoff aus Altreifen

---



IDEE

Bau einer Recyclinganlage für thermo-chemisches stoffliches Recycling (Thermolyse-Anlage, Typ MIDI) die primär für die Altreifenentsorgung / -verölung genutzt wird. Bauartbedingt wird mit dieser Anlage bereits jetzt schon ein wasserstoffhaltiges Permanentgas (ca. 30 kg/h je Linie) erzeugt, welches nun separiert, gereinigt und extern genutzt werden soll.

Bei Temperaturen von ca. 1.000 °C wird normalerweise die Methan-Pyrolyse durchgeführt. Durch Erhöhung der Prozesstemperatur in der MIDI-Thermolyse-Anlage können sich auch Kunststoffe entsprechend zerlegen lassen, sodass die bisherige Wasserstoffausbeute deutlich erhöht werden kann. Drehrohrtemperaturen bis über 1.200 °C sind auch jetzt schon Stand der Technik.

Die Vorteile des Verfahrens liegen in der Wirtschaftlichkeit durch Entsorgungsgebühren UND Verkauf von Produkten, dem flexiblen Edukte-Einsatz (zunächst Gummigranulat, dann andere Abfälle) und der Option, die Wasserstoffproduktion (zunächst) als Nebenprodukt zu fahren und bei Bedarf die Qualifizierung zur Hauptproduktion zu realisieren. Der Prozess wird elektrisch beheizt und ist somit energiesparend mit EEG-Strom koppelbar.



AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Entsorger (Primär: Waste2Produkt = geschlossene Recyclingkreisläufe)
  - Stadtwerke, Speditionsunternehmen (Primär: Erzeugung von Dieselsubstitut und Wasserstoff, sekundär: Altreifenentsorgung)
  - Entsorgungshöfe (Primär: Entsorgung a la Waste2Product)
  - Produzierendes Gewerbe mit Bedarf an Kohlenstoff/Ruß (Gummi, Farben, Reduktionsmittel)
  - Modis als Engineering-Partner für MIDI-Technologie
  - Fertigungsbetriebe ohne eigenes Engineering
-



## VERORTUNG

Noch ohne Standort. Eignen würden sich: Gewerbeparks, Chemieparks, Standorte in Nähe von Post-EEG-Anlagen (= zeitnahe Ende der Förderung mit geplantem Weiterbetrieb und Wunsch nach wirtschaftlichen Nachnutzungskonzepten).

Bei Betreuung/Forschung von Modis-Ingenieuren wäre Nähe Leipzig willkommen.



## ZEITPLAN

Noch ohne Zeitplan. Zuerst muss eine Projektallianz gefunden / gegründet und ein Finanzierungskonzept aufgestellt werden (Investoren, Fördermittel o.ä.). Nach der erfolgreichen Standortsuche und Finanzierungsklärung kann mit der Beantragung des Vorhabens nach Bundesimmissionsschutzgesetz begonnen werden.

### 9.1.11 Wasserstoff-Drehscheibe Bahnsdorfer Berg

#### Wasserstoff-Drehscheibe Bahnsdorfer Berg



## IDEE

Das Ziel des Vorhabens ist die großvolumige Erzeugung von grünem Wasserstoff für die Anwendung in Mobilität, Wärme und Industrie vor Ort und in der Region. Die geplanten Gesamtinvestitionen summieren sich auf ca. 90 Mio. EUR. Die erforderlichen Flächen wurden bereits privatrechtlich gesichert, es liegen ein positive Artenschutz-Gutachten sowie die prinzipielle Zustimmung der Bundeswehr vor, eine bedarfsgerechte Befeuerung (Dark Sky) wird umgesetzt.



## AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- ENERTRAG
- Landkreis Elbe- Elster
- Ontras
- Stadt Uebigau-Wahrenbrück
- Verbandsgemeinde Liebenwerda



## VERORTUNG

Bahnsdorf (Landkreis Elbe-Elster)



## ZEITPLAN

Inbetriebnahme: 2025/2026.

### 9.1.12 Waste2Hydrogen - Wasserstoff aus Kunststoffabfall

#### Waste2Hydrogen - Wasserstoff aus Kunststoffabfall



## IDEE

Bau einer Recyclinganlage für thermo-chemisches stoffliches Recycling (Thermolyse-Anlage, Typ MIDI) die primär für die Kunststoffentsorgung/-verölung genutzt wird. Bauartbedingt wird mit dieser Anlage bereits jetzt schon ein wasserstoffhaltiges Permanentgas erzeugt, welches nun separiert und extern genutzt werden soll. Durch Erhöhung der Prozesstemperatur in der MIDI-Thermolyse-Anlage können sich auch Kunststoffe entsprechend zerlegen lassen, sodass die bisherige Wasserstoffausbeute deutlich erhöht werden kann.

Bei Prozesstemperaturen ab 800 °C wird bereits über 90 % des Wasserstoffes im Kunststoff freigesetzt. Die Drehrohrtemperaturen bis über 1.200 °C sind auch jetzt schon Stand der Technik.

Die Chancen dieser Technologie für die Lausitz liegen in den nahezu unbegrenzt verfügbaren Mengen an Kunststoffabfällen entlang der Neuen Chinesischen Seidenstraße, sowie die geringen Herstellungskosten von Wasserstoff.



## AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Entsorger (Primär: geschlossene Recyclingkreisläufe)
- Stadtwerke (Primär: Erzeugung von Dieselsubstitut und Wasserstoff)
- Entsorgungshöfe (Primär: Entsorgung a la Waste2Product)
- Produzierendes Gewerbe mit (halogenhaltigen) Kunststoffabfällen
- Modis als Engineering-Partner für MIDI-Technologie
- Fertigungsbetriebe ohne eigenes Engineering



## VERORTUNG

Noch ohne Standort. Geeignete Standorte sind: Gewerbepark Chemieparks, Standorte entlang einer (geplanten) Wasserstoff-Pipeline Standorte in Nähe von Post-EEG-Anlagen (zeitnahe Ende der Förderur mit geplantem Weiterbetrieb und Wunsch nach wirtschaftliche Nachnutzungskonzepten).



## ZEITPLAN

Noch ohne Zeitplan. Zuerst muss eine Projektallianz gefunden / gegründet und ein Finanzierungskonzept aufgestellt werden (Investoren, Fördermittl o.ä.). Nach der erfolgreichen Standortsuche und Finanzierungsklärung kan mit der Beantragung des Vorhabens nach Bundesimmissionsschutzgesetz begonnen werden.

---



### 9.3 Projektideen Themencluster 2: H<sub>2</sub>-Ready-Infrastrukturen

Die in den HyStarter-Strategiedialogen adressierten Projektideen zum „Themencluster 2: H<sub>2</sub>-Ready-Infrastrukturen“ wurden zu einem Teil in Projektsteckbriefe überführt und konkretisiert. Diese Projektsteckbriefe stellen den jeweiligen Diskussionsstand zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge dar und können sich aufgrund äußerer Umstände jederzeit ändern (z.B. verspätete Förderung, fehlende Projektpartner, geänderte Priorisierung). Manche Projektideen waren noch nicht ausgereift genug für einen Projektsteckbrief oder nicht für eine Veröffentlichung gedacht. Die folgenden Steckbriefe erheben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Projektideen sind in alphabetischer Reihenfolge sortiert.

#### 9.3.1 H<sub>2</sub>-Gasturbine mit Hochtemperaturmagnetlagern

---

##### H<sub>2</sub>-Gasturbine mit Hochtemperaturmagnetlagern

---



##### IDEE

Die H<sub>2</sub>-Gasturbine soll die Nutzung des strombasierten Energieträgers H<sub>2</sub> in Gasturbinen (GT) für die Rückverstromung mit einer gesteigerten Leistungsdichte durch hohe mögliche Drehzahlen ermöglichen. Die Erhöhung der Effizienz/Verfügbarkeit der GT resultiert dabei durch berührungsfreie Hochtemperaturmagnetlager. Eine inhärente Diagnose der Maschine/Anlage ist ohne zusätzliche Sensorik möglich.

Die Einsatzziele der Technologie sind:

- Bereitstellung einer wartungsarmen Turbine
- Anwendung moderner Regelstrategien
- Integrierte Bauweise der Turbine – Lager und Aggregat bilden eine Einheit
- Steigerung des Gesamtwirkungsgrades durch Verzicht auf Kühlung
- Zentrale/dezentrale Anordnung in KWK/BHKW, H<sub>2</sub>-Speicherkraftwerk

Vorgehen: Auslegung der Lagerung, Fertigung eines Prototyps, Inbetriebnahme und Test.



##### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Hochschule Zittau/Görlitz, Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik (IPM)
  - TU Chemnitz; Professur Elektrische Energiewandlungssysteme und Antriebe
  - Fraunhofer Kunststoffzentrum Oberlausitz
  - Gemeinnützige Forschungsgesellschaft für dezentrale Energiesysteme e.V. (GEDES)
  - Innotas Produktions GmbH
-

**VERORTUNG**

Sächsische Lausitz

**ZEITPLAN**

geplant für einen Durchführungszeitraum von 3 Jahren

---

**9.3.2 T-CELL Transformer**

---

**T-CELL Transformer****IDEE**

Der T-Cell Transformer ist ein Energiewandler, der den Weg in die Wasserstoffwirtschaft unterstützt. Er liefert die Lösung für hocheffiziente Rückverstromung von Grüngas und stellt gleichzeitig Wärmeenergie und Wasserstoff zur Verfügung. So kann er im urbanen Umfeld zum Heizen und Kühlen von Gebäuden eingesetzt werden und diese mit Strom versorgen. Für nachhaltige Mobilität können Strom und H<sub>2</sub> zur Betankung von Fahrzeugen eingesetzt werden. Mit einem Gesamtwirkungsgrad von über 95 % erreicht die Anlage eine herausragende Effizienz. Dabei stellt sie bis zu 270 kW<sub>el</sub> Energie, 150 kW H<sub>2</sub> und 80 kW Wärme gleichzeitig zur Verfügung. Als chemischer Transformator kann die T-Cell neben der Versorgung von Elektrofahrzeugen mit Strom auch synthetisch H<sub>2</sub> herstellen und auskoppeln. Die Menge des hergestellten H<sub>2</sub> ist dabei je nach Nachfrage variabel und kann unter temporärer Drosselung der Stromerzeugung für eine Auskopplung bis auf 210 kW (@chemische H<sub>2</sub>-Leistung) gesteigert werden. Die Umwandlung von zusätzlichem Grüngas in H<sub>2</sub> erfolgt annähernd vollständig und reiht sich mit ihrer hervorragenden Performanz neben dem elektrischen Wirkungsgrad von über 65 % und dem Gesamtwirkungsgrad des hybriden Energiewandlers von über 95 % ein. Terminiert ist der Markteintritt @ Smart Factory zeitgleich mit der T-CELL-Basistechnologie (vgl. [www.b-tu.de/t-cell](http://www.b-tu.de/t-cell)) am 15. September 2026.

**AKTEURE**

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Apparatebauunternehmen, Hersteller von Steueranlagen usw.
- Energieversorgungsunternehmen, Netzbetreiber
- Mikrogasturbinen- und SOFC-Komponentenhersteller
- Entwickler von E- und H<sub>2</sub>-Tankstellen
- Entwickler zukünftiger Lebensräume (Stadtplaner usw.)

**VERORTUNG**

Cottbus, BTU und Lausitz

**ZEITPLAN**

Komponentenentwicklung bis Mitte 2022

Realisierung Prototyp bis 2024

### 9.3.3 TurboFuelCell

---

#### TurboFuelCell

---



#### IDEE

Der Energiewandler der Zukunft, basierend auf einem Mikrogasturbinen-Brennstoffzellen-Kreisprozess (MGT-SOFC), liefert die Lösung für die hocheffiziente Rückverstromung. Diese erfolgt bei der MGT-SOFC mit einem elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 70 %. Ein solches Hybridsystem soll zum Teil aus bereits existierenden, für den Einsatz angepassten Teilanlagen und weiteren Subsystemen mit erforderlichen Eigenschaften entwickelt werden. Ein aus den entstehenden Komponenten projektiertes System könnte dann durch ein schnelles Ansprechverhalten (Lastsprung von 100 kW/s bei einer 270 kW-Anlage) zur Stabilisierung der Stromnetze der Zukunft einen sehr wichtigen Beitrag leisten. Ein solches System wird flexibel mit beliebigen CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub> Gemischen betrieben werden können und damit zu einer zeitnah realisierbaren Lösung für den Übergang zur CO<sub>2</sub>-freien Wasserstoffwirtschaft. Durch die Kompaktheit des Systems, ihre Vernetzung im „virtuellen Kraftwerk“, die Flexibilität des möglichen Energieabrufs als elektrische Leistung und als Wärmeenergie schafft es ein solches Kraftwerk, als kompakte Quartiersversorgung einen unmittelbaren effektiven Beitrag zur Sektorenkopplung bereit zu stellen. Das Potential zur Wirkungsgradsteigerung wird dabei durch eine hohe Wärmeintegration über die Rückgewinnung von Abwärmen und die Kompaktheit des Systems dargestellt.



#### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Apparatebauunternehmen
- Hersteller von Steueranlagen
- Energieversorgungsunternehmen
- Mikrogasturbinenhersteller
- Netzbetreiber



#### VERORTUNG

Cottbus, BTU und Lausitz



#### ZEITPLAN

Komponentenentwicklung bis 12/2021

Realisierung Prototyp bis 2024

Dauertest ab 2024, EIS/Entry in Service 2026

---

## 9.4 Projektideen Themencluster 3: Emissionsfreie Verkehre

Die in den HyStarter-Strategiedialogen adressierten Projektideen zum „Themencluster 3: Emissionsarme Verkehre“ wurden zu einem Teil in Projektsteckbriefe überführt und konkretisiert. Diese Projektsteckbriefe stellen den jeweiligen Diskussionsstand zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge dar und können sich aufgrund äußerer Umstände jederzeit ändern (z.B. verspätete Förderung, fehlende Projektpartner, geänderte Priorisierung). Manche Projektideen waren noch nicht ausgereift genug für einen Projektsteckbrief oder nicht für eine Veröffentlichung gedacht. Die folgenden Steckbriefe erheben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Projektideen sind in alphabetischer Reihenfolge sortiert.

### 9.4.1 H<sub>2</sub>-Antriebstechnologie im ÖPNV Landkreis Elbe-Elster

---

#### H<sub>2</sub>-Antriebstechnologie im ÖPNV Landkreis Elbe-Elster

---



#### IDEE

Die Idee ist die Pilotierung alternativer Antriebe mit praxistauglicher Reichweitenverfügbarkeit für den regionalen ÖPNV im Landkreis Elbe-Elster. Bei langlaufenden Regionalbuslinien im ländlichen Raum müssen die einschlägigen Anforderungen bei Reichweitenverfügbarkeit und Systemzuverlässigkeit auch bei Anwendung alternativer Antriebe eingehalten bleiben. Mit konventionellen Batteriespeichertechnologien (klassischer Elektrobuss) werden die Basisanforderungen des ÖPNV im auch auf absehbare Zeit hin nicht erfüllt werden können. Allenfalls Wasserstoffspeichertechnologien bieten nach dem heutigen Stand der Forschung die erforderliche Energiedichte.

Mit 2 ... 3 Fahrzeugen soll die H<sub>2</sub>-Antriebstechnologie einschließlich einer eigenen dezentralen H<sub>2</sub>-Erzeugung aus regenerativer Energie sowie Tankstelleninfrastruktur pilotiert werden für eine ÖPNV-Anwendung im ländlichen Raum.



#### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Verkehrsmanagement Elbe-Elster GmbH
- BTU Cottbus
- Bergakademie Freiberg
- DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
- Weitere Partner

Es empfiehlt sich, der Projektumsetzung die Erstellung einer Machbarkeitsstudie über H<sub>2</sub>-Anwendungen im ÖPNV im Landkreis Elbe-Elster voranzustellen, um die betrieblichen Gegebenheiten für den ÖPNV-Betrieb im ländlichen Raum vorab in folgenden Schwerpunkten zu untersuchen. Die Machbarkeitsstudie soll Grundlage für spätere Investitionsentscheidungen bilden und dabei Kostenklarheit für

---

nachfolgende Klimaschutzprojekte im ÖPNV im ländlichen Raum herstellen.

---



#### VERORTUNG

Verkehrsmanagement Elbe-Elster GmbH, Nach dem Horst 43, 03238 Finsterwalde

---



#### ZEITPLAN

2021 - 2023

1. Markt- & Technologieanalyse wasserstoffgetriebener ÖPNV-Fahrzeuge (Linienbusse).
  2. Ausgestaltung einer skalierbaren Wasserstoff-Betankungsinfrastruktur im Landkreis Elbe-Elster.
  3. Wasserstofferzeugung und -lieferung aus regenerativen regionalen Energiequellen.
  4. Untersuchung der in Frage kommenden ÖPNV-Linien und Betankungsorte im Landkreis Elbe-Elster.
- 

### 9.4.2 LCA – Life Cycle Assessment Wasserstofferzeugung und -nutzung

---

#### LCA – Life Cycle Assessment Wasserstofferzeugung und -nutzung

---



#### IDEE

Life Cycle Assessment (LCA, Ökobilanz) der Wasserstofferzeugung und -nutzung und Potentialanalyse zum Beitrag zur Dekarbonisierung.

Ökobilanzen und LCAs sollen begleitend zur Technologieentwicklung durchgeführt werden, um die Richtungssicherheit bei der technologischen Entwicklung und der konkreten Umsetzung zu berücksichtigen. Dabei geht es um die quantifizierte Bewertung der Substitutionseffekte und den damit verbundenen THG-Einsparungen vs. der (energetische) Aufwand für die H<sub>2</sub>-Erzeugung, die Aufwände im Elektrolyseur und vor allem beim Transport über z.B. Pipelines. Außerdem sollten Brennstoffzellen-Use Cases (z.B. mobile PEM-Anwendungen und stationäre Anwendungen) ökobilanziell untersucht werden.

---



#### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Hochschule Zittau/Görlitz
  - UFZ Halle/Leipzig
  - relevante H<sub>2</sub>-Cluster in der Lausitz
- 



#### VERORTUNG

Noch ohne Standort.

---



#### ZEITPLAN

Noch ohne Zeitplan (Idee).

---

### Skalierbare automatisierte Wasserstoffmobilität im öffentlichen Personennahverkehr - SkaWa

---



#### IDEE

SkaWa ist ein Projekt im Rahmen des Innovationsclusters WALEMO. Ziel ist die Entwicklung, Erprobung und regionale Produktion von skalierbaren autonomen H<sub>2</sub>-Leichtbaufahrzeugen zum Einsatz im ÖPNV („letzte Meile“ / „Zubringer“) in ländlichen Regionen der Lausitz. Dabei trägt das Projekt dem Bedarf der Verkehrsbetriebe nach anforderungsgerechten, regionaltypisch individuellen und gleichzeitig wirtschaftlichen Fahrzeugen Rechnung, wie es bei Schienenfahrzeugen üblich ist.

Mit SkaWa werden sowohl skalierbare, leichtbaugerechte Fahrzeugbauweisen, mit kontur- und belastungsangepassten H<sub>2</sub>-Tankssystemen und deren Produktionstechnologien, als auch effiziente und zuverlässige Sensoren und AD-Drivemodule in Kombination mit H<sub>2</sub>-basierten Antriebssystemen erforscht. Dazu werden funktionsfähige Prototypen umgesetzt und umfassend auf Teststrecken und auf öffentlicher Straße validiert. Die Herausforderung besteht darin, autonome, mit regenerativen H<sub>2</sub>-Kraftstoffen betriebene ÖPNV-Fahrzeuge zuverlässig im ländlichen Raum – ohne das Vorhandensein umfangreicher Verkehrsinfrastruktur – einsetzen zu können.



#### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Fraunhofer IWU, Kunststoffzentrum Oberlausitz, Zittau
- TU Dresden, Institut für Automobiltechnik Dresden (IAD)
- ZVON Zweckverband Oberlausitz/Niederschlesien
- Siemens, Görlitz
- Havlat GmbH
- IAV Automotive Engineering
- GFO GmbH
- Tracetronic
- Digades GmbH
- Miunske GmbH
- Capron GmbH
- VCI Verkehrsconsults GmbH



#### VERORTUNG

Sächsische Lausitz



#### ZEITPLAN

Projekt wurde eingereicht. Geplanter Durchführungszeitraum von 2020 bis 2024.

## Wasserstoff, Leichtbau und autonome Mobilität im ÖPNV – WALEMO

---



### IDEE

#### **Innovationscluster: Entwicklung der sächsischen Lausitz zur Modellregion für Wasserstoff, Leichtbau und autonome Mobilität im ÖPNV – WALEMO**

Bündelung von Kompetenzen bestehender wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Strukturen, sowie geplanter Forschungszentren in der Region. Das Ziel ist die Entwicklung, Praxiseinführung und der Aufbau erforderlicher Infrastrukturen für einen autonomen, bedarfsgerechten ÖPNV mit Leichtbaufahrzeugen, angetrieben mit wasserstoffbasierten Kraftstoffen, in der Lausitz. Die Region entwickelt sich somit zu einer Modellregion für

- wasserstoffbasierte Kraftstoffe in zunächst mobilen Anwendungen im ÖPNV und später im Individualverkehr sowie für stationäre Anwendungen,
- Leichtbau durch wettbewerbsfähige Fertigungsverfahren und nachhaltige Werkstoffe,
- autonome Mobilität mit bedarfsgerechten Personennahverkehrsmitteln in der Lausitz.

WALEMO bildet das Dach für komplementäre FuE-Verbundprojekte zum Thema und bereitet die wissenschaftlich-technische Basis für den Aufbau einer zukunftsweisenden Wertschöpfungskette in der Lausitz.



### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Fraunhofer IWU, Kunststoffzentrum Oberlausitz, Zittau
- TU Dresden, Institut für Automobiltechnik Dresden (IAD)
- ZVON Zweckverband Oberlausitz/Niederschlesien
- Siemens, Görlitz
- IAV Automotive Engineering
- Tracetronic
- Lakowa GmbH
- Miunske GmbH
- Capron GmbH
- VCI Verkehrsconsults GmbH
- Hochschule Zittau/ Görlitz
- ONTRAS/Moviatic



### VERORTUNG

Sächsische Lausitz

---



## ZEITPLAN

Projekt wurde eingereicht. Geplanter Durchführungszeitraum von 2020 bis 2028.

---

### 9.4.5 Wasserstoffbusse in Cottbus

---



## IDEE

Umstellung eines Teils der Busfahrzeugflotte der Cottbusverkehr GmbH (bis zu 30 Fahrzeuge innerhalb der kommenden 15 Jahre) auf Wasserstoff. Dieser soll aus regionalen, erneuerbaren Energien per Onsite-Elektrolyse gewonnen werden (H<sub>2</sub> – Bedarf: ca. 6 t / Fahrzeug Jahr). Am Betriebshof von Cottbusverkehr in Cottbus soll eine Tankstelle für die kombinierte Pkw-, Lkw- und Busbetankung errichtet werden.

Der bedarfsorientierte Aufbau der Onsite-Elektrolyse (LEAG) und der Wasserstofftankstelle erfolgt in 3 Ausbaustufen in Modulbauweise:

1. Ausbaustufe: 2022-2026 für bis zu 9 Wasserstoffbusse, zzgl. LOI-Partner
2. Ausbaustufe: 2027-2031 für bis zu 13 Wasserstoffbusse, zzgl. LOI-Partner
3. Ausbaustufe: 2032-2035 für bis zu 30 Wasserstoffbusse, zzgl. LOI-Partner

Ergänzend ist die Modellierung eines regionalen Pilotprojekts „Nachhaltige Nutzung von Wasserstoff im ÖPNV“ zur Weiterqualifizierung als Regionenprojekt für die Lausitz in Zusammenarbeit mit der WRL geplant.

---



## AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Cottbusverkehr
  - LEAG
  - TSS Logistik GmbH Schwarze Pumpe
  - (Partner Tankstelle)
- 



## VERORTUNG

Cottbus Stadtgebiet, Tankstelle am Betriebshof Cottbusverkehr (Walther-Rathenau-Str. 38, 03044 Cottbus) – gegenüber Gewerbegebiet

---



## ZEITPLAN

Projektskizze und Klärung Finanzierung (Q4 2020), Förderantrag StStG 6/2021 gestellt.

Aufbau Elektrolyse und öffentliche Tankstelle, inkl. Aufbau- und Genehmigungsplanung.

Genehmigungsverfahren, Beschaffung und Inbetriebnahme der Busse (vorbehaltlich Förderung in Höhe von mindestens 80 % der Mehrkosten).

---



## 9.5 Projektideen Themencluster 4: Grüne Produktions- und Gewerbestandorte

Die in den HyStarter-Strategiedialogen adressierten Projektideen zum „Themencluster 4: Grüne Produktions- und Gewerbestandorte“ wurden zu einem Teil in Projektsteckbriefe überführt und konkretisiert. Diese Projektsteckbriefe stellen den jeweiligen Diskussionsstand zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge dar und können sich aufgrund äußerer Umstände jederzeit ändern (z.B. verspätete Förderung, fehlende Projektpartner, geänderte Priorisierung). Manche Projektideen waren noch nicht ausgereift genug für einen Projektsteckbrief oder nicht für eine Veröffentlichung gedacht. Die folgenden Steckbriefe erheben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die untenstehende Liste umfasst auch Vorhaben der Quartiersentwicklung (Wohnen).

Die Projektideen sind in alphabetischer Reihenfolge sortiert.

### 9.5.1 Digitales Werkzeug

---

#### Digitales Werkzeug

---



#### IDEE

Schaffung eines rechentechnisch unterstützten Instruments, das es Experten ermöglicht, Industriedampfprozesse auf effiziente Weise bezüglich Klimagasemissionen zu bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Dabei erfolgt eine Klassifizierung der Industriebranchen nach thermodynamischen, ökologischen und wirtschaftlichen Aspekten.

Es wird ein digitales Abbild des Industrieprozesses geschaffen. Dazu wird das im Projektverlauf als geeignet identifizierte Softwareinstrument auf die Erfordernisse des konkreten Unternehmensstandortes hin angepasst und mit konkreten Unternehmensdaten zu einem Werkzeug entwickelt, mit dem die thermodynamische, ökologische sowie wirtschaftliche Bilanzierung möglich wird.

Ergebnis des Projektes sind ein Demonstrator und Referenzbeispiele.

Das Werkzeug wird zukünftig für die Akquise von Forschungsprojekten mit der Industrie verwendet und dabei weiterentwickelt.

In einer Erweiterungsstufe ist die Analyse der Industrieprozesse bezüglich des teilweisen oder kompletten Ersatzes der eingesetzten fossilen Brennstoffe durch Wasserstoff aus regenerativen Quellen geplant.



#### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Regionale Industrieunternehmen



#### VERORTUNG

Noch kein Standort.



#### ZEITPLAN

Geplant mit einer Laufzeit von 1 Jahr.

---

## Görlitz – Stadt der Zukunft

---



### IDEE

- CO<sub>2</sub>-Emissions-Absenkpfade für die Stadt Görlitz beschreiben und Projekte identifizieren mit denen diese Pfade beschriftet werden können, um wirtschaftliche, soziale und ökologische Vorbildwirkung zu erzielen.
- Detaillierte IST-Analyse zum gegenwärtigen Ausstoß von Klimagasen durch Wohnen, Leben und Arbeiten im Stadtgebiet in Form eines detaillierten und vernetzten Datenabbildes als Diskussionsgrundlage.
- Entwicklung von mathematisch-computergestützten Simulationsmodellen, welche die bestehenden Systeme als digitalen Zwilling abbilden.
- Implementierung von Technologiemoellen zur H<sub>2</sub>-Nutzung, welche in Abstimmung mit dem Siemens Standort in Görlitz eruiert werden.
- Ableitung von Maßnahmen zur klimagasreduzierenden Weiterentwicklung bestehender Systeme und Erstellung von Zukunftsszenarien zur klimagasarmen Güter- und Energieversorgung, welche im Anschluss einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen werden.
- Der Sektor Wärme wird für Wohnen und gesellschaftliche Einrichtungen ein bedeutendes kommunal und stadtgesellschaftlich beeinflussbares Klimagas-Einsparpotential beinhalten und daher in den Fokus rücken.



### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Stadt Görlitz
- HSZG-TRAWOS - Institut für Transformation, Wohnen und soziale Raumentwicklung
- HSZG- IPM - Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik
- IZS - Interdisziplinäres Zentrum für ökologischen und revitalisierenden Stadtumbau
- Europastadt GörlitzZgorzelec GmbH



### VERORTUNG

Görlitz



### ZEITPLAN

geplant für den Zeitraum 2021 -2023

---

### Green Areal Lausitz - GRAL

---



#### IDEE

Das Ziel des Vorhabens ist die vollständige Versorgung eines modernen Industrieparks mit erneuerbarer Energie. Das Konzept umfasst die Bereitstellung des Primärenergieträgers Strom durch Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen, eine auf Strom und Umweltwärme basierte Wärmeversorgung, eine strombasierte Prozesswärmebereitstellung sowie die Bereitstellung von grünem Wasserstoff für Mobilität und Industrie.

---



#### AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Euromovement GmbH
  - ENERTRAG AG
  - DES AG
  - Gemeinde Jänschwalde
  - Amt Peitz
  - LWG Lausitzer Wasser
  - IKEM
  - BBHC
  - Reiner Lemoine Institut
- 



#### VERORTUNG

Ehemaliger Flugplatz Cottbus-Drewitz

---



#### ZEITPLAN

Planungsrecht für Industrieunternehmen noch in 2021  
Schrittweiser Ausbau bis Vollauslastung

---

### Hydrogen Lab Görlitz

---



#### IDEE

Das Fraunhofer Hydrogen Lab Görlitz (HLG) ist eine Forschungsplattform und Forschungsinfrastruktur auf dem Innovationscampus Görlitz. Ziel ist es, innovative Lösungen entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette zu erarbeiten. Hierbei profitiert das HLG von den Synergieeffekten der Forschungskompetenzen des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU und dem Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS.

Die Forschungsschwerpunkte liegen dabei im Bereich der Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff sowie der Nutzung von Wasserstoff in mobilen sowie stationären Brennstoffzellen insbesondere für die Mobilität und zur Versorgung von Quartieren und Industriestandorten.

---

---

Dazu gehören vor allem die Evaluierung von Stacks und Systemen, Mikrostrukturanalytik und -diagnostik, Digitalisierung, Produktionsverfahren, Leistungselektronik sowie Zertifizierung.

---



## AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Fraunhofer Gesellschaft
  - Siemens
- 



## VERORTUNG

Görlitz

---



## ZEITPLAN

---

### 9.5.5 Modellstadt klimafreundliches Görlitz (MKG)

---

#### Modellstadt klimafreundliches Görlitz (MKG)

---



## IDEE

Ziel des Projektes ist die Gestaltung der Energiewende als Quartierslösung mit anschließender Umsetzung in der Modellstadt Görlitz.

Erstellung eines Gesamtkonzeptes durch technische und energetische Analyse des Industriestandortes und der angrenzenden Wohn- und Gewerbequartiere, Prüfung von energieeffizienzsteigernden Maßnahmen und Energieträgersubstitution.

Untersuchung von Möglichkeiten zur klimafreundlichen Strom- und Wärmeproduktion, Energiespeicherlösungen, innovative Konzepte zur sicheren Versorgung von Haushalten und Industrie, sowie die Implementierung von Wasserstoff als Zukunftstechnologie.

lokal erzeugter CO<sub>2</sub>-neutraler Wasserstoff ist hierfür die Schlüsseltechnologie.

Weitere Themen: Energiemanagementsysteme, Speichertechnologien und Möglichkeiten der Sektorenkopplung zur Energieeffizienzsteigerung, modularer Konzeptaufbau zur überregionalen Vermarktung, Einbindung von Anwendern durch Kommunikation und Transparenz um Verständnis und Akzeptanz für neue, zukunftsorientierte Technologien zu schaffen.

---



## AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Hochschule Zittau/Görlitz, Fakultät Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen, Professur Betriebswirtschaftslehre und Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik (IPM)
  - Siemens Gas and Power GmbH & Co. KG
-

- 
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Zittau (DLR), Institut für Dekarbonisierte Industrieprozesse (DI)
- 



VERORTUNG    Görlitz

---



ZEITPLAN    Noch ohne Zeitplan (Projektidee).

---

### 9.5.6 Wasserstoffnutzung in der Kurstadt Bad Liebenwerda

---

#### **Wasserstoffnutzung in der Kurstadt Bad Liebenwerda**

---



IDEE

In einem Quartier in der Kurstadt Bad Liebenwerda soll die Gewinnung und Nutzung von Wasserstoff für die künftige gemeinsame Energieversorgung von 4 bis 5 größeren öffentlich genutzten Gebäuden mit folgender Zielstellung untersucht werden

- möglichst klimaneutrale bzw. CO<sub>2</sub>-arme bzw. CO<sub>2</sub>-freie Energieversorgung (Wärme + Strom),
- Wahrnehmung Vorbildfunktion der Kommune bei Klimaschutz und Klimaanpassung,
- Erreichung eines höheren Wirkungsgrades/Effizienz gegenüber Einzelhaus Versorgung sowie Einsparung von Betriebskosten für die öffentlichen Nutzer,
- Ermittlung/Erprobung praxistauglicher und wirtschaftlicher Komponenten für den Einsatz von Wasserstoff in diesem Zusammenhang (Elektrolyseur, Brennstoffzelle oder H<sub>2</sub> BHKW),
- Herausarbeitung des Förderbedarfs für Wasserstoffanwendungen gegenüber „klassischen/fossilen“ Versorgungsoptionen,
- Erweiterungsmöglichkeit mit Sektorenkopplung zur Mobilität (H<sub>2</sub> Betankung).



AKTEURE

*Zur Umsetzung der Idee wollen / sollten folgende Akteure eingebunden werden:*

- Verbandsgemeinde Liebenwerda
- Ortsgemeinde Stadt Bad Liebenwerda
- HGB Haus- und Grundbesitzgesellschaft Bad Liebenwerda mbH
- Ggf. Landkreis Elbe-Elster

Noch offen:

- eventuelle Begleitforschung
-

- 
- System- bzw. Komponentenanbieter für Wasserstoff  
(Recherchen laufen, Markterkundung schwierig, Ausschreibungs-  
und Förderbedingungen noch unklar)
- 



VERORTUNG

Bad Liebenwerda

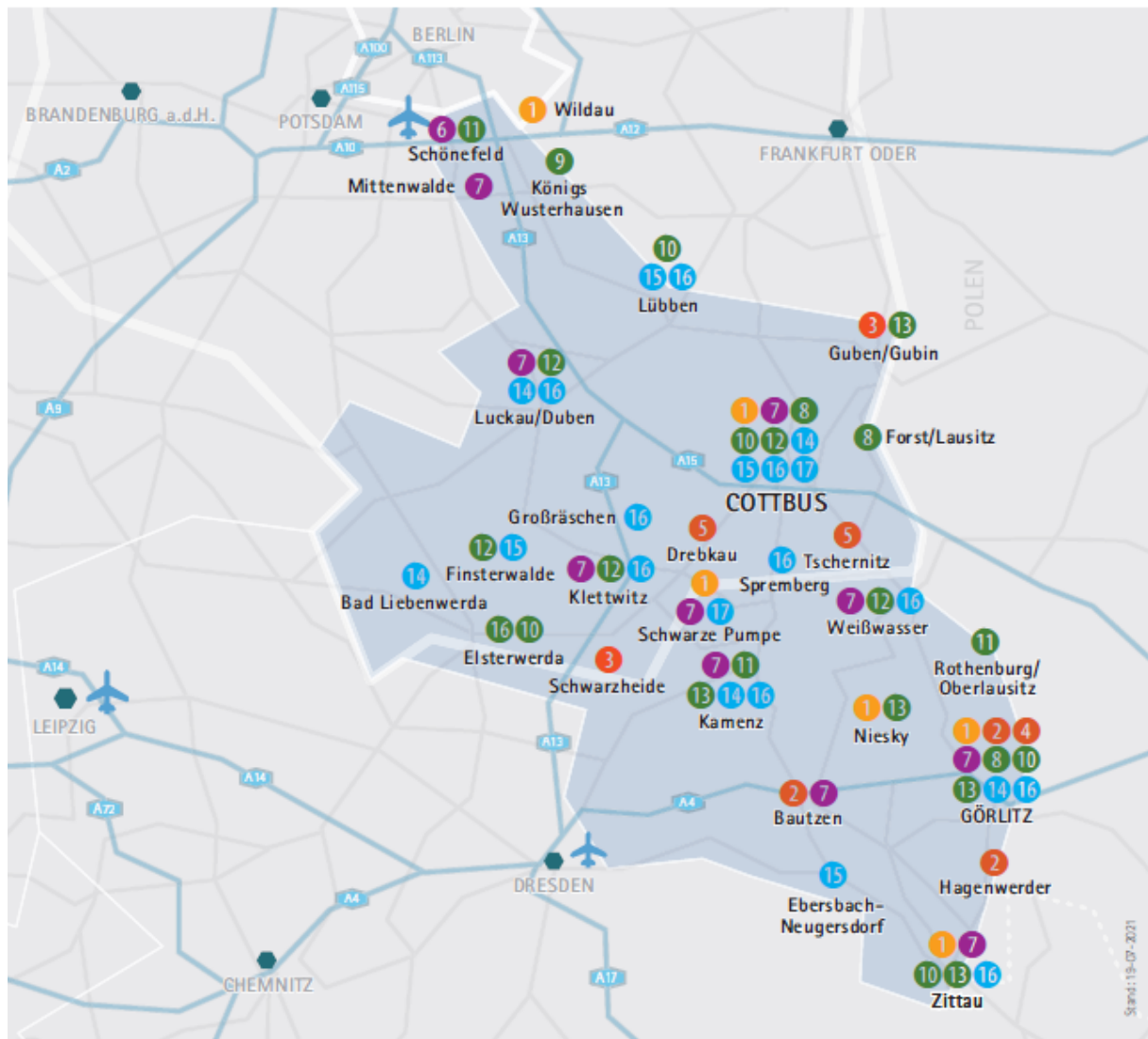
---



ZEITPLAN

---

## 10 Anhang 3: Übersichtskarte Wasserstoffinitiativen in der Lausitz 2021



### Wissenschaft und Forschung ●

- 1) Cottbus, Görlitz, Niesky, Schwarze Pumpe, Wildau, Zittau

### Industrie ●

- 2) Anlagenbau: Bautzen, Görlitz, Hagenwerda  
 3) Chemie: Guben, Schwarzeheide  
 4) Dampferzeugung: Görlitz  
 5) Glasindustrie: Drebkau, Tschernitz

### Tankstellen ●

- 6) Vorhanden: Schönefeld  
 7) Geplant: Bautzen, Cottbus, Görlitz, Kamenz, Klettwitz, Schwarze Pumpe, Luckau/Duben, Mittenwalde, Weißwasser, Zittau

### Mobilität ●

- 8) Abfallsammelfahrzeuge: Cottbus, Forst, Görlitz  
 9) Binnenschifffahrt: Königs Wusterhausen  
 10) Busverkehr: Cottbus, Görlitz, LK Dahme-Spreewald, LK Elbe-Elster, Zittau  
 11) Flugverkehr: Schönefeld, Kamenz, Rothenburg/Oberlausitz  
 12) Transport/Logistik: Cottbus, Finsterwalde, Klettwitz, Luckau, Weißwasser  
 13) Zugverkehr: Guben, Görlitz, Kamenz, Niesky, Zittau

### Wasserstoffherzeugung/-versorgung ●

- 14) Heim-/Quartiersanwendung: Bad Liebenwerda, Cottbus, Görlitz, Kamenz, Luckau  
 15) Stadtwerte: Cottbus, Ebersbach-Neugersdorf, Finsterwalde, Lübben  
 16) Wasserstoffherzeugung/-versorgung: Cottbus, Elsterwerda, Görlitz, Großbräschen, Kamenz, Klettwitz, Luckau, Lübben, Spremberg, Weißwasser, Zittau  
 17) Speicherkraftwerk: Jänschwalde, Schwarze Pumpe

Abbildung 53: Durch das Wasserstoffnetzwerk Lausitz identifizierte Wasserstoffinitiativen (Stand: 07/2021)  
 ©Wasserstoffnetzwerk Durch2atmen Lausitz