ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Venjakob, Johannes; Schneider, Clemens; Arnold, Karin

Research Report

Konzeption einer Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe: Ergebnisse des gleichnamigen Teilprojekts im Rahmen von "EnerAct - Energiewende und gesellschaftliche Megatrends. Konkrete Handlungsansätze"

Wuppertal Report, No. 18

Provided in Cooperation with:
Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy

Suggested Citation: Venjakob, Johannes; Schneider, Clemens; Arnold, Karin (2020) : Konzeption einer Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe: Ergebnisse des gleichnamigen Teilprojekts im Rahmen von "EnerAct - Energiewende und gesellschaftliche Megatrends. Konkrete Handlungsansätze", Wuppertal Report, No. 18, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-75645

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/223418

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

18_Wuppertal Report | August 2020

Konzeption einer Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe

Ergebnisse des gleichnamigen Teilprojekts im Rahmen von „EnerAct – Energiewende und gesellschaftliche Megatrends. Konkrete Handlungsansätze“

Johannes Venjakob, Clemens Schneider, Karin Arnold

Wuppertal Institut

Herausgeber:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal

www.wupperinst.org

Autorinnen und Autoren:

Dr. Johannes Venjakob, Abteilung Zukünftige Energie- und Industriesysteme / Forschungsbereich Strukturwandel und Innovation

Clemens Schneider, Abteilung Zukünftige Energie- und Industriesysteme / Forschungsbereich Sektoren und Technologien

Dr. Karin Arnold, Abteilung Zukünftige Energie- und Industriesysteme / Forschungsbereich Systeme und Infrastrukturen

Unter Mitarbeit von:

Emily Drewing, Kulturwissenschaftliches Institut Essen
h2-netzwerk-ruhr e.V.
ChemSite e.V. / WiN Emscher Lippe GmbH

Ansprechperson:

Dr. Johannes Venjakob
Zukünftige Energie- und Industriesysteme
johannes.venjakob@wupperinst.org
Tel. +49 202 2492-102

„Wuppertal Reports“ sind Abschlussberichte aus Projekten, die von Auftraggebern zur Veröffentlichung freigegeben wurden. Sie sollen mit den Projektergebnissen aus der Arbeit des Instituts vertraut machen und zur kritischen Diskussion einladen. Das Wuppertal Institut achtet auf ihre wissenschaftliche Qualität. Für den Inhalt sind die Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Wuppertal, August 2020
ISSN 1862-1953

Dieser Text steht unter der Lizenz „Creative Commons Attribution 4.0 International“ (CC BY 4.0).
Der Lizenztext ist abrufbar unter: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Dieser Bericht ist Ergebnis des Projekts „Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe“ als Teil des Gesamtvorhabens „EnerAct- Energiewende und gesellschaftliche Megatrends. Konkrete Handlungsansätze“.

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde durch die Stiftung Mercator gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Das Projekt „Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe“, wie auch die Ausarbeitung des vorliegenden Konzepts, wurde in enger Kooperation mit den Praxispartnern h2-netzwerk-ruhr e.V. und ChemSite e.V. bei der WiN Emscher Lippe GmbH erarbeitet.

In Workshops mit Mitgliedern der beiden Initiativen wurden die Potenzialberechnungen und Szenariopfade für eine Wasserstoffwirtschaft in der Region erörtert, inhaltliche Schwerpunkte diskutiert, Projektideen entwickelt und Handlungsempfehlungen formuliert. Für diese konstruktive und vertrauensvolle Zusammenarbeit möchte sich das Forschungskonsortium aus Wuppertal Institut und Kulturwissenschaftlichem Institut Essen ausdrücklich bedanken.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **4**

Tabellenverzeichnis **5**

Abbildungsverzeichnis **6**

1 Einleitung **7**

2 Potenzialanalyse **9**

2.1 Wasserstoffwirtschaft und Potenziale heute 10
2.2 Potenziale für 2030 13

2.2.1 Zukünftige Potenziale für Kraftstoffe und in der chemischen Industrie 15
2.2.2 Zukünftige Potenziale einer Wasserstoff-Mobilität 17
2.2.3 Zukünftige Potenziale zur Wärmebereitstellung im Gewerbe 17
2.2.4 Zukünftige Potenziale zur Wärmebereitstellung in Gebäuden 18

3 Thematische Schwerpunkte einer Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe **19**

3.1 Chemieindustrie und sonstige energieintensive Industrie 19

3.1.1 EXKURS: GET H2 – Initiative für eine bundesweite Wasserstoffwirtschaft 21
3.1.2 EXKURS: ELEMENT EINS - Energiewende mit Sektorenkopplung 24

3.2 Mobilität und Wohnen 26

3.2.1 EXKURS: H_2-Energiesysteme für die autarke Energieversorgung 26
3.2.2 EXKURS: Brennstoffzellen-Antriebe für LNF/SNF 29

3.3 Einschätzungen aus Sicht der Technologie-Forschung 32

4 Mögliche Entwicklungspfade der Wasserstoffwirtschaft in der Region **35**

4.1 Exogen getriebene Entwicklung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft 35
4.2 Regionale Wasserstoffwirtschaft durch Kooperation 37

5 Handlungsempfehlungen für die Umsetzung des Modellregionen-Ansatzes **39**

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wasserstoffbilanz für die Emscher-Lippe-Region ---------- 12

Tabelle 2: Übersicht über potenzielle Nutzungen von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien---------- 14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Wasserstoffbilanz für eine Region; Quelle: eigene Darstellung ---------- 11

Abbildung 2: Einbindung des Standorts Gelsenkirchen in das nordwest-europäische petrochemische Netzwerk; Quelle: eigene Darstellung ---------- 15

Abbildung 3: GET H2 Nukleus; Quelle: www.oge.net ---------- 22

Abbildung 4: Einordnung ELEMENT EINS; Quelle: www.thyssengas.com ---------- 24

1 Einleitung

Die Emscher-Lippe Region ist seit vielen Jahren von einer intensiven wirtschaftlichen Transformation geprägt. Die fortschreitende De-Industrialisierung bzw. die Neuorientierung der Industrie nach dem Wegfall der Kohle- und Stahlindustrie stellt regionale Entscheidungsträger vor große Herausforderungen, wenn es darum geht, der hohen Arbeitslosenquote zu begegnen, Beschäftigungsquoten zu sichern, mit der prekären Finanzsituation in den kommunalen Haushalten umzugehen und den Wirtschaftsstandort zu stabilisieren und neu aufzustellen. Der Strukturwandel der Region ist mit Schließung der letzten Steinkohle-Zeche Ende 2018 nicht abgeschlossen, sondern geht mit dem Kohleausstieg im Energiesektor in eine zweite Phase. Dies sollte auch als Chance verstanden werden, den Wirtschaftsstandort Emscher-Lippe mit seinen energiereichen Industrien innovativ neu zu gestalten und die Region sowohl energetisch, als auch stofflich von der Nutzung fossiler Träger abzukoppeln.

Eine wichtige Säule der regionalen Wirtschaftsförderung besteht darin, strategische Netzwerke und regionale Wertschöpfungsketten zu stärken, um die in der Region ansässigen (mittelständischen) Unternehmen zu unterstützen und den Strukturwandel innerhalb der dominierenden Industrien aus den Bereichen Energieerzeugung und chemischer Industrie zu begleiten.

Die vorliegende Studie bereitet auf, welche Bedeutung die Wasserstoffwirtschaft in der Emscher-Lippe Region in diesem Zusammenhang derzeit spielt und zukünftig spielen könnte. Es wird herausgearbeitet, durch welche Impulse und inhaltlichen Schwerpunktsetzungen im Sinne einer Modellregion Entwicklungspfade angestoßen werden können, damit die Erzeugung und der Einsatz von Wasserstoff einen Beitrag zum Klimaschutz und gleichzeitig zur ökonomischen Stabilisierung und Neu-Aufstellung der Region leistet.

Die Erzeugung, Bereitstellung sowie die Verwendung von Wasserstoff werden seit einigen Jahrzehnten beforscht und zumindest in der stofflichen Nutzung kommt Wasserstoff bereits ebenso lange zur Anwendung – auch in der Emscher-Lippe Region. Für die energetische Verwendung konnte sich bislang noch keine der Nutzungsoptionen am Markt durchsetzen. Eine Ausnahme bilden einzelne Glühprozesse in der Metallindustrie, bei denen die spezifischen Verbrennungseigenschaften von Wasserstoff genutzt werden, um eine bestimmte Flamme zu erzeugen. Die Klimaschutzpolitik und die resultierende Diskussion um Dekarbonisierungsstrategien – nicht zuletzt auch in der energieintensiven Industrie – haben hier in den letzten Jahren eine neue Dynamik entfaltet, sodass der Energieträger und seine Einsatzmöglichkeiten wieder stärker in den Fokus rücken. Dennoch sind nach wie vor viele Fragen um die Ausgestaltung der notwendigen ökonomischen, politischen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Wasserstoffwirtschaft ungeklärt.

Aus der Klimaschutzperspektive steht dabei die Frage im Zentrum, wie es gelingen kann, den Wasserstoff mittel- bis langfristig in ausreichenden Mengen auf Basis erneuerbarer Energiequellen zu erzeugen. Insbesondere die notwendigen ökonomischen Rahmenbedingungen sind hier von Interesse. Darauf aufbauend

stellen sich verschiedene infrastrukturelle Fragen bezüglich der Speicherung und des Transports des Energieträgers.

Modellregionen können als Experimentierraum funktionieren, um passende Rahmenbedingungen zu explorieren. So verweisen Modellprojekte auf notwendige Weichenstellungen seitens Politik, Verwaltung und Wirtschaftsförderungen sowie auch auf Hemmnisse und Erfolgsfaktoren, die hinsichtlich der Übertragbarkeit in andere räumliche Kontexte von Bedeutung sind.

Mit der Konzeption einer Wasserstoff-Modellregion Emscher-Lippe wird das Motiv verfolgt, positive Impulse in einer vom Strukturwandel betroffene Region zu setzen noch bevor der „grüne“ Wasserstoff in Gänze zur Verfügung steht. Die Erforschung und Implementierung neuer Technologien muss bereits jetzt erfolgen, um die notwendige Marktreife vor der eigentlichen Marktpenetrierung zu erreichen. So ist ein für Unternehmen wirtschaftlicher Umstieg in die Wasserstoffwirtschaft möglich

Dementsprechend behandelt das vorliegende Strategiepapier folgende Aspekte:

- Analyse der Potenziale für den Einsatz von (grünem) Wasserstoff in der Region auf Basis quantitativer Modellierungsarbeiten des Wuppertal Instituts.
- Inhaltliche Clusterung der Potenziale und Ableitung möglicher Modellvorhaben auf Basis von Stakeholder-Workshops
- Übersicht zu laufenden Aktivitäten aus Forschung und praktischer Umsetzung
- Mögliche Entwicklungspfade der regionalen Wasserstoffwirtschaft
- Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Modellregion, die mit den beteiligten Akteuren gemeinsam entwickelt wurden.

2 Potenzialanalyse

Die Emscher-Lippe Region ist bereits heute eine **Wasserstoffregion**. Große Mengen Wasserstoff entstehen als Kuppelprodukt in Prozessen der chemischen Industrie und werden auch dort direkt wieder verbraucht. Um zusätzlichen Bedarf zu decken wird Wasserstoff auf Basis von Erdgas und Schweröl erzeugt. Die Potenzialanalyse, als erster Schritt bei der Konzeption einer Wasserstoffmodellregion, legt den Fokus auf die Einsatzpotenziale von Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen im Jahr 2030. Darüber hinaus soll sie aufzeigen, welche Einsatzbereiche für den Energieträger sich neben der chemischen Industrie in der Region anbieten.

Die Region ist dicht besiedelt und bildet einen hot spot der energieintensiven Industrie. Durch die starke Besiedlung und Industrialisierung sind Flächen zum Aufbau einer Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien knapp, gleichzeitig ist der potenzielle Bedarf durch die hohe Bevölkerungs- und Industriedichte sehr hoch. Insofern wird der Wasserstoff-Umsatz in der Region vor allem durch die *Nutzung*sfälle für Wasserstoff bestimmt, die Region bildet somit eine ***potenzielle Senke für Wasserstoff*** aus erneuerbaren Energien.

Die Anwendungspotenziale für den Einsatz von Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen werden im Folgenden in ein theoretisches Potenzial und in ein praktisch umsetzbares Potenzial unterschieden. Diese Unterscheidung ist bei der Ableitung von Strategien sehr wichtig. Die Annäherung an das theoretische Anwendungspotenzial für Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien in der Region erfolgt durch eine Analyse der Wasserstoffbilanz in der Chemieindustrie sowie der Substitutionspotenziale für fossile Energieträger durch Wasserstoff in den Sektoren Kraftstoffproduktion, Mobilität und Wärmebereitstellung für Haushalte und Gewerbe. Die theoretischen Potenziale wurden jeweils für einzelne Einsatzzwecke bestimmt und sind somit auch nicht vollständig additiv.

Aufgrund des vergleichsweise hohen Abstraktionsniveaus, bei dem Rahmenbedingungen wie zum Beispiel Energieträgerpreise, vorhandene Verteilinfrastrukturen oder die regionalen Erzeugungspotenziale für regenerativen Strom bewusst ausgeblendet sind, wurde auch kein theoretisches Gesamtpotenzial ermittelt.

Anschließend werden die theoretischen Potenziale hinsichtlich ihres jeweiligen praktischen Umsetzungspotenzials eingeschätzt. Hier sind die genannten Rahmenbedingungen entscheidend. Als Orientierung bei der Einschätzung dienten vorhandene Szenarien zum Energiesystem in Deutschland, die Marktanteile für Wasserstoff-Anwendungen abbilden, sowie eigene Einschätzungen zur Möglichkeit der Region eine Front-Runner-Position einzunehmen. Die getroffenen Einschätzungen wurden mit Stakeholdern aus Industrie und Wasserstoffwirtschaft in der Region diskutiert.

Ziel der Potenzial-Abschätzung ist es nicht, ein so genanntes sink-source-Matching vorzunehmen, also die möglichen H_2-Einsatzmengen den lokalen Erzeugungsmengen gegenüberzustellen. Für eine Bewertung der zukünftigen

Potenziale ist ein Verständnis hierüber jedoch wichtig und wird im Rahmen der Wasserstoffpfade eine Rolle spielen. Deshalb soll ein möglicher Wasserstoffeinsatz aus erneuerbaren Energien im Folgenden kurz anhand der heutigen Wasserstoffbilanz der Industrie in der Region erläutert werden.

2.1 Wasserstoffwirtschaft und Potenziale heute

Grundsätzlich steht der Wasserstoffnutzung eine Vielzahl an Möglichkeiten gegenüber Wasserstoff zu erzeugen (s. Abbildung 1). Das tatsächliche Potenzial zum Einsatz von Wasserstoff aus der Wasserelektrolyse wird durch das Aufkommen aus Prozessen, die Wasserstoff als Kuppelprodukt erzeugen, gemindert. Eine solche Kuppelproduktion sollte aus Effizienzgründen möglichst stets stofflich in anderen Prozessen genutzt werden, was in der Region mit ihrer hervorragenden H_2-Pipeline-Infrastruktur zum Austausch zwischen Standorten auch grundsätzlich der Fall ist.[1]

Sollen bestehende Produktionskapazitäten des Steam Methane Reforming (SMR), also der Aufspaltung von Erdgas in Wasserstoff und CO_2, weiter verwendet werden, kann dies die potenzielle Einsatzmenge von Erneuerbarem Wasserstoff weiter schmälern. In der mittleren Frist (2030) ist hier übergangsweise auch eine hybride Fahrweise denkbar, bei der „grüner Elektrolyse-Wasserstoff“ nur in Zeiten günstiger Strompreise erzeugt wird und ansonsten der „graue Wasserstoff“ aus fossilen Quellen verwendet wird. Weitere Alternativen zur grünen Wasserstofferzeugung, die das Einsatzpotenzial reduzieren, wären zukünftig so genannter „blauer Wasserstoff“, bei dessen Erzeugung eine SMR mit CCS gekoppelt wird, sowie die Erzeugung von Wasserstoff aus Reststoffen wie z.B. biogenen Abfällen und Kunststoffabfällen.

[1] In anderen Regionen mit weniger Industriedichte wird Wasserstoff aus Kuppelproduktion der Chlor-Elektrolyse teilweise verbrannt um Strom zu erzeugen. Eine solche Verwertung stellt gegenüber einer stofflichen Verwertung des Wasserstoffs nur eine second-best-Lösung dar.

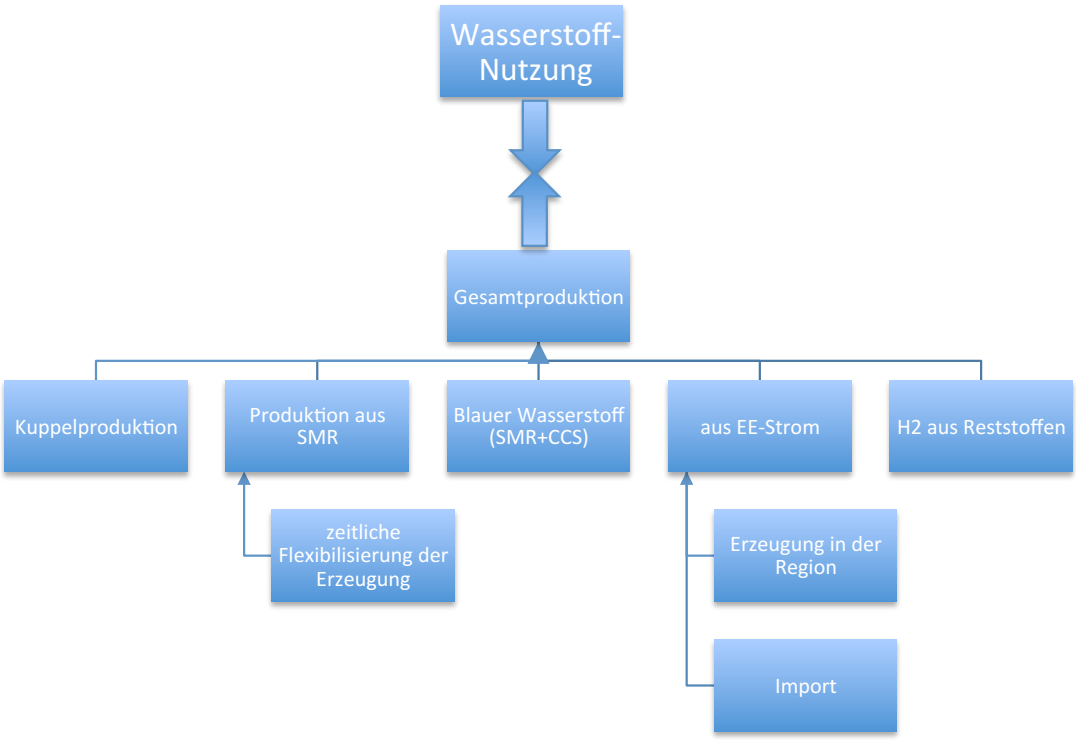

Abbildung 1: Schematische Wasserstoffbilanz für eine Region; Quelle: eigene Darstellung

Die folgende Tabelle 1 weist die heutige Wasserstoffbilanz der Chemieindustrie für die Region aus.[2] Sie zeigt den Umfang der heutigen Kuppelproduktion, sowie (als netto-negative Größe) die Abschätzung des heute aus fossilen Quellen bezogenen Wasserstoffs. Aus dieser Netto-Bilanz ergibt sich somit das heutige statische Potenzial zum Einsatz von Elektrolyse-Wasserstoff als Substitution der Produktion aus SMR in Höhe von etwa 140 Millionen Norm-Kubikmetern (Nm^3) pro Jahr.

[2] Zur Einordnung der Werte sollte auf die unterschiedliche Qualität hingewiesen werden. Grundlage der Berechnung ist eine Auswertung der WISEE-EDM Datenbank des Wuppertal Instituts, wo u.a. Prozesse der chemischen Industrie und der Raffinerien für die gesamte EU nach Standorten und Kapazität erfasst sind. Während damit einige Werte zum Wasserstoffbedarf oder zur -ausspeisung eindeutig stöchiometrisch abgeleitet werden können, mussten für die Raffinerieprozesse Modellrechnungen herangezogen werden. Hierbei wurde der Einsatz von Wasserstoff anhand der Kosten für verschiedene Energieträger und der Erlöse für verschiedene Raffinerieprodukte mit einem Optimierungsmodell für das Jahr 2016 berechnet. Im Hinblick auf die „sichereren“ Werte in der chemischen Industrie muss betont werden, dass diese unter Annahme einer typischen Auslastung dieser Prozesse (ebenfalls für das Jahr 2016) berechnet wurden. Die tatsächlichen Produktionsmengen eines Standortes sind in der Regel nicht bekannt. Insofern besteht auch dahingehend eine Unschärfe.

Tabelle 1: Wasserstoffbilanz für die Emscher-Lippe-Region (Quelle: eigene Modellrechnung)

Standort	Prozess	Unternehmen	H_2 input [MNm³ p.a.]	H_2 Output [MNm³ p.a.]	Perspektive 2025	Perspektive 2040
Chemiepark Marl	Acetylen	ISP	0	82		
	Butanediol 1.4	ISP	10	0		
	Chlor-Elektrolyse	Vestolit	0	60		↘
	Oxo-Alkohole	Evonik	265	0		
	Bilanz Standort		**-133**			
INEOS Gladbeck	Aceton	INEOS	0	173		
	Bilanz Standort		**+173**			
Kokerei Prosper	Kokerei			198		
	Bilanz Standort		**+198**			
	Cyclohexan	BP Ruhröl	108	0		
	Distillate Hydrotreater	BP Ruhröl	215	0		↘
	Gasöl Hydrotreater	BP Ruhröl	144	0	↗	↘
	Hydrocracker	BP Ruhröl	1'464	0	→	↘
	Katalytischer Reformer	BP Ruhröl	0	284		↘
	Methanol	BP Ruhröl	229	0		↗ / →
	Naphtha Hydrotreater	BP Ruhröl	32	0	→	↘
	Naphtha Steam Cracker	BP Ruhröl	0	129		
	Naphtha Steam Cracker	BP Ruhröl	0	156		
	Schweröl-Gasifizierung	BP Ruhröl	0	1'239	→	↘
	Toluol	BP Ruhröl	0	6		
	Bilanz Standort		**-378**			
Gesamtbilanz Region			***-140***			

2.2 Potenziale für 2030

Für das Jahr 2030 wurde das Wasserstoffeinsatzpotenzial in verschiedenen Abstufungen bestimmt, sie sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Für das *theoretische Einsatzpotenzial* wurde eine Abschätzung der Treibergrößen für die *Nachfrage* nach den jeweiligen Zielprodukten zugrunde gelegt sowie eine Annahme zur *Effizienzentwicklung* bis 2030. Für die Pkw ist die Treibergröße beispielsweise die Anzahl der Fahrzeuge, die in der Region zugelassen sind, die aus Deutschlandszenarien zum Pkw-Besitz abgleitet wurden sowie die Annahme zu einer mittleren Jahresfahrleistung pro Pkw im Jahr 2030. Zusammen mit einer Annahme zur Effizienzentwicklung von Brennstoffzellenfahrzeugen bis 2030 lässt sich daraus ein theoretisches Wasserstoffeinsatzpotenzial in Brennstoffzellen-Pkw errechnen- unter der (unrealistischen) Randbedingung, dass alle Pkw bis 2030 mit Brennstoffzellen betrieben werden.

Jedoch zeigt die Tabelle auch ein theoretisches Einsatzpotenzial in Raffinerieprozessen auf. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass die Raffinerie 2030 das gleiche Produktportfolio aufweist wie heute – was jedoch kaum vereinbar wäre mit obiger Annahme einer 100%igen Durchdringung von Brennstoffzellen im Pkw-Bestand. Insofern wird klar, dass die einzelnen theoretischen Potenziale keinesfalls additiv zu sehen sind, sondern als auf den jeweiligen Einsatz bezogene Maximalwerte.

Die *praktisch umsetzbaren Potenziale* unterscheiden sich von den theoretischen Potenzialen für das Jahr 2030 in ihrer Größenordnung deutlich. Bei ihrer Bestimmung wurden zwei Aspekte berücksichtigt:

1 | Die für Deutschland bzw. die EU ermittelten Marktanteile für Wasserstoff am jeweiligen Einsatzzweck, die durch eine Meta-Analyse verschiedener Energieszenarien bestimmt wurden.
2 | Die Standortbedingungen zur Hebung der Potenziale in der Region für eine Einschätzung, ob für den Marktanteil innerhalb der Region ein eher über- oder unterdurchschnittlicher Wert zu erwarten ist. Die qualitativen Erwägungen hierzu sind in der entsprechenden Spalte komprimiert dargestellt.

Die „konkurrierenden Alternativen zu Wasserstoff“ sind informatorisch aufgeführt. Sie gehen nicht direkt in die Potenzialbetrachtung mit ein, spielen aber mittelbar eine wichtige Rolle, weil sie auf den „potenziellen Marktanteil in Deutschland“ einwirken und in den hierfür zugrundeliegenden Szenarien oft explizit als konkurrierende Technologien mit eigenen Marktanteilen berücksichtigt sind.

Ein Vergleich der Tabelle mit der oben stehenden Tabelle 1 zeigt, dass die heutige Wasserstoff-Nachfrage und -produktion relativ gering ist gegenüber einer zukünftig möglichen Nachfrage nach Wasserstoff.

Die jeweiligen Potenziale werden in den folgenden Abschnitten jeweils einzeln erläutert.

Tabelle 2: Übersicht über potenzielle Nutzungen von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien (Quelle: Wuppertal Institut)

		Referenzprozess	theoretische Jahresmenge H_2	Nachfrageentwicklung	Effizienzpotenzial	Potenzieller Marktanteil in Deutschland 2030	Standortbedingungen für die Region	konkurrierende Alternativen zu H_2	praktisch umsetzbares Potenzial 2030 (Jahresmenge H_2)
H_2 in Synthesegas	**Methanol-Produktion**	SMR	0,4 Mrd. Nm^3	↗	-	0-10% (EU)	keine Einbindung in lokale Wertschöpfungsketten	-	-
	Herstellung von Olefinen und Aromaten	Steam Cracking von Rohbenzin	21 Mrd. Nm^3	↗	-	0 bis 5% (EU)	Einbindung in lokale Wertschöpfungsketten	Steam Cracking mit CCS, elektrochemische Verfahren	Demonstrator: 0 Nm^3
Ersatz von grauem H_2	**Produktion von Oxo-Alkoholen**	SMR	250 Nm^3	→	-	0-20% (EU)	Einbindung in bestehende lokale Wertschöpfungsketten	-	50 Mio Nm^3
	H_2 in bestehenden Raffinerieprozessen	SMR	1.8 Mrd. Nm^3	↗ ↘	-	0-40% (EU)	langfristig relevante Absatzregion (u.a. 2 internationale Flughäfen), aber Produktpipelines ermöglichen auch Import aus ARA-Häfen	-	500 Mio. Nm^3
Ersatz von Verbrennungsmotoren	**Brennstoffzellen in Fahrzeugen**	Verbrennungsmotor Benzin/Diesel	500 Mio. Nm^3	→	klein	0-2%	Große lokale Nachfrage aufgrund hoher Bevölkerungs- und Industriedichte	Batteriefahrzeuge bzw. Oberleitungsfahrzeuge (Lkw)	29 Mio Nm^3
	Brennstoffzellen im Schienenpersonenverkehr	Verbrennungsmotor Diesel	5 Mio Nm^3	→	klein	100%	nur wenige nicht-elektrifizierte Strecken	Batteriefahrzeuge bzw. Oberleitungsfahrzeuge	5 Mio Nm^3
Ersatz von Erdgas durch H2	**Umstellung der Erdgasverteilnetze**	Erdgas-Anwendung (Heizung, Ofen)	300 Mio. Nm^3	↘	ja (Dämmung)	unklar	gut, da hohe Bevölkerungsdichte, aber L-Gas-Umstellungsgebiete wahrscheinlich bevorzugt	Elektrifizierung durch Wärmepumpen	3 Mio Nm^3
	Industrie-KWK	Erdgas-KWK	1 Mrd. Nm^3	→	ja (Dampf)	0-5%	gut, da langfristig bestehender Dampfbedarf	Elektrodenkessel	-
	Glasöfen	Glaswanne mit Erdgas-/Schweröl-Befeuerung	300 Mio. Nm^3	→	-	0%	-	elektrische Glaswannen	-
	Erwärmungsöfen in der NE-Metall-Industrie	Erdgas-Industrieofen	18 Mio. Nm^3	↗ (Alu-Recycling)	klein	0-5%	Einbindung in regionale Wertschöpfungsketten	elektrische Öfen	3,5 Mio Nm^3

2.2.1 Zukünftige Potenziale für Kraftstoffe und in der chemischen Industrie

Die größten theoretischen Wasserstoffeinsatzpotenziale bestehen in der ***Bereitstellung synthetischer Kraftstoffe*** z.B. für den Flug- und Schwerlastverkehr sowie in der Bereitstellung von ***Plattformchemikalien***. Ursächlich hierfür ist, dass der Raffineriestandort Gelsenkirchen einen Kohlenwasserstoff-Hub darstellt. Die Raffinerie und Petrochemie in der Region sind in ein petrochemisches Netzwerk eingebunden, das von den Nordseehäfen in Belgien und den Niederlanden bis nach Ludwigshafen (sowie darüber hinaus noch nach Bayern) reicht (s. folgende Karte). Der Umsatz an Kohlenwasserstoffen in Gelsenkirchen und Marl geht somit weit über die eigentliche Nachfrage in der Region selbst hinaus.

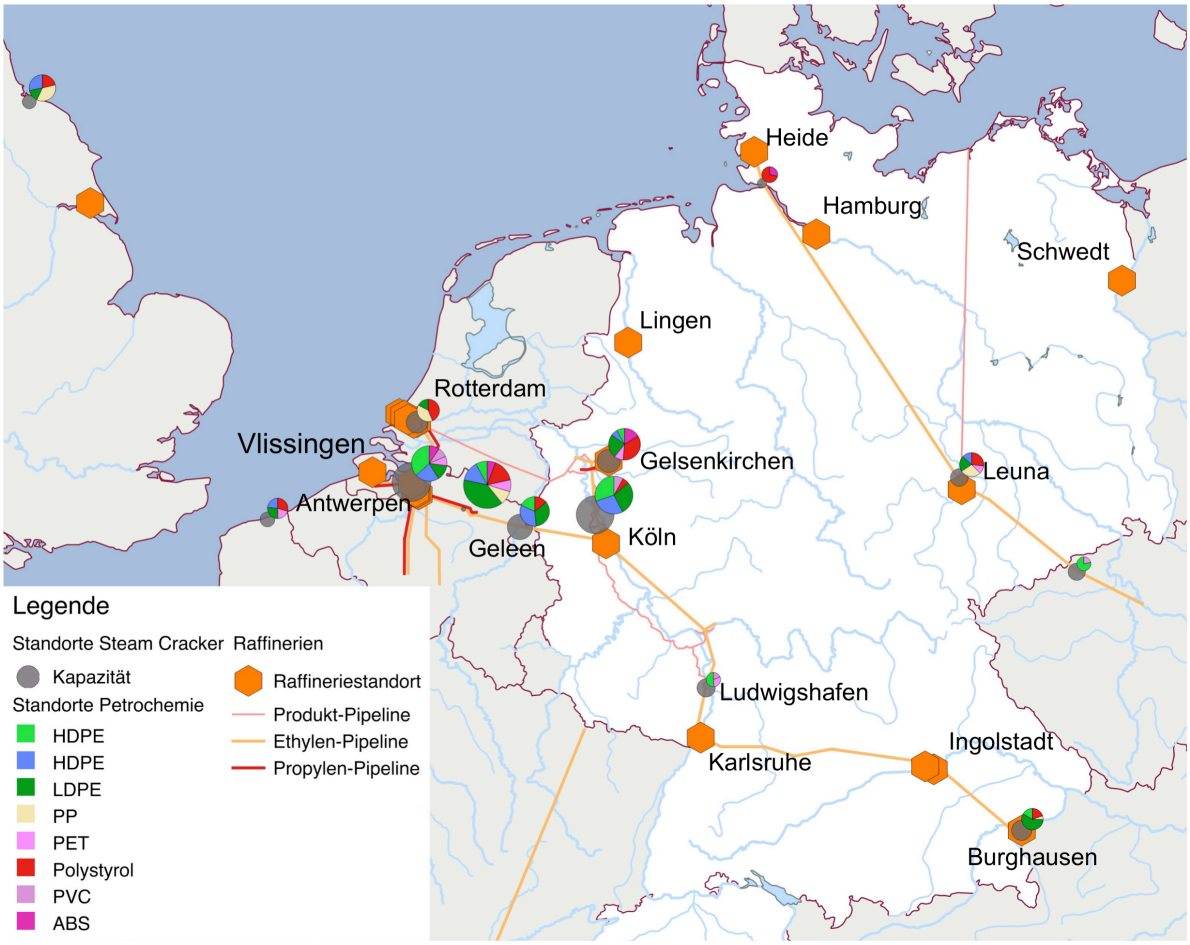

Abbildung 2: Einbindung des Standorts Gelsenkirchen in das nordwest-europäische petrochemische Netzwerk (Quelle: eigene Darstellung)

Würde der fossile Einsatz an Erdöl in Gelsenkirchen durch Wasserstoff (und Kohlenstoffdioxid) als primäre Einsatzstoffe für ein Synthesegas zur Erzeugung synthetischer Kraftstoffe ersetzt, so ergäbe sich ein Wasserstoffbedarf aus

erneuerbaren Energien, der einem Einsatz von 180 bis zu knapp 300 TWh Strom entspricht[3].

Aufgrund dieser sehr hohen benötigten Strommenge aus Erneuerbaren Energien und den gleichzeitig vergleichsweise ungünstigen Standortbedingungen für den Bezug von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien gegenüber konkurrierenden Standorten im bestehenden Netzwerk (wie z.B. dem Hafen Rotterdam), ist das praktisch umsetzbare Potenzial in der Region mittelfristig jedoch sehr begrenzt, solange eine Steigerung der Nachfrage nicht entsprechende Infrastrukturvorhaben anstößt. Hier ergibt sich ein klassisches Henne-Ei-Problem. Es kann jedoch angenommen, dass die Umsetzung der RED II in der Raffinerie-Industrie und der gegenwärtige (klima-) politische Handlungsdruck positive Effekte auf die Nachfragesteigerung haben könnte. Derzeit gehen jedoch noch alle gängigen Energieszenarien nicht von einer großmaßstäblichen Produktion von synthetischen Kohlenwasserstoffen bis 2030 aus. Dies hängt auch damit zusammen, dass die Nachfrage nach flüssigen Kohlenwasserstoffen voraussichtlich sinken wird, da zumindest der Straßenverkehr auf effizientere Antriebskonzepte auf Basis von Strom und Wasserstoff umsteigen kann. Ein langfristig robustes Einsatzpotenzial für Kohlenwasserstoffe (auch über 2030 hinaus) besteht aus heutiger Sicht nur im Flugverkehr. Aus diesen Gründen wurde kein praktisch umsetzbares Potenzial für 2030 ausgewiesen.

Doch auch wenn die ***Kraftstoffproduktion*** weiterhin ***auf Basis von Erdöl*** erfolgt, ergibt sich ein relativ hoher Wasserstoffbedarf: In der Kraftstoffproduktion wird Wasserstoff einerseits verwendet, um Schwefel aus dem Erdöl zu binden und damit den Kraftstoff zu reinigen. Ein weiterer Einsatzzweck ist die Anreicherung von schwereren und damit kohlenstoffreicheren Erdölbestandteilen mit Wasserstoff im so genannten Hydro-Cracking-Prozess. Die Erdölbestandteile werden dadurch in kürzere Kohlenwasserstoffketten zerlegt. In unserer Abschätzung für 2030 gehen wir im optimistischen Fall von einem Anteil von 40% aus Elektrolyse und somit einem Einsatzpotenzial von 500 Mio. Nm^3 Elektrolyse-Wasserstoff aus. Dieser Einsatzzweck ist somit mengenmäßig der bedeutendste. Da die Kraftstoffproduktion langfristig jedoch voraussichtlich stark abnehmen wird, muss eine entsprechend langfristig vorhandene Wasserstoff-Senke absehbar sein, um die voraussichtlich hohen Investitionen zur Bereitstellung des Wasserstoffs aus Elektrolyse zu rechtfertigen. Sowohl die Produktion von synthetischen Kraftstoffen als auch die Produktion von Olefinen und Aromaten könnten diese Rolle nach 2030 am Standort Gelsenkirchen einnehmen. Eine frühe und leistungsfähige leitungsgebundene Wasserstoff-Versorgung könnte bestehende Wettbewerbsnachteile der Region gegenüber der ARA-Region beim Bezug erneuerbarer Energien teilweise ausgleichen. Durch die Nähe zu Verbraucherzentren ist eine Versorgung mit Kohlenstoffträgern in Form von Kunststoff-Reststoffen ein wahrscheinlicheres Szenario als etwa eine CO_2-Wirtschaft. Auch beim so genannten chemischen Recycling von Kunststoffen kann Wasserstoff jedoch eine wichtige Rolle zukommen, um die Produktausbeute zu erhöhen.

[3] Dabei wurde vereinfacht von einer Kraftstoffproduktion in Höhe von 380 PJ und ein Gesamtwirkungsgrad für das power-to-liquids-Verfahren (inkl. Elektrolyse) zwischen 40 und 60% angenommen.

Wie auch bei der Produktion von synthetischen Kraftstoffen wird bei der ***Methanol***-Produktion nicht nur Wasserstoff, sondern auch Kohlenstoff als Einsatzstoff (in der Form von Kohlendioxid oder Kohlenmonoxid) benötigt, dessen Verfügbarkeit bei der Quantifizierung der praktisch umsetzbaren Potenziale berücksichtigt werden muss (s.u.). Bis 2030 wird davon ausgegangen, dass das Synthesegas zur Methanolproduktion aus der Gasifizierung von Reststoffen aus der Rohöldestillation gewonnen wird.

Am Standort Marl ist außerdem die Produktion von Oxo-Alkoholen von Bedeutung (s. Abschnitt oben). Technisch stellt sich ein Ersatz des grauen Wasserstoffs durch grünen einfach dar, wir gehen von einem Potenzial von 20% und damit 50 Mio. Nm^3 aus.[4]

2.2.2 Zukünftige Potenziale einer Wasserstoff-Mobilität

Bei einer großmaßstäblichen Einführung einer Wasserstoff-Mobilität im Bereich des Straßen- und Schienenverkehrs kann die Region eine Vorreiter-Rolle einnehmen: Zum einen im Rahmen der öffentlichen Beschaffung in Bezug auf die Flotten, zum anderen in Bezug auf den Ausbau der H_2-Tankstellen-Infrastruktur die den Umstieg auch für private und gewerbliche Nutzer erleichtert.

Für Pkw und Lkw ist die Region aber auch auf die entsprechende Verfügbarkeit der Fahrzeuge angewiesen: Nur wenn mehrere Fahrzeug-Ausrüster auf Wasserstoff setzen, können die Anschaffungskosten in einem Maße sinken, der Wasserstoff gegenüber reinen Batteriefahrzeugen und mittelfristig auch gegenüber konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor attraktiv macht. Bis 2030 sehen die für Deutschland erstellten Energieszenarien noch keine große Rolle für Wasserstoff in der Mobilität (s. Tabelle 2). Falls die Region Vorreiter in der Nutzung von Brennstoffzellenfahrzeugen wird, wäre aber ein Einsatzpotenzial von knapp 30 Mio. Nm^3 darstellbar. Dieses Potenzial ist nur teilweise als überlappendendes Potenzial zum Einsatz von Wasserstoff zur Kraftstoffproduktion zu sehen.

2.2.3 Zukünftige Potenziale zur Wärmebereitstellung im Gewerbe

Eine umfassende Analyse des potenziellen Einsatzes von Wasserstoff zur Erzeugung von Dampf und Hochtemperatur-Wärme im Gewerbe wurde nicht vorgenommen. Eine Auswertung der Industrie-Anlagen-Datenbank des Wuppertal Instituts für die energieintensiven Einzelanlagen der Industrie sowie einer Kraftwerksdatenbank ergab jedoch mögliche Einsatzpotenziale im Bereich der Glas- und Metallindustrie sowie im Bereich der Dampfbereitstellung durch KWK. Grundsätzlich konkurriert Wasserstoff in all diesen Anwendungen mit dem direkten Einsatz von Strom, der in Bezug auf den Endenergieeinsatz teilweise deutlich effizienter ist. Systemisch könnte Wasserstoff jedoch aufgrund der besseren Speicherbarkeit gegenüber Strom Vorteile aufweisen. Bis 2030 erscheint ein Einsatzpotenzial in Höhe von 3,5 Mio. Nm^3 möglich, vor allem im Bereich von Schmelzöfen der Metallindustrie.

[4] Die genauen Kapazitäten zur Produktion von Oxo-Alkoholen in der Region sind nicht bekannt, insofern handelt es sich hier um eine vorsichtige Abschätzung auf Basis einer unvollständigen Datenbasis.

2.2.4 Zukünftige Potenziale zur Wärmebereitstellung in Gebäuden

Der Einsatz von Wasserstoff zur Bereitstellung von Raumwärme spielt in den vorliegenden Energieszenarien noch keine große Rolle. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass ein Gesamtkonzept aus hochwertiger Dämmung kombiniert mit dem Einsatz von hocheffizienten Wärmepumpen deutlich energieeffizienter ist.

Wasserstoff könnte aber zur Versorgung bestehender Großsiedlungen genutzt werden. Dabei könnten Teile des bestehenden Erdgas-Verteilnetzes abgetrennt und für eine hohe Beimischung von Wasserstoff (bis zu 50% Vol.-Anteil) genutzt werden. Eine vorsichtige Abschätzung unter Berücksichtigung der bestehenden Altersstruktur der Gebäude ergab einen möglichen Einsatz von 3 Mio. Nm^3 Wasserstoff bis 2030. Hierfür müssten jedoch alle angeschlossenen Heizungsanlagen angepasst werden.

Durch die Umstellung des bestehenden L-Gas-Netzes auf H-Gas ergibt sich für die Versorger in NRW ein Window of opportunity. Allerdings stehen in der Emscher-Lippe-Region selbst keine Umstellungen an, insofern könnten sich in angrenzenden Regionen günstigere Konstellationen innerhalb der 2020er Jahre ergeben. Eine Sonderform der Wasserstoffnutzung im Bereich der Wohngebäude ist die in Abschnitt 3.2 vorgestellte autarke bzw. dezentrale Erzeugung und Speicherung von Elektrolyse-Wasserstoff auf Basis erneuerbarer Energien.

3 Thematische Schwerpunkte einer Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe

Das Ziel des Projekts „EnerAct Wasserstoff-Modellregion“ ist es, Ansatzpunkte und Kristallisationskerne für die zukünftige Entwicklung der regionalen Wasserstoffwirtschaft aufzuzeigen. Mit Blick auf die Ergebnisse der theoretischen Potenzialabschätzungen wird erkennbar, dass diese regionalen Ansatzpunkte vor allem im Bereich der energieintensiven Industrie und hier wiederum schwerpunktmäßig in der Chemieindustrie liegen. Ein weiteres Cluster kann im Bereich Wohnen und Mobilität liegen – auch wenn sich quantitativ deutlich geringere Effekte erzielen lassen als im Bereich der Industrie, so kann dennoch angenommen werden, dass Demonstrationsvorhaben in diesem Bereich den Charakter einer Modellregion stärken. Vor allem kann davon ausgegangen werden, dass sich hier ein Betätigungsfeld für kommunale und regionale Akteure bietet – ein Ansatz zur Stärkung der Region.

Querliegend zu den beiden inhaltlichen Bereichen kann ein Handlungsschwerpunkt „Infrastrukturen“ ausgemacht werden. Die Hebung der aufgezeigten theoretischen Potenziale wird in starkem Maße davon abhängig sein, dass richtungsweisende Infrastruktur-Fragen geklärt werden. An den Schnittstellen zu den jeweiligen inhaltlichen Bereichen, werden diese zu klärenden Fragen nachfolgend aufgezeigt.

In den folgenden Abschnitten werden die beiden inhaltlichen Cluster „Industrie“ und „Wohnen & Mobilität“ beschrieben und mit Ideen für mögliche Modellprojekte hinterlegt. Diese wurden gemeinsam mit Akteuren aus der Region entwickelt. Ergänzend werden exemplarisch bereits laufende Projekte mit hoher Relevanz für die zukünftige Wasserstoffwirtschaft in der Region vorgestellt und Forschungsbedarfe aufgezeigt.

Bei der Beschreibung dieser Anwendungs-Cluster ist mit Blick auf die Etablierung einer Modellregion wichtig, herauszustellen, wie sich die Region im Kontext der Gesamtentwicklung auf internationaler sowie Bundes- bzw. Landesebene positionieren und auf die ihr zu eigenen Stärken bauen kann.

Folgende Fragen haben dabei eine besondere Relevanz:

- Wo liegen Alleinstellungsmerkmale in der Region, die als inhaltlicher Kristallisationskern für eine Modellregion dienen können?
- Welches sind die Weichenstellungen und Rahmenbedingungen, die notwendig sind, um die Kristallisationskerne und Modellprojekte zu entwickeln?
- Welche kommunalen und regionalen Akteure sind für das Thema von Bedeutung?

3.1 Chemieindustrie und sonstige energieintensive Industrie

Der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger und Feedstock ist eine zentrale Säule in der Dekarbonisierungsstrategie für die energieintensive Industrie. Die erheblichen theoretischen Potenziale in der Emscher-Lippe Region wurden aufgezeigt. Aufgrund der zahlreichen potenziellen Technologiepfade zum Einsatz von Wasserstoff sowie der damit verbundenen offenen Forschungsfragen und zu klärenden institutionellen

Rahmenbedingungen ist die energieintensive Industrie für Modellprojekte prädestiniert .

Gleichzeitig agieren die Unternehmen, die in diesem Cluster verortet werden können, in weltweiten Märkten und sind damit in besonderem Maße dem internationalen Wettbewerb ausgesetzt. Das kann zur Folge haben, dass unternehmerische Entscheidungen von strukturpolitische Entwicklungsstrategien losgelöst getroffen werden oder ihnen sogar zuwiderlaufen. Für die zukünftige Ausrichtung der Wasserstoffwirtschaft in der Region sind die unternehmerischen Entscheidungen richtungsweisend. Mit Blick auf die Konzeption einer Modellregion ist es daher von hoher Bedeutung, dass die regionalen Wirtschaftsakteure in der Nutzung der regional-spezifischen Wettbewerbsvorteil unterstützt werden. Diese liegen in der hohen Dichte an Industrie mit vielen auch lokal bzw. standortspezifisch organisierten Wertschöpfungsketten und einer außergewöhnlich gut ausgebauten Infrastruktur für den Bezug und Austausch von Energie und Produkten (z.B. über Pipelines). Modellprojekte müssen darauf abzielen, die energieintensive Industrie in der Region zu halten und darüber auch die regionale Wertschöpfung zu stärken. Dieses kann zum Beispiel über den Export der in der Region entwickelten und erprobten Technologien gelingen. Mögliche Entwicklungsrichtungen im Zusammenspiel zwischen Region und Industrie sind in Form qualitativer Szenarien in Abschnitt 4 beschrieben.

Ein wichtiger inhaltlicher Baustein im Cluster „Energieintensive Industrie“ ist die Kraftstoffproduktion, die in der Region am Standort Gelsenkirchen sehr bedeutend ist. Die bereits angesprochenen Schnittstellen zu infrastrukturellen Fragen werden hier deutlich. Wenn in den Raffinerieprozessen aus Klimaschutzgründen substanziell auf grünen Wasserstoff gesetzt werden soll, werden hierfür sehr große Mengen benötigt. In verschiedenen Projektkonsortium aus Wirtschaftsakteuren und Forschungseinrichtungen wird der Frage nachgegangen, wo und aus welchen Quellen dieser Wasserstoff erzeugt werden kann und wie er an den Raffinerie-Standort gelangt (vgl. Projektbeschreibungen zu GET H2 und Element Eins auf den folgenden Seiten).

Viele Fragen sind in diesem Zusammenhang noch nicht abschließend beantwortet. Da sie jedoch richtungsweisend für die Zukunft der regionalen Wasserstoffwirtschaft sind, sollen sie hier zumindest benannt werden:

- Wie lange werden die Erzeugungskapazitäten in der regenerativen Stromgewinnung in Deutschland ausreichen, um den Bedarf an grünem Wasserstoff zu decken?
- Sind die Pipeline-Kapazitäten im Erdgasnetz in Deutschland ausreichend, um den Wasserstoff zum Einsatzort zu transportieren?
- Was geschieht mit den regionalen Wasserstoffnetzen in der Region? Können sie in die übergeordnete Planung integriert werden?
- Welcher Handlungsdruck ergibt sich in der Akteurslandschaft mit Blick auf die traditionellen Wasserstoffversorger angesichts angepasster regulativer Rahmenbedingungen und neuer Akteure („grüne“ Gaslieferanten).

3.1.1 EXKURS: GET H2 – Initiative für eine bundesweite Wasserstoffwirtschaft

Wasserstoff wird ein zentraler Teil der Energieversorgung der Zukunft und damit der Energiewende sein. Das klare Bekenntnis des Bundeswirtschaftsministeriums, der Energiewirtschaft und der Industrie zu Wasserstoff lässt daran keinen Zweifel mehr. Damit die Vision einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft Realität werden kann, stehen noch wichtige Aufgaben an. Diese konsequent anzugehen ist das Ziel der Initiative GET H2, hinter der 35 Unter-nehmen, Institutionen, Landkreise und Kommunen stehen. Diese setzen sich aktiv für die Schaffung eines wettbewerbsorientierten Wasserstoffmarktes ein und forcieren die notwendigen Anpassungen der gesetzlichen und regulatorischen Grundlagen. In mehreren Projekten treiben die GET H2 Partner in unterschiedlicher Zusammensetzung die Entwicklung der Technologien und ihre Markteinführung voran und planen die Realisierung von Infrastrukturen zu Transport und Speicherung von grünem Wasserstoff.

Die sieben Meilensteine auf dem Weg zu einer Wasserstoffwirtschaft

Damit die Vision einer nachhaltigen H2-Wirtschaft Realität wird, brauchen wir jetzt eine Roadmap für die kommenden Jahre bis 2030 und darüber hinaus. Der Weg zum Ziel führt über sieben Meilensteine:

3 | Als Grundlage für eine Wasserstoffwirtschaft bedarf es einer H2-Infrastruktur, die aus der bestehenden Gasinfrastruktur heraus aufgebaut wird. Dazu sind Netze und Speicher von Gas auf Wasserstoff umzustellen.

4 | Um das rechtlich zu ermöglichen, ist es notwendig, Wasserstoff als dritte Gasqualität neben L- und H-Gas zu definieren. Mit dem Stadtgas, das seit Mitte des 20. Jahrhunderts in Deutschland durch Erdgas ersetzt wurde, gab es bereits eine Gasqualität mit hohen Wasserstoffanteilen. Diese wird heute allerdings nicht mehr genutzt.

5 | Eine Einführung europäischer Herkunftsnachweise mit eindeutigen Berechnungsmethoden für den CO2-Fußabdruck wird für ein faires Miteinander von grünem Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien und Wasserstoff aus klassischer Erdgasreformierung sorgen.

6 | Nachhaltige Anreize auf der Nachfrageseite, insbesondere bei industriellen Anwendungen und im Verkehr, sowie adäquate Förderprogramme für grünen Wasserstoff schaffen Investitionssicherheit. Zusätzlich sollte die Wasserstofferzeugung von Abgaben und Umlagen entlastet werden, um die Wirtschaftlichkeitslücke von grünem H2 zu verringern.

7 | Mit dem inländischen Aufbau einer Wasserstofferzeugung geht ein Wettbewerb der Lieferanten für Erzeugungstechnologien einher. Das wird Innovationen voranbringen und zügig die Investitionskosten senken. So können wir die bestmögliche Nutzung der Dekarbonisierungspotenziale sowie die deutsche Technologieführerschaft im internationalen Wettbewerb sichern.

8 | Der über die inländische Erzeugung hinausgehende Bedarf an Wasserstoff muss durch Importe gedeckt werden. Hierauf sind die H2-Netze bereits kurzfristig auszurichten, um den Import von Erneuerbaren Energien durch Transport und Speicherung von grünem Wasser-stoff zu ermöglichen.

9 | Eng angelehnt an den bestehenden Gasmarkt und in Verbindung zum Strommarkt entwickelt sich ein zunehmend liquider H2-Markt.

Das Ziel:

Wasserstoff wird ein bedeutender erneuerbarer Energieträger für Industrie und Verkehr und eröffnet Potenziale zur weiteren Senkung des CO_2-Ausstoßes auch in anderen Sektoren.

GET H2 Nukleus: Wasserstoffinfrastruktur Lingen-Gelsenkirchen

Die GET H2 Partner BP, Evonik, Nowega, OGE und RWE Generation wollen gemeinsam die erste öffentlich zugängliche Wasserstoffinfrastruktur aufbauen. Das Projekt GET H2 Nukleus verbindet die Erzeugung von grünem Wasserstoff mit industriellen Abnehmern in Niedersachsen und NRW. Das rund 130 Kilometer lange Netz von Lingen bis Gelsenkirchen soll das erste H2-Netz im regulierten Bereich mit diskriminierungsfreiem Zugang und transparenten Preisen werden.

Mit der Kopplung aus kontinuierlicher Erzeugung von grünem Wasserstoff im industriellen Maßstab, Transport und Speicherung in vorhandener Infrastruktur sowie kontinuierlicher Abnahme durch die Industrie legt der GET H2 Nukleus den Grundstein für eine verlässliche, nachhaltige Wasserstoffwirtschaft in Deutschland. Ende 2022 soll die Produktion des grünen Wasserstoffs und die Belieferung der Kunden starten, soweit dies wirtschaftlich ist und die politischen Rahmenbedingungen bis dahin stimmen.

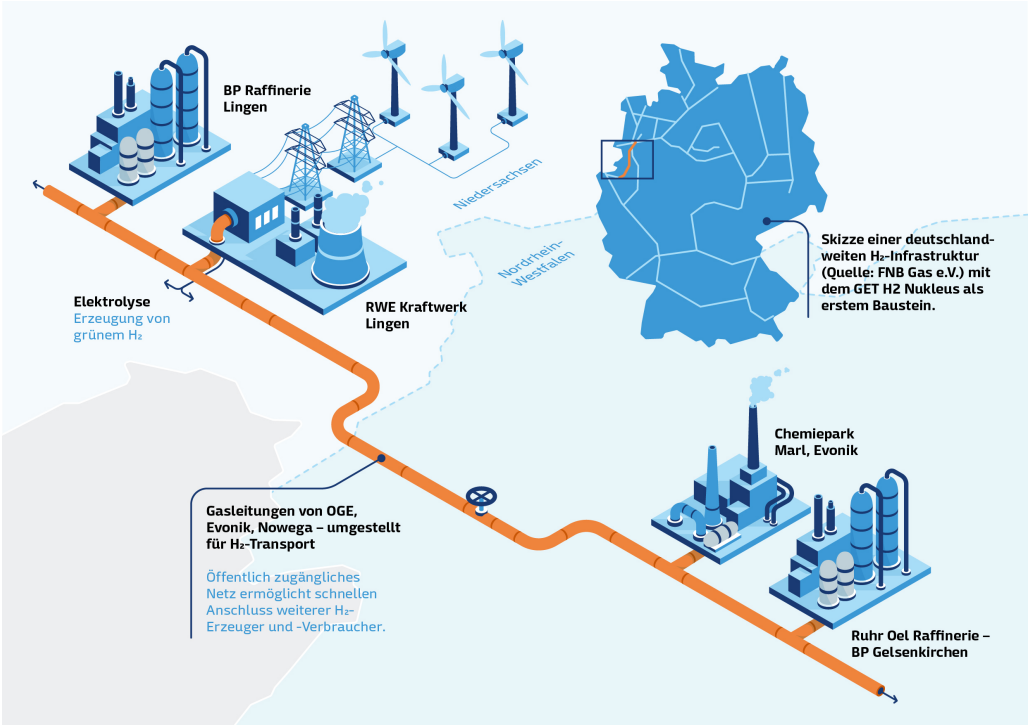

Abbildung 3: GET H2 Nukleus (Quelle: www.oge.net)

- Der grüne Wasserstoff soll im niedersächsischen Lingen aus Windstrom erzeugt werden. Hierzu soll an dem RWE Kraftwerksstandort in Lingen eine Elektrolyseanlage mit einer Leistung von mehr als 100 MW errichtet werden.
- Bestehende Gasleitungen der Fernleitungsnetzbetreiber Nowega und OGE werden auf den Transport von 100 Prozent Wasserstoff umgestellt, Evonik errichtet zudem einen Teilneubau.
- Über diese Infrastruktur wird der klimaneutrale Rohstoff zu Chemieparks und Raffinerien in Lingen, Marl und Gelsenkirchen transportiert.
- Die Unternehmen setzen den grünen Wasserstoff in ihren Produktionsprozessen ein und reduzieren so erheblich ihre CO2-Emissionen.

Der GET H2 Nukleus ist der erste Baustein einer deutschlandweiten H2-Infrastruktur, die von den Mitgliedern des FNB Gas e.V. bereits skizziert wurde. Als nächster Schritt sind die Anbindung bestehender Kavernenspeicher sowie weiterer H2-Erzeugungen und -Abnehmer bereits angedacht.

Notwendige politische Flankierung für grünes H_2

Die Markteinführung von grünem H2, der Aufbau einer H2-Infrastruktur, die Realisierung der Vorteile der PtG-Technologie, die Etablierung eines neuen Wirtschaftszweigs – das alles können wir mit Unterstützung eines umfassenden Maßnahmenbündels erreichen:

- Entlastung PtG-Anlagen von Abgaben und Umlagen durch Anpassung im Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
- Kurzfristige Umsetzung der Renewable Energy Directive (RED II) der EU in Bundesrecht
- Einführung handelbarer Herkunftsnachweise, die über den Dekarbonisierungsbeitrag des H2 Auskunft geben und auf CO2-Minderungsziele anrechenbar sind – vorzugsweise CertifHy
- Konsequente Berücksichtigung von H2 im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), in Verordnungen, im Gasmarkt-Regelwerk und im Netzentwicklungsplan (NEP Gas)
- Ergänzung des technischen Regelwerks (DVGW) für reine H2-Infrastruktur.

3.1.2 EXKURS: ELEMENT EINS - Energiewende mit Sektorenkopplung

Herausforderungen der Energiewende und Möglichkeiten für Wasserstoff

Der Übertragungsnetzbetreiber TenneT TSO GmbH (TenneT) sowie die Fernleitungsnetzbetreiber Gasunie Deutschland Transport Services GmbH (GUD) und Thyssengas GmbH (TG) streben an, mit einer großtechnischen, schrittweise auszubauenden PtG-Anlage mit einer Gesamtleistung von bis zu 100 MW elektrisch erstmals in Deutschland im Industriemaßstab ihre Netze durch die Konvertierung von grünem Strom in grünes Gas zu koppeln.

Die Anlage soll im nördlichen Niedersachsen gebaut und betrieben werden. Stromseitig stellt TenneT den Netzanschluss zur Verfügung, während dies für das Gasnetz durch TG und GUD erfolgt. Die Region nördliches Niedersachsen bietet, insbesondere vor dem Hintergrund des hohen Windenergieaufkommens sowie des Rückgangs der L-Gas-Produktion und der daraus resultierenden Veränderung der Gasflüsse, mittelfristig die Möglichkeit, Erdgasleitungen vollständig auf Wasserstoff umzustellen und Windenergie umgewandelt in Wasserstoff von der Nordsee u.a. bis in das Ruhrgebiet und die Emscher-Lippe-Region zu transportieren.

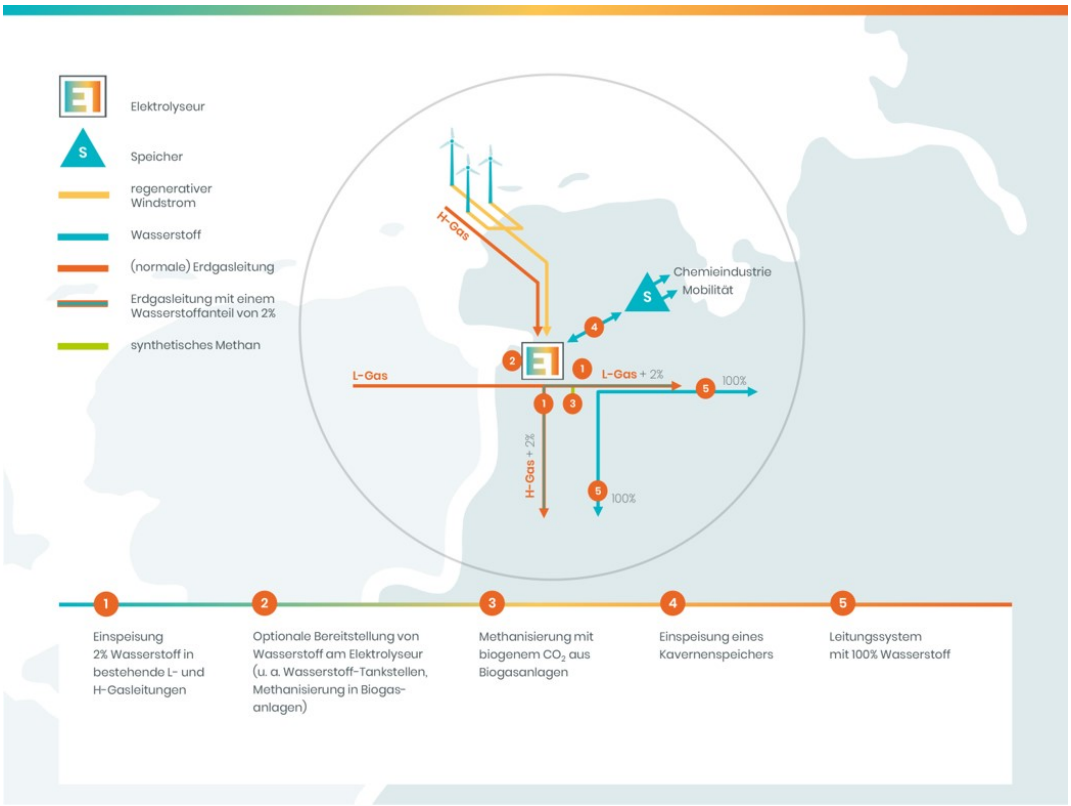

Abbildung 4: Einordnung ELEMENT EINS (Quelle: www.thyssengas.com)

Wie in der Abbildung dargestellt kann das Projekt ELEMENT EINS in folgende potenzielle Anwendungsfälle untergliedert werden:

- Einspeisung von mindestens 2 Vol.-% Wasserstoff in bestehende L- und H-Gasleitungen
- Optionale Bereitstellung von Wasserstoff am Elektrolyseur (u.a. Wasserstoff-Tankstellen, Methanisierung in Biogasanlagen)
- Zentrale Methanisierung mit biogenem CO2 aus Biogasanlagen
- Einbindung eines Kavernenspeichers
- Leitungssystem mit 100 % Wasserstoff durch Umwidmung vorhandener L-Gas-Leitungssysteme

Die Projektpartner beabsichtigen, mit dem Projekt ELEMENT EINS eine Konvertierungsdienstleistung von Strom aus erneuerbaren Energien in grünes Gas zur Verfügung zu stellen. Die Netzbetreiber üben damit weder die Funktionen der Gewinnung noch des Vertriebs von Gas aus und gewähren über die o.g. Systematik jedermann – wie beim regulierten Netzzugang – einen diskriminierungsfreien Zugang zu der Konvertierungsdienstleistung.

Welche Bedeutung hat das Projekt für die Emscher-Lippe-Region?

Durch das Projekt ELEMENT EINS ergeben sich für die Emscher-Lippe-Region Möglichkeiten, die Energieversorgung sukzessive grüner zu gestalten.

Je nach zeitlicher Ausgestaltung der oben beschriebenen potentiellen Anwendungsfälle, kann die Region mit reinem grünem Wasserstoff oder mit grünem Wasserstoff versorgt werden, welcher in beschränktem Umfang dem vorhandenen Erdgas beigemischt wird. Eine Umstellung von Erdgasleitungen auf Wasserstoffleitungen ermöglicht den Transport voraussichtlich ab dem Ende der 2020er Jahre im Wesentlichen auf Basis bereits vorhandener Leitungssysteme. Die Emscher-Lippe-Region kann somit frühzeitig an dem Aufbau einer nationalen Wasserstoffwirtschaft partizipieren.

Welche infrastrukturellen Handlungsbedarfe zur Versorgung der Region sind für Sie erkennbar?

Um über das Projekt ELEMENT EINS hinaus Wasserstoff in der Region einzusetzen, sind Ansätze mit Wasserstoffproduzenten, Netzbetreibern und Wasserstoffkunden zu entwickeln, um anhand konkreter Projekte das Thema voran zu bringen. Vorhandene Infrastruktur ist nach Möglichkeit weiter zu nutzen. Ggf. ergeben sich Bedarfe hinsichtlich der Umstellung der Infrastruktur oder in Einzelfällen des Neubaus.

Welche Akteure sind aus Ihrer Sicht für die Umsetzung des Modellregionen-Konzepts von Bedeutung?

Um den Wasserstoff aus der Anlage ELEMENT EINS in der Emscher-Lippe-Region nutzbar zu machen, ist neben der Darstellung des Transports über umgestellte Erdgasleitungen, die Abstimmung mit möglichen Nutzern des Wasserstoffs im Mobilitätsbereich, der Industrie und ggf. im Wärmebereich erforderlich.

Welche Erwartungen an die Politik haben Sie, um die Rolle des Energieträgers Wasserstoff zu unterstützen?

Um umgestellte Erdgasleitungen als infrastrukturelle Grundlage für einen liquiden Wasserstoffmarkt zu nutzen, ist die gesetzliche Berücksichtigung dieser Netze in der Regulierung erforderlich. Zudem ist es notwendig, den regulatorischen Rahmen der Erzeugung insbesondere grünen Wasserstoffs so anzupassen, dass sich ein entsprechender liquider Markt entwickeln kann.

3.2 Mobilität und Wohnen

Die vorliegenden konzeptionellen Überlegungen zur Etablierung einer Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe entstanden im Rahmen des Forschungsvorhabens „EnerAct - Energiewende und gesellschaftliche Megatrends“. Dieses hat einen starken transdisziplinären und transformativen Charakter. Das bedeutet, dass mit Praxisakteuren Konzepte entwickelt werden sollen, die diesen neue Handlungsmöglichkeiten aufzeigen und diese auch nach Möglichkeit konkret anstoßen. Aus diesem Grund wurden mit den involvierten Praxispartnern Themenfelder für den Einsatz von grünem Wasserstoff identifiziert, die zwar vielleicht aus einer rein quantitativen Betrachtung im Vergleich zur Anwendung in der chemischen Industrie eher marginal ausfallen, die aber dennoch eine wichtige Rolle spielen, wenn es darum geht regionale Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zu aktivieren und die Energiewende in der Region voranzutreiben.

Zu dieser Gruppe an kommunal und regionalen relevanten Akteuren gehört beispielsweise die Wirtschaftsförderungen, kommunale Umwelt- und Verkehrsämter, ÖPNV-Unternehmen, Taxiunternehmen, Wohnungsgesellschaften, klein- und mittelständische Unternehmen (z.B. Technologieentwickler), kommunale Abfallentsorger sowie das öffentliche und private Fuhrparkmanagement. Diese Akteure unterliegen einem potenziellem Handlungsdruck, beispielsweise aufgrund neuer EU-Beschaffungs-Richtlinien. Im Rahmen einer Modellregion sollten für die Handlungsbereiche dieser Akteure Konzepte entwickelt werden.

Zwei mögliche Einsatzbereiche aus konsumentennaher Nutzung des Wasserstoffs aus dem Bereich *Brennstoffzellen-Mobilität* sowie dem Bedürfnisfeld *Wohnen* werden im Folgenden exemplarisch dargestellt.

3.2.1 EXKURS: H_2-Energiesysteme für die autarke Energieversorgung

Grundidee: Pfad-/ Prozess-Beschreibung

Auf den Dachflächen der energieautarken Gebäude wird auf über eine PV-Anlage Strom erzeugt. Da das Gebäude energieeffizient optimiert ist, ist der Eigenverbrauch gering. Der überschüssige Strom wird zudem über eine Kombination aus Kurz- und Mittelfrist-Speichern gesichert. Für den Fall, dass die (momentane) Stromnachfrage die Erzeugung überschreitet, kann dieser Reststrom vom zuständigen Stadtwerk bezogen werden. Mit dem überschüssig erzeugten Solarstrom wird per Elektrolyse Wasserstoff erzeugt und gespeichert. Die Rückverstromung erfolgt nach Bedarf über eine stromgeführte Brennstoffzelle, wobei die Abwärme genutzt werden kann. Zur Steigerung der Wärmeausbeute kann eine Wärmepumpe geschaltet werden, die mit dem Strom aus der Brennstoffzelle angetrieben wird. Die Abwärme der Elektrolyse sowie der Rückverstromung ist ebenfalls in das Wärmekonzept integrierbar. Das Konzept ist von einem (größeren) Wohngebäude auf Quartiers-Ebene erweiterbar, wobei auch Gewerbe-Flächen mit einbezogen werden können. Es sind vor allem Neubauten geeignet, es kann aber auch im Bestand eingebaut werden.

Status Quo, Studien und realisierte Vorbilder

In Deutschland sind vergleichbare Projekte in den letzten Jahren z.B. in Augsburg, Alzey und Sassenburg/Stüde realisiert worden[5]. Als weiteres Vorbild kann das Projekt „Energieautarkes Mehrfamilienhaus“ der Umweltarena Spreitenbach in der Schweiz dienen[6]. Die Erfahrungen mit dem erstmals in 2016 bezogenen Haus sind dort so positiv, dass zum Anfang 2019 ein Nachfolgeprojekt umgesetzt worden ist, in welchem der überschüssige Strom zu Wasserstoff und dieser zu Methan umgewandelt wird, das als saisonales Speichermedium ins Erdgasnetz eingespeist wird. Technisch sind die einzelnen Komponenten bekannt und erprobt, wenn auch zum Teil noch nicht wirtschaftlich marktreif.

Auch in der Emscher-Lippe Region gibt es Erfahrung mit energieautarken Konzepten. Die HYCON GmbH mit Sitz in Herten betreibt dort im Wasserstoffanwenderzentrum seit 2013 eine Windstromelektrolyse zur vollständigen Strom- und Wasserstoffversorgung einer Gewerbeimmobilie. Die Stromerzeugung erfolgt über eine Windkraftanlage und eine Solaranlage. Diese werden kombiniert mit einem Wasserstoffenergiesystem (bestehend aus Batterie, Elektrolyseur, Speichersystem und Brennstoffzelle), wodurch die Hauptstromversorgung und die Bereitstellung von Regel- und Reserveleistung sowie Wärme gewährleistet werden kann.[7].

Stärken / Vorteile / Chance

Die Projektidee bildet ein Konzept ab, das sich durch seine Dezentralität auszeichnet: erneuerbare Energie wird verbrauchsnah erzeugt und größtenteils auf derselben Ebene verbraucht. Es entstehen hybride, flexible Energiespeicher für Wohngebäude und Siedlungen sowie Gewerbe. Das Konzept kann perspektivisch erweitert werden, indem die Wasserstoff-Erzeugung ausgeweitet wird; größere H_2-Speicher können dann zur Speicherung von überschüssig produziertem Strom genutzt werden. Die weitere Umwandlung zu Methan ist ebenfalls möglich, dieses kann dann entweder als Erdgasersatz ins Netz eingespeist, als Kraftstoff getankt oder ebenfalls rückverstromt werden.

Schwäche / Nachteile / Hemmnisse

Ist auch die technische Machbarkeit im Wesentlichen gegeben, ist das Konzept derzeit nur bedingt wirtschaftlich darstellbar. Die Finanzierung der Anlage ist die zentrale Herausforderung bei der Umsetzung, da die benötigten Komponenten noch teurer als die derzeit marktüblichen Lösungen sind. Aber auch die tatsächliche Umsetzung vor Ort, also die Installation sowie die Wartung der Anlage, ist noch eine ungelöste Aufgabe. Während Fachleute das hochkomplexe und noch wenig erprobte System durchaus installieren können, fehlt es bei Stadtwerken in der Region und vor Ort oft an einschlägigem Know-How: solange die Systeme nicht in der Praxis installiert sind, können die Handwerker auch keine Erfahrungen damit sammeln. Dieser Aspekt kann als Spielart des „Henne-Ei-Problems“ verstanden werden. Eine Lösung dafür kann durch den überregionalen Einbezug von Fachleuten erfolgen, die optimaler Weise in Kooperation mit lokalen Akteuren treten. Eine Bereitschaft zur Zusammenarbeit ist in der Regel aber nur vorhanden, wenn ein Projekt auch wirtschaftlich rentabel ist bzw. gewisse Gewinnerwartungen verspricht. Ein weiteres Problem ist die Wirtschaftlichkeit der Elektrolyse durch den hohen Preis des Elektrolyseurs. Ein beantragtes Projekt des h2-netwerk-ruhr, der WiN Emscher Lippe und der Westfälischen Hochschule im soll die Elektrolyseurproduktion industrialisieren.

[5] https://exytron.online/klimafreundliches-wohnen-in-augsburg/

[6] https://www.umweltarena.ch/wp-content/uploads/2019/04/energieautarkes_MFH.pdf

[7] Hycon in Herten; www.hycon-energy.com

Akteure

Für die Umsetzung des beschriebenen Konzepts müssen Akteure auf mehreren Ebenen kooperieren: die lokalen Energieversorger (Stadtwerke) bieten ein Geschäftsmodell an, welches den Betrieb der Anlage ermöglicht, indem es ein Contracting über eine Rest-Stromlieferung abschließt. Das Handwerk vor Ort installiert und wartet alle Komponenten der Anlage, indem es einschlägiges Know-How bereitstellt. Wohnungsunternehmen und Wohnungsgenossenschaften stellen geeignete Gebäude für Wohnung und Gewerbe zur Verfügung und vermarkten das Konzept. Mieter nehmen das Angebot an und sind bereit, sich auf innovative Wohnlösungen einzulassen, die neben geeigneten Lüftungskonzepten im hoch-wärmegedämmten Gebäude auch Techniken zur flexiblen „smarten“ Stromnutzung beinhalten.

Region Emscher-Lippe: Anknüpfungspunkte in die Region*?*

Kann das Konzept erfolgreich etabliert werden, bietet es die Chance, die Region Emscher-Lippe als Modellregion für klimaneutrale Quartiere und die über-saisonale Speicherung zu profilieren. Dabei geht es aber nicht nur um einzelne Gebäude, sondern es sollten idealerweise Cluster mit einer gewissen Mindest-Anzahl und –Größe entstehen. Aktuelle, große Neubauprojekte von Stadtvierteln[8] bieten eine Chance, solche ökologischen Konzepte anzubieten. In der Region Emscher-Lippe gibt es zudem kommunales Interesse, den erzeugten Wasserstoff auch in anderen Sektoren zu nutzen, etwa im Mobilitätsbereich.

Infrastruktur

Das Konzept fokussiert stark auf die Dezentralität, indem es den Abtransport der erzeugten Energie aus der Region weitgehend vermeidet. Es werden daher keine zusätzlichen Stromnetze notwendig, sondern es wird Netzdienlichkeit auf der Verteilebene geschaffen, die aktuell und im Ausblick gefordert wird.

Formalia / Regulatorische Rahmensetzung / Wirtschaftlichkeit

Die Errichtung der Anlage – also der Wohneinheiten sowie der technischen Komponenten PV Anlage, Batteriespeicher, Elektrolyse, Wasserstoff-Speicher, Brennstoffzelle und Wärmepumpe – ist der hauptsächliche Kostentreiber des Konzepts. Diese Investition wird allerdings über die Lebensdauer gegenfinanziert, indem keine zusätzlichen Brennstoffkosten anfallen. Laut Erfahrungen des genannten Schweizer Projekts liegt der Betrag, den die Mieter insgesamt für Miete und Energiekosten zahlen, im oberen Bereich des heute üblichen Spektrums in der Schweiz. Da der erzeugte Strom weitest gehend im Objekt genutzt werden soll, ist eine Förderung über Einspeise-Regularien (wie dem EEG) nicht zielführend. Möglicherweise könnte eine Investitionsförderung für die Errichtung der technischen Anlagen einen Anschub geben.

Erste konkrete Schritte: wer macht was?

Es müssen geeignete Betreiber aus der Region gefunden werden, die bereit sind, sich für ein solches Konzept des „Power-to-Power“ im Quartier zu engagieren. Diese sollten über eine adäquate Unternehmensgröße sowie das benötigte einschlägige Know-How zumindest auf System-Ebene verfügen. Neben den technischen und wirtschaftlichen Fragen ist für die Umsetzung in der Region vor allem zu klären, welche Form der Eigentümergesellschaft für die entsprechenden Immobilien am besten geeignet ist. Diese Frage wird aber am besten von Fall zu Fall entschieden. Ob eine Eigentümergemeinschaft oder -vielfalt mehr Vorteile bietet, hängt von den konkreten Rahmenbedingungen ab.

[8] vergleiche z.B. „Essen 51“

Was fehlt? Woran hakt es?

Die erwähnte Anfangs-Investition in die vielfältigen Komponenten stellt ein Hemmnis dar. Die Wirtschaftlichkeit ist zwar in Pilotprojekten gegeben; diese stellt aber noch keine garantierten Erlöse dar. Die Vielzahl der Akteure, die für eine erfolgreiche Umsetzung zusammenarbeiten müssen, ist ebenso eine Unsicherheit wie die Vielzahl der technischen Komponenten, die ineinander greifen.

3.2.2 EXKURS: Brennstoffzellen-Antriebe für LNF/SNF

Grundidee: Pfad-/ Prozess-Beschreibung

Brennstoffzellen lösen Verbrennungsmotoren als Antrieb für leichte und schwere Nutzfahrzeuge (LNF / SNF) ab. In Frage kommen dabei sowohl Fahrzeuge für die Nah- und Schwerlogistik sowie gegebenenfalls im ÖPNV. Die Brennstoffzellen ihrerseits werden (langfristig) mit erneuerbar erzeugtem Wasserstoff betrieben, so dass der Betrieb (nahezu) emissionsfrei erfolgt. Das Konzept kann durch den Einbezug von Taxen erweitert werden. Dadurch wird vor allem eine erhöhte Sichtbarkeit geschaffen. Ein spezifischer Vorteil ist, dass die Betankung mit H_2 schneller geht als das Laden von batterieelektrischen Fahrzeugen, die ebenfalls emissions- und geräuscharm sind. Eine Vorreiter Rolle nimmt hier die Stadt Paris ein. Hier befinden sich in einer Kooperation mit Toyota und Air Liquide 600 Brennstoffzellen betriebene Taxen im Einsatz.

Status Quo, Studien und realisierte Vorbilder

Herten ist als *Wasserstoffkompetenzzentrum h2herten* bereits Standort mehrerer Pilot-Projekte: so testet die AGR im Rahmen des europäischen Projekts „HECTOR[9]“ brennstoffzellen-betriebene Müllfahrzeuge im Straßen-Einsatz. . Zudem verfügt Herten über eine H_2 Tankstelle, die im Rahmen des Programms H_2 Mobility in Betrieb genommen worden ist[10]. Ab 2022 können die Müllfahrzeuge bei der AGR betankt werden, die einen 3 MW-Elektrolyseur plant, der mit dem biogenen Anteil des aus dem Abfall erzeugten Stroms betrieben wird. Die Wuppertaler Stadtwerke betreiben bereits eine solche Anlage.

Stärken / Vorteile / Chance

Durch die Umstellung des Antriebs vom konventionellen Verbrennungsmotor zur Brennstoffzelle wird nicht nur eine Minderung von Treibhausgasen, sondern auch von lokalen Luftschadstoffen sowie Lärm erzielt, wovon insbesondere der innerstädtische Verkehr profitiert. Ist der Einsatz von Wasserstoff in Brennstoffzellen als Antrieb in leichten / schweren Nutzfahrzeugen einmal etabliert, ist eine Plattform geschaffen, welche die Anwendung in diversen Einsatzmöglichkeiten erlaubt. Bereits erprobt ist der Einsatz in Bussen des ÖPNV, für den auch die Möglichkeit von Fördermitteln besteht.

Schwäche / Nachteile / Hemmnisse

Gegenüber dem H_2-BZ-Antrieb ist die fossile Referenz Diesel (noch) deutlich günstiger. Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung muss berücksichtigt werden, dass sich die erforderliche Tankgröße für Wasserstoff zudem negativ auf die Beladungskapazität für große LKW auswirkt, indem er diese reduziert. Noch verstärkt gilt das aufgrund des Gewichts der Batterie auch für batterieelektrische Fahrzeuge. Diese werden in der aktuellen Diskussion allerdings trotzdem deutlich vor Brennstoffzellen bevorzugt, so dass derzeit eine flächendeckende Anwendung von H_2-BZ im ÖPNV unwahrscheinlicher erscheint. ÖPNV Verbände in der

[9] https://www.energieagentur.nrw/energieeffizienz/hector-projekt_einsatz_von_brennstoffzellenbetriebenen_muellsammlern

[10] https://wasserstoffstadt-herten.de/blog/2018/04/30/wasserstofftankstelle-im-spaetsommer-2018/

Region bzw. angrenzende Verbände stehen dem Konzept derzeit noch ablehnend gegenüber. Es gibt aber Vorreiter. Die Vestische und die Ruhrbahn planen die Anschaffung von Wasserstoffbussen, da für ihre Einsatzzwecke Batteriebusse zu geringe Reichweiten und zu lange Ladezeiten haben.

Akteure

Für die Umsetzung des Konzepts müssen verschiedenen Akteure zusammenwirken: angefangen mit der Fahrzeug-Bereitstellung (Hersteller) und dem Betrieb (Fahrzeugflotten, ÖPNV) über die Produktion und Bereitstellung des Wasserstoffs sowie Transport bis an die Tankstelle. Von diesen Akteuren entlang der skizzierten Wertschöpfungskette sind aus jedem Bereich Unternehmen in der Region oder angrenzend angesiedelt, bis hin zu geeigneten wissenschaftlichen Einrichtungen, die eine Begleitforschung für die Einführung des Konzepts durchführen könnten. Die Region ist damit für die vorgeschlagene Projektidee gut aufgestellt.

Region Emscher-Lippe: Anknüpfungspunkte in die Region?

Die kürzlich in Betrieb genommene H_2-Tankstelle in Herten eignet sich nach Inbetriebnahme der 350bar-Betankung auch zur Betankung großer Fahrzeuge (wie etwa Abfallsammelfahrzeuge, siehe HECTOR-Projekt). Wird das Konzept erfolgreich umgesetzt und durch die Betankungsmöglichkeit bei der AGR ergänzt, stärkt es die Profilierung des nördlichen Ruhrgebiets als Modellregion für emissionsarme Logistik .

Infrastruktur

NRW gilt deutschlandweit bereits als Wasserstoff-Region und wird als solche auch von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wahrgenommen und gefördert. Auch in der Emscher-Lippe-Region ist eine Betankungsinfrastruktur mit der H_2-Tankstelle in Herten bereits gegeben. Diese Infrastruktur kann auch für zukünftige Projekte genutzt werden; sie muss und kann dann gegebenenfalls erweitert werden, um entlang der Hauptverkehrswege H_2-Tankstellen zu etablieren. Dies ist auch Teil des Programms von H_2 Mobility. Für eine Übergangszeit kann mit flexiblen Tankstellen als Container-Lösung gearbeitet werden, wenn zeitweise die Nachfrage an Wasserstoff stärker steigt als die Infrastruktur ausgebaut werden kann. Hinsichtlich der Netzdienlichkeit bzw. dem Nutzen des Konzepts für die generelle Infrastruktur ist zu berücksichtigen, dass auch Wasserstoff-Fahrzeuge eine Speicherfunktion wahrnehmen können und ähnlich eingesetzt werden können wie batterieelektrische Fahrzeuge. Die Zahlungsbereitschaft für diesen Zusatz-Nutzen ist derzeit allerdings sehr gering, da er als wenig sinnvoll, eher mittelfristig interessant angesehen wird.

Formalia / Regulatorische Rahmensetzung / Wirtschaftlichkeit

Es gibt verschiedene Förderquellen auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene, aus denen sich Fördergelder für die beschriebenen Einsatzfelder einwerben lassen. Neben den bereits genannten ist das Förderprogramm Hydrogen Hyway.NRW[11] ebenfalls relevant für NRW, das innovative Projektideen im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik als Beitrag zur Stabilisierung der Stromnetze fördert. Zusätzlich sind auch Unternehmen wie Stromversorger etc. in dem Bereich engagiert, wie etwa in der Initiative GetH_2[12] Zu klären sind jeweils die Fördermodalitäten bzw. die Bedingungen der Nutzung der Tankstellen und des Zugangs durch die Betreiber von brennstoffzellen-betriebenen Nutzfahrzeugen. Im

[11] https://www.leitmarktagentur.nrw/klimaschutz/hydrogenhyway

[12] https://news.rwe.com/initiative-get-h2-gibt-startschuss-fur-deutschlandweite-wasserstoffinfrastruktur/

Zusammenhang damit steht auch die Wirtschaftlichkeit des Bezugs von Wasserstoff als Kraftstoff.

Erste konkrete Schritte: wer macht was*?*

Es ist zu prüfen, ob Reallabore ein passender Rahmen für die Umsetzung sind. Dann sind möglicherweise die Ausschreibungen des BMWi relevant. Im gleichen Zuge sollte das Interesse von Logistik-Unternehmen bzw. –Anwendungen abgefragt werden, da sich diese aufgrund der räumlichen Ballung ebenfalls als potentielle Erst-Anwender eignen. Es ist zu prüfen, welche Anreize notwendig sind, um Fahrzeugnutzer und –hersteller für das Konzept zu gewinnen. Als Anknüpfungspunkt für weitere konkrete Schritte eignet sich zudem das schon erwähnte HECTOR-Projekt; Ansprechpartner ist die EnergieAgentur.NRW. Im Rahmen des vom Bund geförderten Projekts Hyexperts wird die Emscher-Lippe-Region ein Konzept zur Wasserstoffmobilität erarbeiten.

Was fehlt? Woran hakt es?

Generell ist noch vor ersten konkreten Anwendungen noch weiteres Agenda-Setting auf politischer Eben zu betreiben. Dabei sollte auf das Vergabekriterium „Emissionsfrei bzw. –arm“ hingewirkt werden, z.B. bei der Förderung neuer (Dienst-)Fahrzeuge des Landes und der Kommunen etc. Die Ausrufung des Klimanotstands in den Städten der Emscher-Lippe Region bzw. des Vestischen Klimapakts auf Kreisebene, wie bereits in NRW in rund 20 Kommunen geschehen, erleichtert diese Praxis. In Gelsenkirchen, Herten, Gladbeck und Marl wurde eine Resolution zum Klimanotstand verabschiedet und mit weitreichenden Maßnahmen belegt. [13]. Zum derzeitigen Stand der Diskussion würde allerdings auf das Vergabekriterium „emissionsfrei“ erwartbar vor allem mit batterieelektrischen Fahrzeugen reagiert; es braucht also noch Vorarbeiten und Wissensverbreitung, um einschlägige Akteure für den H_2-BZ-Antrieb zu gewinnen. Teil dieser Prüfung ist eine Potentialanalyse, um das tatsächliche Interesse in der Region abzufragen (s. Hyexperts). Auch hier kann aber möglicherweise auf die Erfahrungen aus dem HECTOR-Projekt zurück gegriffen werden.

[13] https://www.klimabuendnis-hamm.de/klimanotstand-in-jedem-rathaus/#liste_nrw

3.3 Einschätzungen aus Sicht der Technologie-Forschung

Neben den aufgeworfenen Fragen zur Infrastrukturplanung und zur Notwendigkeit, regulatorische Rahmenbedingungen anzupassen, gibt es auch zu zahlreichen technischen Fragestellungen Forschungsbedarf.

Das Westfälische Energieinstitut stellt an der Westfälischen Hochschule die zentrale wissenschaftliche Einrichtung für energietechnische Fragen dar. Die Arbeitsgruppe zu Wasserstoffenergiesystemen konnte in die Erarbeitung von Projektideen für den Bereich „Mobilität & Wohnen“ eingebunden werden. Der folgende Kasten gibt eine Einschätzung zur zukünftigen Bedeutung von Wasserstoff im Energiesystem, zu offenen Forschungsfragen und zu notwendigen politischen Rahmenbedingungen aus Perspektive der Hochschulforschung wieder.

EXKURS: Interview mit Dr. Florian Josef Wirkert, Westfälische Hochschule

Mit welchen Forschungsfragen beschäftigen Sie sich aktuell?

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Bereich Wasserstofftechnologien gliedert sich hauptsächlich in zwei Bereiche. Wir beschäftigen uns derzeit einerseits mit der Umsetzung des Konzepts der hydraulischen Einzel-Zellverpressung (patentiert an der Westfälischen Hochschule) im industrienahen Maßstab. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM) Elektrolyse zur Erzeugung von Wasserstoff unter hohem Druck. Die prinzipielle, im Labor bereits nachgewiesene Funktionalität dieses Konzepts soll im Zuge weiterer Studien sowohl auf die Umsetzbarkeit im industriellen Bereich als auch auf die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konventionellen Systemen hin untersucht werden.

Andererseits beschäftigt sich unsere Arbeitsgruppe mit der Elektrodenentwicklung im Bereich der PEM Technologie. Dabei werden verschiedene Ansätze zur Herstellung von Gasdiffusions-Elektroden verfolgt. Im Bereich der graphit-basierten Elektroden wird untersucht wie weit die nötige Menge an Edelmetall-Katalysator bei gleichbleibender Leistung reduziert werden kann indem die Ausnutzung des vorhandenen Materials erhöht wird. Im Bereich metallischer Elektroden werden unterschiedliche Ausgangsstoffe als Trägermaterial für den eingesetzten Katalysator untersucht. Diese Substrate sollen durch eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit den Wirkungsgrad der damit aufgebauten Zellen steigern. Beides dient dazu, den Prozess der Umwandlung und Rückumwandlung von elektrischer in chemische Energie effizienter zu machen.

Wie beurteilen Sie die Forschungsförderung im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen?

Im Bereich der angewandten Forschung wird sehr viel Wert auf die Zusammenarbeit von Forschungsinstituten und Unternehmen gelegt. Dies bietet den Unternehmen die Möglichkeit in Richtungen zu entwickeln, für die sonst keine Mittel zur Verfügung ständen, während Institute einerseits Einblicke bekommen in welche Richtung die Interessen und Ansprüche der Wirtschaft gehen und andererseits die Möglichkeit bekommen, neueste Erkenntnisse in den Markt zu bringen.

Dieser Ansatz bringt bereits fruchtbare Ergebnisse und zeigt wie wichtig die Einbindung unabhängiger Institute ist. Allerdings werden entsprechende Projekte meist einzeln vergeben und sind sowohl zeitlich als auch finanziell eng begrenzt, was den Aufbau größerer Arbeitsgruppen und die Anhäufung von Erkenntnissen erschwert. Die Schaffung eigener Institute, die sich ausschließlich diesem Bereich widmen (und die auch teilweise bereits sporadisch vorhanden sind), mit festem Etat und Mitarbeiterstab würde hier

Planungssicherheit insbesondere auch bei der Umsetzung weitreichenderer Projekte und komplett neuer Lösungsansätze bieten. Dies wiederum ist nötig, um die gesellschaftlich und politisch angestrebte zügige Umsetzung der Wende im Energiesektor hin zu erneuerbaren Energien realisieren zu können. Da im Gegensatz zu anderen Forschungs- und Entwicklungsbereichen hier eine zeitliche Dringlichkeit gegeben ist, müssen die Schwerpunkte entsprechend klar, schnell und konkret gesetzt und verfolgt werden.

Rechnen Sie mit einem deutlichen Schub in Richtung Kommerzialisierung und Marktdurchdringung von Wasserstoffanwendungen in den Bereichen Mobilität, Gebäude und Industrie? – wenn ja: wann?

Da es gesellschaftlicher Konsens ist, dass ein Wandel im Energiesektor stattfinden muss, wird Wasserstoff in der Zukunft allein aufgrund seiner Eigenschaften als Energieträger unverzichtbar werden. Das Westfälische Energieinstitut steht zu der Aussage: ‚ohne Wasserstoff wird es keine erfolgreiche Energiewende geben'.

Im Bereich der Mobilität wird v.a. im Schwerlastbereich und im Transportsektor allgemein Wasserstoff wegen der hohen Energiedichte im Vergleich zu Batterien eingesetzt werden, um größere Distanzen ohne längere Standzeiten darstellen zu können. Vorstellbar wäre hier auch der Einsatz synthetischer Kraftstoffe, welche unter Verwendung nachhaltig produzierten Wasserstoffs hergestellt werden. Die technische Machbarkeit solcher Konzepte wurde bereits mehrfach demonstriert, allerdings zeigt das immer wieder wechselnde Engagement verschiedener Automobilkonzerne wie sehr gerade in diesem Bereich eine Markteinführung von politischen Entscheidungen abhängt.

Im Gebäudemanagement wird der Einsatz von Wasserstoffanwendungen stark davon abhängen, ob die Energieversorgung zukünftig weiterhin zentral oder dezentral geregelt sein wird. Kleinere Systeme, bei denen Speichereinheiten bestehend aus Elektrolyseur, Wasserstoffspeicher und Brennstoffzelle in Kombination mit z.B. Photovoltaikanlagen eine autarke Energieversorgung einzelner Gebäude oder einzelner Quartiere sicherstellen, sind bereits vorhanden und werden erprobt. Da aber nicht davon auszugehen ist, dass es einen kompletten Umbau der bestehenden Infrastruktur in naher Zukunft geben wird, ist nicht davon auszugehen, dass in privaten Haushalten kurzfristig Wasserstoffanwendungen flächendeckend zu finden sein werden.

In der Industrie wird mehr noch als im privaten und in öffentlichen Bereichen der ökonomische Aspekt eine Rolle spielen. Sobald absehbar ist, dass Wasserstoff über die angestrebte Nutzungsdauer einer Investition hinweg die günstigere und verlässlichere Alternative darstellt, werden sich entsprechende Anwendungen etablieren. Ähnlich dem Mobilitätssektor hängt hier viel von klaren politischen Signalen und Vorgaben ab.

Grundsätzlich wird sich Wasserstoff durchsetzen, sobald die nötigen Rahmenbedingungen für den Umstieg von fossilen Brennstoffen auf Wasserstoff geschaffen wurden. Zuerst werden sich entsprechende Anwendungen dort etablieren, wo der sichere Umgang bereits praktiziert wird und/oder kaum neue Infrastruktur geschaffen werden muss, wie in den jeweiligen Bereichen der Industrie und der Mobilität (v.a. bei der Verwendung synthetischer Kraftstoffe). An dem grundsätzlich richtigen Einsatz von Wasserstoff für die Bereiche der Langzeitenergiespeicherung und der Langstreckenmobilität sowie der Großmobilität besteht kein Zweifel. Hier ergänzt der Wasserstoffspeicher andere Speichersysteme, z.B. den Batteriespeicher, in idealer Weise.

Welche politischen Rahmenbedingungen sind hierfür notwendig?

Aus wissenschaftlicher Sicht ist es unbestritten, dass es eine sofortige deutliche Reduktion von Treibhausgasen braucht, um ernstere Auswirkungen des Klimawandels zu vermeiden.

Dies wird aufgrund der Herausforderungen im Bereich der (Langzeit-)Energiespeicherung aber höchstwahrscheinlich auch aufgrund erforderlicher Energieimportmöglichkeiten nur unter Verwendung von Wasserstoff als Energieträger und -speicher möglich sein. Es ist daher unverzichtbar, dass die politischen Rahmenbedingungen den Auf- und den Ausbau einer Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland fördern, um alle möglichen positiven Effekte des Einsatzes von Wasserstoff zu erschließen.

Neben der Nutzung in der chemisch reinen Form besteht u.a. die Möglichkeit der Verwendung zur Herstellung synthetischer Ausgangsstoffe für die chemische Industrie. Auch im Bereich Speichertechnologien befinden sich neben der etablierten Druckgasspeicherung verschiedene vielversprechende Technologien in der Entwicklung. Um hier die jeweils entscheidenden Schritte machen zu können, braucht es ein ganz klares Bekenntnis seitens der Politik dazu den Wandel im Energiesektor möglichst zügig umzusetzen. Die natürlichen Begebenheiten lassen hier keinen Handlungsspielraum. Die bereitzustellenden Mittel müssen genutzt werden, um Arbeitsplätze im Bereich erneuerbarer Energien zu schaffen und die Entwicklung in diesem Bereich weiter voranzutreiben.

4 Mögliche Entwicklungspfade der Wasserstoffwirtschaft in der Region

Für die Differenzierung zwischen theoretischen und tatsächlich umsetzbaren Potenzialen einer Wasserstoffwirtschaft in der Region sind verschiedene Rahmenbedingungen in Betracht zu ziehen. Nur teilweise liegt die Gestaltung dieser Rahmenbedingungen im Entscheidungs- und Handlungsspielraum der regionalen Akteure.

Die entscheidende Randbedingung für die Wasserstoffwirtschaft in der Emscher-Lippe Region ist die Ausrichtung der Energie-, Klima- und Industriepolitik auf europäischer Ebene wie auch auf Landes- und Bundesebene. Maßgeblich wird vor allem sein, wie diese Politikbereiche verzahnt werden und ob es gelingen kann, Steuerungsinstrumente wie den europäischen Emissionshandel effizient einzusetzen.

Die politische Rahmensetzung wird zum einen für die Ausgestaltung des zukünftigen Energiesystems entscheidend sein. Von ihr wird abhängen, auf welche Energieträger die Dekarbonisierung des Energiesystems aufbauen wird und mittels welcher Technologien diese in den verschiedenen Sektoren eingesetzt werden. Damit werden zum anderen auch für unternehmerische Entscheidungen die Weichen gestellt. Technologische Strategien und Standortfragen der Unternehmen der Chemie- und Stahlindustrie werden bestimmend für die Ausrichtung der regionalen Wasserstoffwirtschaft sein. Entscheidend für eine Dynamisierung des Prozesses wird die Einbindung der lokalen Wirtschaft auf allen Ebenen sein. Hier liegt auch eine Arbeitsmarktchance für die Region. Eine Einbindung des Handwerks und seiner Wertschöpfungsketten ist sehr vielversprechend, benötigt aber einen ersten Förderimpuls von außen.

Auf Bundesebene sind strategische Weichenstellungen zur Förderung von grünem Wasserstoff Ende des Jahres 2019 in Angriff genommen worden. Auch wenn zu zentralen Punkten noch keine Einigung erzielt werden konnte und eine Wasserstoffstrategie noch nicht verabschiedet wurde, so lässt sich dennoch konstatieren, dass sich die Bedingungen für den forcierten Einsatz von grünem Wasserstoff in Zukunft aller Voraussicht nach deutlich verbessern werden.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie sich die Emscher-Lippe Region bzw. die regionalen Akteure einer Wasserstoffwirtschaft aufstellen und koordinieren sollten. Dies gilt vor allem mit Blick auf die Frage nach den Einsatzmöglichkeiten außerhalb der energieintensiven Industrie, da hier Handlungsmöglichkeiten für lokale und regionale Akteure bestehen, die Energiewende in der Region voranzutreiben und die regionale Wertschöpfungspotenziale zu heben. Zwei mögliche Szenarien für die Region werden im Folgenden aufgezeigt. Durch diese beiden Pfade soll verdeutlicht werden, wie wichtig es sein wird, dass sich die Akteure in der Region vernetzen und kooperieren, um sich im Wettbewerb mit anderen Regionen zu behaupten.

4.1 Exogen getriebene Entwicklung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft

Der Entwicklungspfad beschreibt eine Wasserstoffwirtschaft in der Emscher-Lippe Region, die von exogenen Dynamiken vorangetrieben wird. Das bedeutet vor allem, dass es zu einer verzahnten Klima- und Industriepolitik auf Bundes- und EU-Ebene

kommt, wodurch sich die Rahmenbedingungen für eine Wasserstoffwirtschaft grundsätzlich verbessern.

Die Annahme für diesen Szenariopfad ist weiterhin, dass bis 2030 ein Weltmarkt für synthetische Kraftstoffe noch nicht etabliert ist, aber zumindest langsam entsteht. Entsprechend findet auch schon eine moderate Beimischung zu konventionellen Kraftstoffen in Europa statt. Produziert werden diese synthetischen Kraftstoffe außerhalb von Europa.

Für den übergeordneten politischen Rahmen wird weiterhin angenommen, dass das europäische Emissionshandelssystem durch wirksame Maßnahmen ergänzt wird, die dazu beitragen die energieintensive Produktion in Europa (und der Region) zu halten und die Implementierung neuer Technologien anzureizen. Im Mobilitätsbereich kann dadurch die Brennstoffzelle im Segment Pkw und Lkw ein wichtiger Baustein in der Technologiepolitik werden. Es wird weiterhin angenommen, dass die Weichenstellung auf nationaler und internationaler Ebene dazu führt, dass Wasserstoff-Infrastrukturprojekte in die Bundes- und EU-Netzentwicklungsplanung aufgenommen werden. Eine forcierte Dekarbonisierung im Bereich Verkehr und Industrie wäre die Folge, wenn Wasserstoff bzw. synthetische Kraftstoffe aus anderen Weltregionen über die großen Häfen in Norddeutschland, Holland und Belgien effizient an die inländischen Verbrauchsstandorte transportiert werden können. Gleichzeitig bedeutet dies, dass die Erzeugung von Wasserstoff in der Region weniger lohnend erscheint. Dennoch kann angenommen werden, dass aufgrund des großen globalen Bedarfs alle möglichen Quellen genutzt werden müssen. Auch die regionale Erzeugung kann einen gewissen Beitrag für das regionale Energiesystem leisten.

Eine mögliche Bedeutung von blauer Wasserstofferzeugung in der Region (mit CCUS) hängt stark von der Verfügbarkeit von CO_2-Netzen ab. Grundsätzlich ist hier auch von Wettbewerbsnachteilen der Emscher-Lippe-Region gegenüber Küstenstandorten auszugehen. Andererseits bietet sich durch den Chemiecluster in der Region die Möglichkeit einer stofflichen Verwertung des CO_2.

Wenn sich die politischen Rahmenbedingungen grundsätzlich verbessern, kann auch angenommen werden, dass die derzeit anlaufenden Projekte zum Einsatz von grünem Wasserstoff in der energieintensiven Industrie weiter vorangetrieben werden. Duisburg würde mit seiner Stahlerzeugung dadurch zu einem nahe gelegenen Wasserstoff-Hub.

Die politische Weichenstellung hat auch zur Folge, dass sich in der europäischen Union bis 2030 bereits ein Markt für Brennstoffzellenfahrzeuge etablieren kann. Für Pkw soll ein Marktanteil von 5 bis 10 Prozent angenommen werden, für Lkw ein Anteil von 10 Prozent. Ein entsprechendes Tankstellennetz ist flächendeckend vorhanden.

Für den Wohnbereich wird die Annahme getroffen, dass bereits vor 2030 Wasserstoff günstig über Transport-Pipelines zur Verfügung gestellt werden kann, der dem Erdgas-Verteilnetz beigemischt werden kann. Auch die vollständige Umstellung einiger Pipelines der bestehenden Gasnetze auf Wasserstoff ist eine Möglichkeit in diesem Szenariopfad.

Mit Blick auf die Frage, welche Bedeutung und Ausgestaltung eine Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe einnehmen könnte, lässt sich feststellen, dass die grundsätzliche Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Wasserstoffnutzung sich positiv auf die Region auswirken wird. Die Verfügbarkeit des Rohstoffs hat positive Effekte auf die Projekte in der Region, wenn ein entsprechender infrastruktureller Anschluss gewährleistet ist. Gleichzeitig tritt die Region stärker in den Wettbewerb um Unternehmensstandorte und innovative Technologie-Implementierung und müsste sich mit entsprechenden Konzepten positionieren. Die Emscher-Lippe-Region muss ihre Position im Rahmen dieser Gesamtentwicklung gegenüber anderen Regionen behaupten.

4.2 Regionale Wasserstoffwirtschaft durch Kooperation

Der zweite mögliche Entwicklungspfad, der hier aufgezeigt wird, ist in vielen Bereichen identisch mit dem zuvor beschriebenen Pfad. Auch hier kommt es zu richtungsweisenden politischen Entscheidungen auf europäischer und nationaler Ebene. Die Wasserstoffwirtschaft wird dadurch insgesamt gefördert – auch in der Emscher-Lippe Region.

Der zentrale Unterschied zum zuvor skizzierten Pfad ist, dass die Akteure innerhalb der Region aber auch die Emscher-Lippe Region und ihre benachbarten Regionen stärker kooperieren. Dieser Pfad wird aufgezeigt, da angenommen werden kann, dass auch unter sich allgemein verbessernden Rahmenbedingungen eine erfolgreiche Wasserstoffwirtschaft in der Emscher-Lippe-Region, trotz aller guter Startbedingungen, kein Selbstläufer sein wird.

Auf einer übergeordneten Ebene wird es erforderlich sein, dass die Vernetzung der regionalen Akteure gestärkt wird. Hierzu gehört, dass partizipativ eine gemeinsame Zielvision für die Wasserstoffwirtschaft in der Region entwickelt wird und wichtige Schritte zur Erreichung dieser Vision festgehalten werden.

Als gutes Beispiel hierfür kann das HYPOS-Netzwerk in Mitteldeutschland angeführt werden. Auf einer gemeinsamen Plattform wird eine Wasserstoffstrategie für die Region postuliert, Projektvorhaben präsentiert bzw. entsprechende Fördermöglichkeiten aufgezeigt und eine gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit der Mitglieder betrieben. Alle Bedingungen hierfür sind in der Emscher-Lippe Region gegeben – in dem hier beschriebenen Entwicklungspfad wird angenommen, dass die Zusammenarbeit noch stärker koordiniert wird und sich darüber mittelfristig positive Effekte auf die regionale Wertschöpfung erzielen lassen. Mit der Einrichtung von Stellen für die Wasserstoffkoordination bei der regionalen Wirtschaftsförderung WIN Emscher-Lippe wurde ein Schritt in diese Richtung getan.(Methodische) Handlungsempfehlungen, die diese regionale Kooperation stärken, werden im abschließenden Abschnitt wiedergegeben.

Mit Blick auf die Vernetzung mit anderen Regionen bedeutet das zum Beispiel eine stärkere Zusammenarbeit der Unternehmen der chemischen Industrie in der Emscher-Lippe-Region mit der Chemieindustrie im Rheinland und der Stahlindustrie. Beispielsweise könnte dadurch der Bau einer Wasserstoffpipeline zur Küste umgesetzt werden. Strategische Partnerschaften zwischen Chemieindustrie und Energiesektor könnten ebenfalls einen stärkenden Effekt für die Wasserstoffwirtschaft in der Region haben. Auch die Flexibilisierung der

industriellen KWK und ihre Einbindung in das Energiesystem sind ein wichtiger Baustein dieses Kooperationsgedankens – Wasserstoff könnte dann auch als Brennstoff eine gewisse Rolle einnehmen. Insgesamt kommt Wasserstoff in diesem Szenario eine wichtige Rolle zur Stabilisierung des regionalen Energiesystems zu.

Auch hinsichtlich des Wasserstoffbezugs sind Kooperationen denkbar. So wird in diesem Szenario angenommen, dass grüner Wasserstoff aus (Süd-) Niedersachsen bezogen wird – ergänzt durch lokale Produktion von grauem Wasserstoff.

Die Notwendigkeit von Vernetzung und Kooperation wird so pointiert hiervorgehoben, da davon ausgegangen wird, dass die Wasserstoffwirtschaft in der Region hierdurch deutlich gestärkt wird und vor allem in einem gewissen Maß unabhängiger von den übergeordneten Entscheidungen werden kann.

5 Handlungsempfehlungen für die Umsetzung des Modellregionen-Ansatzes

Die im Rahmen der vorliegenden Sondierungsstudie erzielten Ergebnisse verdeutlichen, dass die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft auf dem Weg in Richtung Treibhausgasneutralität unverzichtbar ist. In allen Minderungsszenarien spielt der Energieträger eine Rolle – wenn auch mit unterschiedlichem Gewicht.

Auf Bundesebene liegt nun eine Wasserstoffstrategie. Sie benennt wichtige technologische Eckpfeiler und zeigt Maßnahmen für die einzelnen Verbrauchssektoren auf. Insbesondere wird dargelegt, dass die Schaffung Innovations-freundlicher Rahmenbedingungen eine wichtige Grundlage bildet, um Geschäftsmodelle zu entwickeln, den technologischen Roll-out voranzutreiben und dadurch Wertschöpfung zu generieren. Weiterhin spielt Wasserstoff in den Corona-Konjunkturprogrammen eine wichtige Rolle.

Auch in der Industriestrategie 2030 des Bundeswirtschaftsministeriums wird die Bedeutung von Wasserstofftechnologien im Verkehrs- und Industriesektor hervorgehoben. Zwanzig Reallabore, die den praktischen Einsatz von Wasserstoff- und Sektorenkopplungstechnologien erproben, werden derzeit im Rahmen eines Programms des Ministeriums gefördert.

Auch auf Landesebene ist das Thema Wasserstoff im Fokus. Im Rahmen der Initiative der NRW-Landesregierung in4climate wurde im Oktober 2019 ein Diskussionsbeitrag zur Entwicklung einer nationalen Wasserstoffstrategie entwickelt[14]. Das Diskussionspapier kann über folgenden Link abgerufen werden:

Nicht zuletzt entfalten auch internationale Aktivitäten und Kooperationen aktuell eine hohe Dynamik, durch die die zukünftige Wasserstoffwirtschaft in Nordrhein-Westfalen insgesamt und der Emscher-Lippe Region im besonderen geprägt werden wird. Zu nennen sind hier beispielhaft die Infrastrukturvorhaben des Port of Rotterdam, über die sich der Hafen zur Wasserstoffdrehscheibe für Nordwesteuropa etablieren will. An diesen Wasserstoff-Hub sollen auch belgische und nordrheinwestfälische Abnahmezentren angeschlossen werden.

Die hier dargestellten Aktivitäten auf den unterschiedlichen politischen Ebenen stellen nur einen Ausschnitt dar. Dieser verdeutlicht jedoch bereits, dass derzeit ein Handlungsfenster besteht, dass Schlüsselakteure der Wasserstoffwirtschaft nutzen müssen, um sich zu positionieren. Die Gelegenheit ist deshalb für die Emscher-Lippe-Region günstig, weil die aufgezeigten übergeordneten Aktivitäten unterfüttert werden mit zahlreichen, teilweise schon seit Jahren laufenden Vorhaben innerhalb der Region, vorangetrieben durch ein breites Akteursnetzwerk.

Die Untersuchungsschritte der Sondierungsstudie zeigen Bausteine zum Aufbau einer Wasserstoffmodellregion in der Emscher-Lippe Region auf. Ausgangspunkt für

[14] https://www.in4climate.nrw/fileadmin/Bilder/Pressefotos/Wasserstoffpapier/in4climatenrw-diskussionspapier-wasserstoff-als-schluessel-zur-erfolgreichen-energiewende.pdf

die Überlegungen zu möglichen Entwicklungspfaden und potenziellen Modellprojekten sind die Berechnungen zu theoretischen Einsatzpotenzialen von Wasserstoff in den unterschiedlichen Sektoren. Dabei wird deutlich: Die Hebung des „praktisch umsetzbaren“ Potenzials erfordert eine Änderung der Rahmenbedingungen auf verschiedenen Ebenen gegenüber heute.

Um den Einsatz von Wasserstoff als Energieträger und Feedstock in Zukunft wettbewerbsfähig gestalten zu können, bedarf es der Anpassung verschiedener regulatorischer und politischer Rahmenbedingungen. So erfordert der Einsatz von Wasserstoff in der Kraftstoffproduktion eine entsprechende Regulierung des Marktes. Durch die novellierte Erneuerbaren-Richtlinie der EU (RED II) sind die Voraussetzungen für eine Anerkennung von Elektrolyse-Wasserstoff als erneuerbaren Energieträger geschaffen worden. Ob sich dieser durchsetzt, hängt u.a. an der Kostenentwicklung von Strom sowie von Erdgas, den CO_2-Zertifikatspreisen im ETS, sowie den Kosten für die Investition in die Elektrolyse-Technologie.

Ob Wasserstoff in der Region selbst in der Raffinerie eingesetzt werden kann, wird vor allem von der Infrastruktur abhängig sein. Andere nordseenahe Raffineriestandorte werden voraussichtlich vergleichsweise einfachen Zugang zu günstigem Wasserstoff aus Windstrom haben (wie auch bereits laufende Pilotvorhaben in Heide und Lingen zeigen), dieser Wettbewerbsnachteil der Region müsste durch eine H_2-Infrastruktur kompensiert werden, die die Region mit Norddeutschland und/oder BeNeLux verbindet.[15] Das Land Nordrhein-Westfalen kann hier eine wichtige Rolle einnehmen, in dem es den Netzbetreibern klare Perspektiven aufzeigt, eine gemeinsame Roadmap mit den Nachbarländern (und den dort teils in Staatbesitz befindlichen Infrastrukturbetreibern) entwickelt und Investitionen absichert. Zu klären ist auch, inwieweit das bestehende Gas-Pipeline-Netz für die zukünftige Versorgung genutzt werden kann, ob bestehende H_2-Pipelines noch Bestandteil der Infrastruktur-Strategie sein können und welche Rolle traditionelle Wasserstoffversorger in Zukunft haben werden. Die Region kann als Wasserstoffabnehmer den Bau bzw. Umbau eines Pipelinesystems als Geschäftsmodell attraktiv machen.

Ähnlich wie bei der Kraftstoffproduktion erfordert auch der Einsatz von H_2 in der energieintensiven Industrie eine deutliche Kostensenkung für Elektrolyse-Wasserstoff. Anders als für Kraftstoffe bestehen für die sonstigen Grundstoffindustrien jedoch keine Mindest-Quoten in Bezug auf die Verwendung von erneuerbaren Energien in der Produktion. Da Elektrolyse-Wasserstoff auf absehbare Zeit keine Kostenparität mit fossilen Energieträgern erreichen wird, ist hier insbesondere die EU-Ebene gefordert, um langfristig die Kostennachteile einer dekarbonisierten Produktion in Europa gegenüber dem Weltmarkt zu kompensieren. Daneben können regionale Unternehmensnetzwerke eine wichtige Rolle spielen, wenn sie gegenüber den Netzbetreibern und dem Land ein gemeinsames Bild einer zukünftigen H_2-Wirtschaft entwickeln, um damit ihre langfristige Überlebensfähigkeit zu demonstrieren.

[15] Auch eine Stromtrasse (HGÜ) zur Nordsee und Produktion von Elektrolyse-H2 innerhalb der Region wären denkbar, wären jedoch deutlich teurer und erforderten eine komplett neue Infrastruktur. Wasserstoff könnte dagegen mittelfristig in umgenutzten Erdgas-Pipelines transportiert werden.

Für die Entwicklung einer Modellregion wird von entscheidender Bedeutung sein, wie sie sich im Vergleich zu anderen Regionen, die ähnliche Strategien verfolgen, positioniert. Für die Emscher-Lippe Region spricht die hohe Dichte und gute Vernetzung der Akteure. Die Transformation zu einer „grünen“ Wasserstoffwirtschaft in der Region ist jedoch kein Selbstläufer. Auch wenn sich die politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen auf internationaler und bundesdeutscher Ebene verbessern, bedeutet dieses nicht automatisch, dass die Emscher-Lippe Region im Fokus der nationalen Wasserstoffstrategie steht. Entwickelt sich ein internationaler Wasserstoffmarkt, muss die Region um ihre Position im Rahmen der Gesamtentwicklung kämpfen. Ist die Region auf sich gestellt und die Akteure der regionalen Wasserstoffwirtschaft intensivieren ihre Kooperationen nicht, bleibt die Region möglicherweise hinter ihren Potenzialen zurück. Eine stärkere Kooperation der regionalen Akteure unter sich insgesamt verbessernden Rahmenbedingungen kann eine Wachstumsdynamik in der regionalen Wasserstoffwirtschaft initialisieren. Um die Dynamik zu verstärken, können Wasserstoff-Modellvorhaben außerhalb industrieller Anwendung eine wichtige Rolle spielen.

Jüngste Entwicklungen, wie die Ankündigung des Unternehmens Voigt & Schweitzer GmbH / ZINQ, in Zukunft auf Wasserstoff als Brennstoff zu setzen sowie die avisierte Strategie von ThyssenKrupp, im benachbarten Duisburg bis 2050 die Stahlproduktion auf eine wasserstoffbasierte Produktion umzustellen, sind bestehende Anknüpfungspunkte. Auf Basis dieser Kristallisationskerne, im Sinne einer Modellregion, kann sich die notwendige Transformation entwickeln.

Die Potenzialberechnungen verdeutlichen, dass der Wasserstoffeinsatz im Bereich Mobilität und Wohnen quantitativ im Vergleich mit dem Einsatz in Industrieprozessen keine große Bedeutung hat. Ob Wasserstoff im Verkehr in der Breite Anwendung als Kraftstoff oder auch als Energieträger zur Wärmebereitstellung finden wird, ist aus heutiger Sicht nicht sicher, aber die Region bietet zumindest beste Startvoraussetzungen. Das bestehende Netzwerk aus Wasserstoffnutzern, dem Anlagenbau und Infrastrukturbetreibern ermöglicht den frühzeitigen Aufbau von neuen regionalen Wertschöpfungsketten. Technologieentwicklung und -export werden in einer globalen Wasserstoffwirtschaft für den Standort Deutschland eine wichtige Rolle spielen.

Ein wichtiger nächster Schritt muss sein, mit den Akteuren einer regionalen Wasserstoffwirtschaft zu einer gemeinsamen Zielvision zu gelangen. Für die Etablierung einer Wasserstoffmodellregion braucht es eine gemeinsam getragene Roadmap. Diese soll den Weg zu einer gemeinsam entwickelten Zielvision aufzeigen und muss das erforderliche Zusammenwirken zwischen den Versorgern, der Industrie, der Region und der Landespolitik erkennbar machen.

Die Grundlage für eine belastbare Roadmap sind Informationen zu

- Erzeugungs- und Einsatz-Potenzialen
- regional relevanten Technologiepfaden und ihrer Marktreife
- konkreten laufenden Projekten und möglichen Projektvorhaben für eine Modellregion
- Akteuren inkl. geeigneter Systematisierung (z.B. entlang der Wertschöpfungskette, Branchen, Nutzungspfade, ...)

Ein Teil dieser Informationen wird durch die vorliegende Studie bereitgestellt. Insbesondere das Zusammenführen und die Schaffung einer Verbindlichkeit der Akteure für eine Zusammenarbeit sind notwendige nächste Schritte.

Ist dieses Commitment für die gemeinsame Strategieentwicklung erreicht, muss formuliert werden, welches Ziel mit der Roadmap verfolgt wird, also in welcher Form sie den Aufbau einer Modellregion unterstützen soll. Mögliche Inhalte sind

- gemeinsame Projektanträge
- Projektierung konkreter Modellvorhaben
- Szenarien für bestimmte Technologiepfade
- Abschätzungen zu Marktpotenzialen bzw. Markteintritt von Produkten

Sind diese Festlegungen getroffen, sind die Eingrenzung des Untersuchungsrahmens und die Identifikation von zu betrachtenden Dynamiken (Treiber und Hemmnisse) wichtige Schritte um die Komplexität der Roadmap zu reduzieren und Wirkungszusammenhänge transparenter zu machen. Durch die Potenzialanalyse und die daraus abgeleitete inhaltliche Schwerpunktsetzung im Rahmen der Sondierungsstudie fand eine erste Eingrenzung statt.

Weitere wichtige Schritte sind:

- Festlegung des zu betrachtenden Zeithorizonts und Festlegung geeigneter Zwischenschritte
- Weiteres Herausarbeiten der Kerninhalte für die Roadmap einer Wasserstoffmodellregion unter Einbezug der relevanten Akteure.
- Workshops mit Methoden der Zukunftsforschung (Delphi-Methode, Multi-kriterielle Bewertung einzelner Technologie- und Entwicklungspfade) zur Schärfung eines gemeinsamen Problemverständnisses und einer gemeinsamen Zielvision.
- Entwicklung qualitativer Szenarien und ggf. quantitative Unterfütterung, aufbauend auf den Handlungs-/Akteursszenarien der vorliegenden Sondierungsstudie zur Beschreibung der Zielvision.

Wichtig ist dabei, den partizipativen und diskursiven Elementen bei der Roadmap-Erstellung ausreichend Raum zu geben. Divergierende Einschätzungen und Perspektiven stärken die Belastbarkeit der Roadmap. Das gilt dann, wenn sich alle Beteiligten ergebnisoffen mit Blick auf die notwendigen Schritte zur Zielerreichung in den Prozess einbringen.

Die Roadmap sollte als Bezugspunkt für die gemeinsame Arbeit der Akteure veröffentlicht werden – zum Beispiel über eine gemeinsame Internetpräsenz. Hierdurch wird Verbindlichkeit und Sichtbarkeit geschaffen. Interessierte können sich zudem informieren. Eine Übersicht zu den involvierten Akteuren (Akteursatlas)

stärkt diese Funktion. Für die Emscher-Lippe-Region befindet sich eine solche Datenbank im Aufbau. Durch diese methodische Fortführung der inhaltlichen Analysen und der Arbeiten im Rahmen der Sondierungsstudie lässt sich eine wichtige Grundlage für die Gestaltung einer Wasserstoffmodellregion Emscher-Lippe schaffen, die die Region und ihre Schlüsselakteure befähigt, die ihr inhärenten Potenziale zu heben und Vorreiter einer grünen Wasserstoffwirtschaft zu werden.