

Norddeutsches Reallabor

1. Das Projekt: Energiewende-Allianz für Innovationen und wirksamen Klimaschutz

Um wirtschaftliche Prosperität mit wirksamem Klimaschutz zu verbinden, müssen wir fossile Energien durch klimaneutrale Energien ersetzen. Insbesondere die Industrie, aus der ein Drittel der gegenwärtigen Treibhausgas-Emissionen stammen, birgt in dieser Hinsicht großes Potenzial für einen schnellen Transformationsprozess.

Hier setzt das **Norddeutsche Reallabor (NRL)**, ein innovatives Verbundprojekt, das neue Wege zur Klimaneutralität erproben will. Hinter dem NRL stehen rund 50 Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Als Energiewende-Allianz arbeiten sie eng zusammen, um relevante Verbrauchsbereiche mit hohem Energieverbrauch zu erschließen und schrittweise zu dekarbonisieren. Dazu wird in dem Vorhaben eine Vielzahl von innovativen Sektorkopplungsanlagen realisiert, die verschiedene Verbrauchsbereiche sukzessive mit Wasserstoff bzw. dessen Folgeprodukten speisen – insbesondere in der Industrie, aber auch in der Wärmeversorgung und dem Mobilitätssektor. So will das NRL den Transformationspfad für ein integriertes Energiesystem erproben, mit dem es gelingt, die CO₂-Emissionen im Norden bis 2035 um 75 Prozent zu reduzieren.

Das Norddeutsche Reallabor: integrierte Sektorkopplung & Wasserstoff



Das **Norddeutsche Reallabor** erprobt die ganzheitliche Transformation des Energiesystems in allen Sektoren und den Entwicklungspfad zur Dekarbonisierung der Modellregion um 75 % bis 2035.



In einem gesamtsystemischen Ansatz werden Sektorkopplung mit Wasserstoff und energieoptimierte Quartiere/Wärme erprobt.



In 25 Projekten mit 22 Demonstrationsanlagen, davon 8 Elektrolyseure mit einer Wasserstoff-Erzeugungskapazität von 42 MW, sowie Anlagen für 700 GWh Abwärmenutzung pro Jahr entsteht eine Dekarbonisierung von über 350-500 Tsd. Tonnen CO₂ pro Jahr.



Die Projekte sind in 4 Hubs in HH, SH und MV gebündelt.



48 Partner (davon 23 Förderpartner) aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik wollen nachhaltige Innovationen schaffen, wirtschaftliche Impulse auslösen und den Industriestandort Norddeutschland stärken.



Das Investitionsvolumen beträgt rd. 300 Mio. €, davon werden rd. 52 Mio.€ durch das BMWi gefördert. Weitere Förderungen anderer Bundesministerien werden erwartet. (52 Mio. € BMWi, 20 Mio. € BMVI, ggfs. 15 Mio. € BMU)



Abb. 1: Das Verbundprojekt NRL erprobt neue Wege zur Klimaneutralität

Die Modellregion des Norddeutschen Reallabors umfasst die Bundesländer Hamburg und Schleswig-Holstein, das westliche Mecklenburg-Vorpommern sowie Bremerhaven. Das Projekt bündelt unterschiedliche Sektorkopplungsvorhaben in geografischen „Hubs“, die sich an der Netztopologie des Strom- und des Gasnetzes orientieren. An leistungsfähigen Knotenpunkten werden Wasserstoffproduktionschwerpunkte geschaffen, um lokale Verbrauchschwerpunkte schrittweise zu dekarbonisieren. Durch skalierbare Innovationen sollen wirtschaftliche Impulse für die Durchdringung und Entwicklung von neuen Märkten ausgelöst und damit auch der Industriestandort Norddeutschland gesichert werden. Derzeit sind im NRL 25 verschiedene Projekte geplant.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Mithilfe von 22 Demonstratoren werden relevante Verbrauchsbereiche in der Industrie, der Wärmeversorgung und dem Mobilitätssektor sukzessive dekarbonisiert. So umfasst das Norddeutsche Reallabor beispielsweise acht Elektrolyseure mit einer Wasserstoff-Erzeugungskapazität von 42 MW. Sie dienen insbesondere dazu, fossile Energieträger in industriellen Prozessen durch Wasserstoff bzw. dessen Folgeprodukte zu ersetzen. Außerdem werden im NRL drei Projekte umgesetzt, die eine Abwärmenutzung in einem Umfang von 700 GWh pro Jahr ermöglichen. Im Rahmen der NRL-Aktivitäten im Mobilitätssektor werden mehrere Wasserstoff-Tankstellen und über 200 Fahrzeuge in unterschiedlichen Nutzungsszenarien erprobt. Eine Besonderheit ist des Projekts ist sein gesamtsystemischer Ansatz, der neben den geplanten Erprobungsvorhaben auch Querschnittsthemen berücksichtigt, die sich mit der volkswirtschaftlichen und der gesellschaftlichen Dimension des geplanten Transformationspfads befassen.

Das Großprojekt hat eine Laufzeit von fünf Jahren (04/2021-03/2026). Es ist Teil der Förderinitiative „Reallabore der Energiewende“ und wird mit rund 52 Millionen Euro durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Das Gesamtinvestitionsvolumen der beteiligten Partner beträgt rund 300 Millionen Euro. Weitere Förderungen anderer Bundesministerien werden erwartet.

Mit den im Projektzeitraum geplanten Vorhaben können zwischen 350.000 – 500.000 t CO₂-Emissionen pro Jahr eingespart werden. Der großskalige, überregionale Ansatz des Norddeutschen Reallabors verleiht ihm Modellcharakter für wasserstoffbasierte Sektorkopplung in Deutschland und in Europa.

2. Der Hintergrund: Wasserstoff als Treiber der Energiewende

Eine der größten und zugleich dringlichsten Herausforderungen unserer Zeit ist die signifikante Reduzierung der bestehenden Treibhausgas-Emissionen. 87 Prozent der klimaschädlichen Treibhausgase stammen aus der Verbrennung fossiler Energien wie Kohle, Öl und Gas. Sie entstehen nicht nur bei der Erzeugung von Strom, sondern auch bei der Erzeugung von Wärme und Kraftstoffen, die für all unsere Lebens- und Arbeitsbereiche benötigt werden: in Privathaushalten und der Industrie, in Wohngebäuden und am Arbeitsplatz, im Personenverkehr und im Gütertransport.

Mit den Beschlüssen zum Klimaschutzprogramm 2030 hat die Bundesregierung die Eckpfeiler für das Erreichen der Klimaziele geschaffen und den deutschen Beitrag zur weltweiten Begrenzung der Treibhausgas-Emissionen festgelegt. Nun gilt es diese Ziele sektorübergreifend in konkrete Maßnahmen zu überführen. Bislang hat die dominierende Rolle in der Energiewende die Dekarbonisierung der Stromerzeugung gespielt. Doch die Umstellung auf klimaneutrale Energieträger muss zukünftig auch auf den Wärme- und den Mobilitätssektor sowie auf die Industrie ausgeweitet werden, wenn die Klimaschutzziele erreicht und die Erderwärmung gebremst werden soll.

Zwischen den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität ergeben sich neue Schnittstellen, weil diese zu einem integrierten Energiesystem zusammenwachsen müssen – auch im Hinblick auf die notwendigen Infrastrukturen, also die Gas-, Wärme- und Stromnetze. Außerdem erfordert die Systemintegration unterschiedlicher Erzeuger und Verbraucher eine zunehmende Flexibilisierung für den Schwankungsausgleich des Stromnetzes. Und nicht zuletzt werden neue Marktmodelle erforderlich. Wirksamer

Klimaschutz erfordert also den vollständigen Umbau unseres Energiesystems – eine Jahrhundertaufgabe, die aber nur noch 29 Jahre dauern darf.

Klimaneutralität erfordert Transformation des Energiesystems

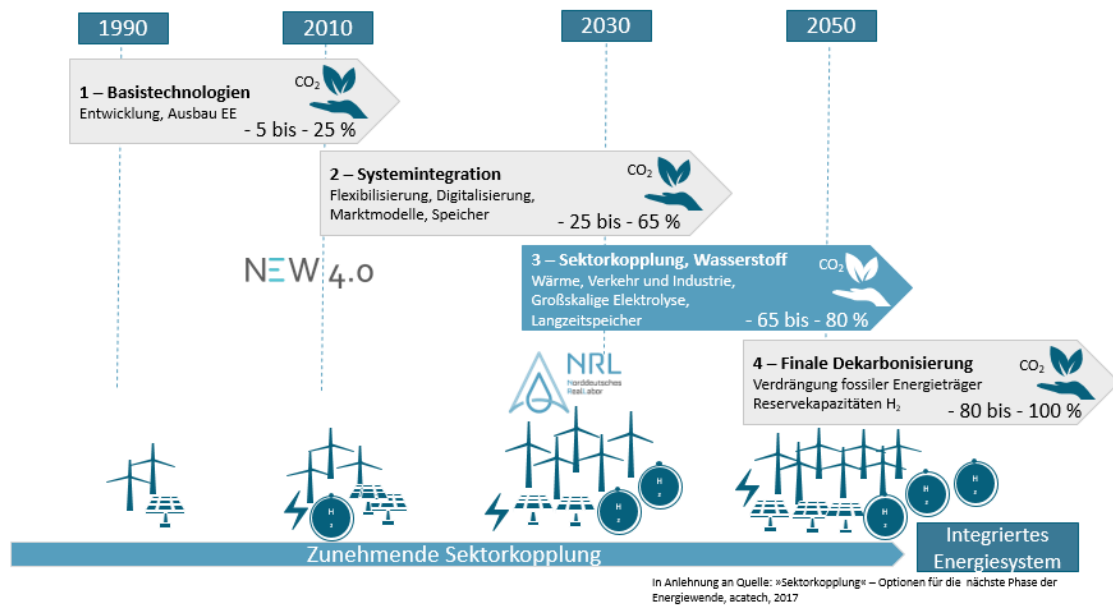
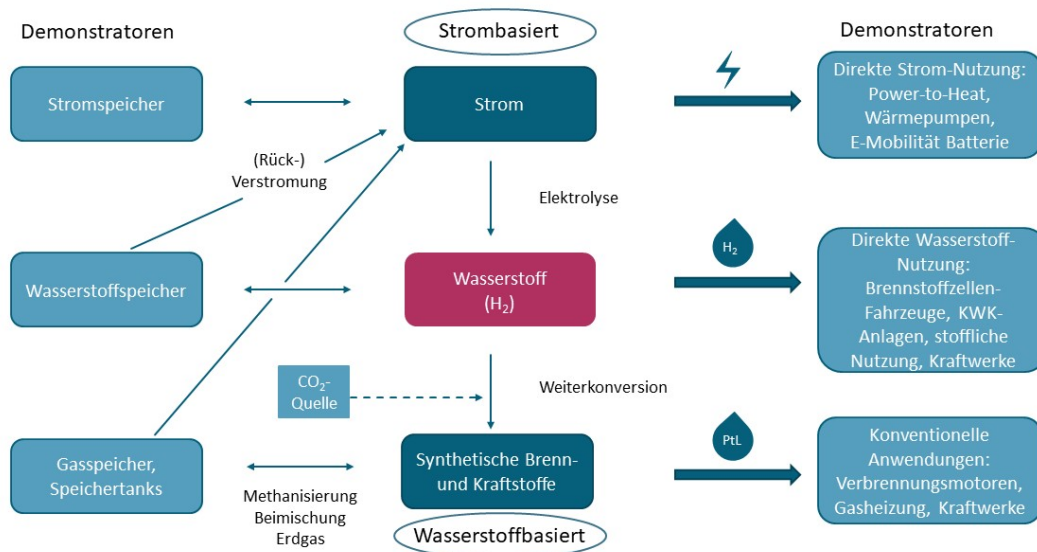


Abb. 2: Die dritte Phase der Energiewende erfordert einen Transformationsprozess, an dessen Ende ein integriertes Energiesystem steht, das alle Sektoren umfasst.

Die Elektrifizierung möglichst vieler Lebensbereiche ist dafür ein wesentlicher Baustein. Aber nicht in allen Bereichen ist die direkte Nutzung von erneuerbar erzeugtem Strom auf effiziente Weise möglich. Deshalb werden weitere CO₂-freie Alternativen zu den derzeit eingesetzten fossilen Energieträgern benötigt. Gasförmige und flüssige Energieträger, die im Industrieland Deutschland bereits heute ein integraler Teil des Energiesystems sind, bieten erhebliche Chancen zur Dekarbonisierung. Der Einsatz von Wasserstoff wird hier zur wichtigen Schlüsseltechnologie: CO₂-freiem Wasserstoff – also „grünem“ Wasserstoff aus Elektrolyseanlagen, die ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energien verwenden – kommt für die Einsparung von klimaschädlichen Emissionen eine zentrale Rolle zu.

Sein Dekarbonisierungspotenzial liegt sowohl in der direkten Nutzung als alternativer Energieträger für chemische und industrielle Prozesse als auch in der indirekten Nutzung durch Umwandlung in synthetische Gase wie Methan oder in Brenn- und Kraftstoffe. Die Erzeugung von Wasserstoff kann auch bei der Stabilisierung des Stromsystems helfen und kurzfristig benötigte Flexibilitäten bereitstellen, um Schwankungen im Stromnetz auszugleichen – eine sinnvolle Ergänzung zu der Nutzung von Batteriespeichern und gezieltem Demand Side Management. Seine Langzeit-Speicherbarkeit im Gasnetz und in Gaskavernen ermöglicht zudem eine zeitversetzte Nutzung im Bedarfsfall. Neben Strom aus erneuerbaren Quellen wird Wasserstoff – erzeugt aus grünem Strom – folglich der zentrale Energieträger für die Vollendung der Energiewende sein.



Quelle: »Sektorkopplung« – Optionen für die nächste Phase der Energiewende, acatech, 2017

Abb. 3: Wasserstoff als Schlüsseltechnologie einer sektorübergreifenden Energiewende

Vor diesem Hintergrund sollen im Norddeutschen Reallabor effiziente Ansätze einer integrierten Sektorkopplung entwickelt werden, um die ganzheitliche Transformation des Energiesystems zu erproben.

3. Die Projektpartner: Sektorübergreifende Fachkompetenz

Hinter dem Norddeutschen Reallabor steht eine einzigartige Energiewende-Allianz, bestehend aus 23 Förderpartnern, 25 assoziierten Partnern sowie 6 Behörden und Ministerien der beteiligten Landesregierungen. Diese Partner decken die gesamte Energie-Wertschöpfungskette ab – von der Erzeugung über den Transport und die Speicherung bis zum Verbrauch von Energie in der Industrie, der Wärmeversorgung und dem Mobilitätssektor. Diese Vielfalt ermöglicht eine integrierte Betrachtung des Energiesystems und dessen Erzeugungs- und Verbrauchssektoren im NRL.

Durch das NRL entsteht eine starke Partnerschaft zwischen Unternehmen, Institutionen und Forschungseinrichtungen. Zusammen werden die Projektpartner innovative Energietechnologien und -infrastrukturen entwickeln, zur Anwendung bringen und betreiben. Die Unternehmenspartner sind Akteure, die aufgrund ihrer Markterfahrung mit den regionalen Gegebenheiten vertraut sind, über das Potential für innovative Geschäftsmodelle und Konzepte verfügen und die Fähigkeit zu deren Marktdurchsetzung mitbringen. Die Einbindung von wissenschaftlichen Partnern, die die Forschungsprojekte wissenschaftlich und sozioökonomisch begleiten, für deren Verbreitung und die Übertragbarkeit der Erkenntnisse sorgen, bilden eine wesentliche Klammer im gesamtsystemischen Ansatz des Vorhabens. Zudem gibt es eine enge Verzahnung mit Netzwerk-Einrichtungen wie Handelskammern, Clusterorganisationen, Energieforschungsverbund Hamburg, dem Netzwerk Wasserstoffwirtschaft Hamburg sowie der politischen Initiative zur Entwicklung einer gemeinsamen Wasserstoffstrategie der norddeutschen Küstenländer.

Vernetzte Arbeitsgruppen sichern gesamtsystemischen Ansatz



Abb. 4: Hinter dem NRL steht eine schlagkräftige Energiewende-Allianz aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, die in neun vernetzten Arbeitsgruppeneng zusammenarbeiten (vgl. Abschnitt 7)

Gesteuert wird das NRL von einer sechsköpfigen Projektsteuerungsgruppe. Konsortialführer ist das Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz (CC4E) der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Ein Großteil der beteiligten Partner hat unter der Führung des CC4E bereits im Projekt NEW 4.0 – Norddeutsche EnergieWende erfolgreich zusammengearbeitet.

4. Die Modellregion: Hohes Dekarbonisierungspotenzial in Norddeutschland

Um die Transformationspfade einer integrierten Sektorkopplung unter Realbedingungen zu erproben, wurde für das Norddeutsche Reallabor eine Modellregion festgelegt, die die Bundesländer Hamburg und Schleswig-Holstein, das westliche Mecklenburg-Vorpommern sowie Bremerhaven umfasst. Die NRL-Modellregion bildet die Kernherausforderungen einer integrierten Energiewende in besonderem Maße ab und zeigt zugleich die großen Potentiale für eine rasche Dekarbonisierung mit wirtschaftlichen Perspektiven für die Industrie auf.

So sind Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern bedeutsame Erzeugungsregionen für Strom aus erneuerbaren Quellen – bilanziell ergibt sich für die Gesamtregion bereits in 2020 ein Anteil von 130 Prozent erneuerbarer Energien an der Stromversorgung. Damit sind die Voraussetzungen für den sektorenübergreifenden Einsatz von EE-Strom besonders günstig.

Dem steht in der Region allerdings auch ein großer Energiebedarf gegenüber: Der Endenergieverbrauch in Hamburg, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern betrug 2018 rd. 163 TWh.

Dies bringt hohe CO₂Emissionen mit sich: Sie lagen in der Modellregion 2016 bei 42,2 Millionen. to.¹ Das Norddeutsche Reallabor will aufzeigen, auf welchem Wege sich die CO₂-Emissionen bis 2035 um 75 Prozent im Vergleich zum Basisjahr 1990 reduzieren ließen. Zur Erreichung dieses Ziels in nur 15 Jahren ist eine schnelle Dekarbonisierung aller Verbrauchssektoren notwendig.

Ein besonderer Fokus liegt hier auf der Hansestadt Hamburg: Zwar sind die CO₂-Emissionen der Elbmetropole im Vergleich zu 1990 inzwischen um 18,6 Prozent gesunken – die mit dem NRL als übergeordnetem Ziel angestrebte Reduktion um 75 Prozent bis 2035 (siehe Kapitel Ziele) verlangt jedoch erheblich größere Anstrengungen. Da rund 56 Prozent der Hamburger Emissionen aus den Sektoren Industrie und Verkehr stammen, ist deren zügige Dekarbonisierung ein notwendiger Schritt. Er erfordert einen umfassenden Ansatz für die industrielle Transformation.

Als Metropol- und Industrieregion bietet Hamburg vielfältige Einsatzmöglichkeiten für Wasserstoff. Durch die räumliche Nähe zu den EE-Erzeugungsregionen Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern, dem gut voranschreitenden Netzausbau sowie leistungsstarken Netzknotenpunkten birgt die Region darüber hinaus auch das Potential, den grünen Wasserstoff selbst vor Ort zu erzeugen. Damit besteht die einmalige Chance, eine lokale Wasserstoffwirtschaft zu etablieren und so eine sichere Wasserstoffversorgung für die im Norddeutschen Reallabor geplanten Anwendungen zu schaffen.

Norddeutsches Reallabor – einzigartige Rahmenbedingungen

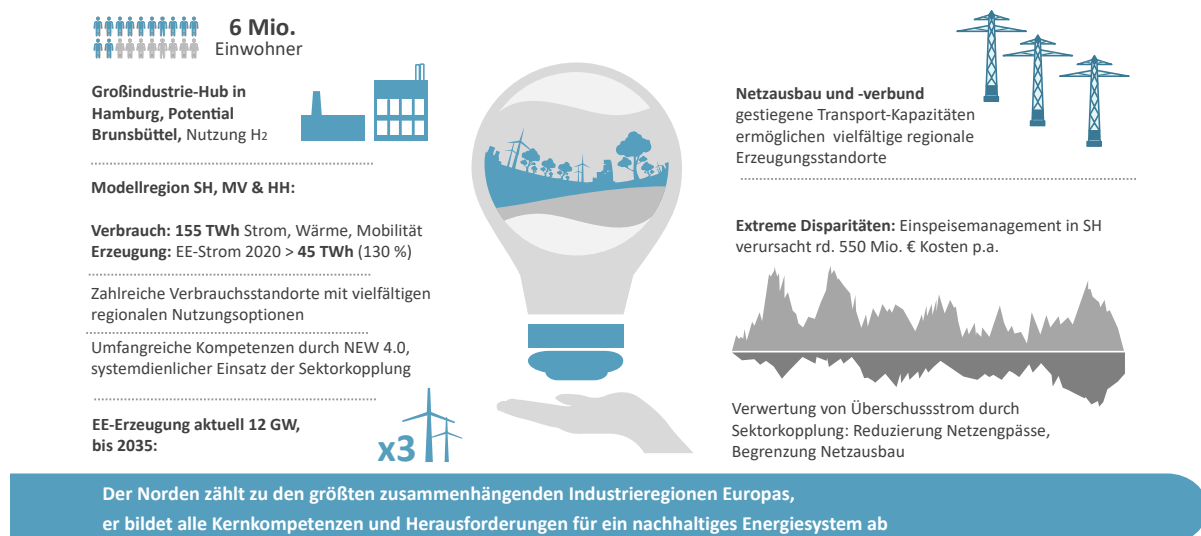


Abb. 5: Die Modellregion des NRL bildet die Kernherausforderungen der Energiewende in besonderem Maße ab.

¹ Im Vergleich von Gesamtenergieverbrauch und Erzeugungsleistung Erneuerbarer Energien wird deutlich, dass die weitgehende Dekarbonisierung aller Sektoren einen signifikanten Ausbau der klimaneutralen Erzeugungskapazitäten bedarf. Ohne Berücksichtigung von Reservekapazitäten und Absicherung von Dunkelflauten-Szenarien sowie Realisierung von Energieeffizienz-Potentialen ist eine Verdreifachung bis 2035 der EE-Erzeugung erforderlich, bis 2050 etwa Faktor fünf bis sieben.

5. Die Ziele: Industrielle Transformation und wirksamer Klimaschutz

Mit dem Norddeutschen Reallabor (NRL) als länderübergreifendem Verbundprojekt soll die ganzheitliche Transformation des Energiesystems erprobt und so der Weg zu einer schnellen Dekarbonisierung aller Verbrauchssektoren demonstriert werden. Das Projekt setzt sich dabei die folgenden Ziele:

1. die Schaffung nachhaltiger Innovationen in der Sektorkopplung durch große und skalierbare Demonstratoren, die wirtschaftliche Impulse für die Entwicklung von Zukunftsmärkten auslösen, insbesondere in der Industrie und deren Wertschöpfungsketten,
2. die Sicherung und der Ausbau des Industriestandortes Norddeutschland, die Stärkung der Zukunftsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit der ansässigen Unternehmen sowie
3. die realitätsnahe Erprobung des Transformationspfades für ein versorgungssicheres integriertes Energiesystem mit dem Dekarbonisierungsziel, die CO₂-Emissionen in der Region um 75 Prozent bis 2035 zu reduzieren.

Mit dem Norddeutschen Reallabor soll die industrielle Umsetzung der Sektorkopplung in der Region beschleunigt werden. Dabei sollen Skaleneffekte realisiert und eine rechtzeitige Technologieentwicklung und Markteinführung auf Erzeuger- und Abnehmerseite angestoßen werden, die den langen Investitionszyklen von Industrieprozessen Rechnung tragen.

Ziel ist es, den zügigen Markthochlauf von grünem Wasserstoff voranzutreiben, hierfür das wachsende industriepolitische Potential im Norden Deutschlands zu nutzen und entsprechende Wertschöpfungsketten zu etablieren. Das NRL leistet insofern auch einen Beitrag zur Schaffung der Grundlagen für einen funktionierenden Heimatmarkt für CO₂-freien Wasserstoff mit der Perspektive, Wasserstoff-Technologien als eines der zentralen Geschäftsfelder der deutschen Exportwirtschaft auszubauen.²

Somit soll der Transformationspfad erprobt werden, der eingeschlagen werden muss, um das Erreichen der bundesweiten Klimaziele zu sichern. Dazu werden innovative und klimafreundliche Produktionsverfahren und -prozesse für die Dekarbonisierung der Industrie auf Basis von Wasserstoff erprobt. Zudem sollen die Anlagen auch systemdienlich betrieben werden, um neben der direkten auch die indirekte Dekarbonisierung (des Stromsektors) durch die Entlastung der Stromnetze zu bewirken. Mit der Verknüpfung von Strom-, Wärme- und Gasinfrastruktur für den Transport synthetischer Gase wird auch in den energieintensiven Sektoren der Industrie und der Gebäudequartiere eine effiziente CO₂-Reduktion ermöglicht.

Es ist beabsichtigt, den Transformationspfad zur Dekarbonisierung auf Basis der Projektergebnisse in verschiedenen Szenarien darzustellen. Diese sollen in die Entscheidungsfindung über den zukünftigen Gestaltungsrahmen der Energiepolitik eingebracht werden.

² Der funktionierende Heimatmarkt stellt die Basis für eine aufzubauende Importkette von grünem Wasserstoff dar – sowohl im (inländischen) Offshore-Bereich als auch für den Import von im Ausland erzeugtem Wasserstoff mit den dafür erforderlichen Logistikketten. Kernaufgabe neben der Erzeugung ist der Aufbau und die Stimulierung der Nutzung bzw. Nachfrage in verschiedenen Anwendungsbereichen.

6. Der Lösungsansatz: realitätsnahe Erprobung einer integrierten Sektorkopplung

Das Vorhaben zeichnet sich durch seinen gesamtsystemischen Ansatz aus. Dabei legt es den Fokus auf zwei Technologiebereiche, die großflächig, technologieoffen sowie markt- und realitätsnah erprobt werden sollen: integrierte Sektorkopplung mit Schwerpunkt Wasserstoff sowie energieeffiziente Quartierslösungen vorrangig im Wärmebereich.



Abb. 6: Innovative Technologiebereiche und Querschnittsthemen werden im NRL gesamtsystemisch betrachtet

In der Industrie steht die stoffliche Nutzung von Wasserstoff im Vordergrund: Er kommt in Prozessen der chemischen Industrie, in Produktionsverfahren der Grundstoffindustrie und in der Herstellung von synthetischem Methan zum Einsatz. Ferner wird Wasserstoff im Bereich Mobilität genutzt, und zwar in Fahrzeugen mit Brennstoffzellen wie PKWs und LKWs, Bussen und Fahrzeugen der Müllabfuhr.

Auch bei den im NRL geplanten Quartierlösungen kommt Wasserstoff als Energieträger zum Einsatz: Seine Beimischung im Erdgasnetz senkt signifikant die CO₂-Emissionen bei der Wärmeerzeugung. Darüber hinaus ist auch eine reine Wasserstoffnutzung für Heizungen in Haushalten vorgesehen. Ein weiterer Hebel zur Dekarbonisierung des Wärmebereichs, der im NRL erprobt wird, ist die Nutzung von industrieller Abwärme und deren thermische Speicherung.

Bei der Umsetzung einer integrierten Energiewende wird ein steigender Bedarf an Flexibilität über alle Sektoren hinweg entstehen. Im Vorhaben sollen deshalb technische Anlagen, Infrastrukturen und Märkte aus den Sektoren Energie, Industrie, Wärme/Gebäude und Mobilität gemeinsam betrachtet und in ihren Wechselwirkungen und Schnittstellen – auch zwischen lokaler, regionaler und überregionaler Ebene – aufeinander abgestimmt werden.

Ein Alleinstellungsmerkmal des Norddeutschen Reallabors ist die Betrachtung von Schnittstellen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Projektaktivitäten der NRL-Partner. Fünf Querschnittsthemen sichern den systemischen Gesamtansatz des Vorhabens: „Netze & Infrastrukturen“, „Neue Markt-

& Geschäftsmodelle, Regulatorik“, „Gesamtsystemintegration“, „Industrielle Transformation, gesellschaftliche Teilhabe & Transfer“ und „Volkswirtschaft, Arbeitsmarkt & Qualifizierung“.

7. Die Projektstruktur: Zusammenarbeit in Arbeitsgruppen

Die Zusammenarbeit der NRL-Partner ist in neun übergeordneten Arbeitsgruppen (AG) organisiert, die verschiedene Themenschwerpunkte abbilden. Die Arbeitsgruppen verfolgen übergeordnete Ziele, die wiederum einen Beitrag zum Erreichen der Gesamtziele des NRL leisten.

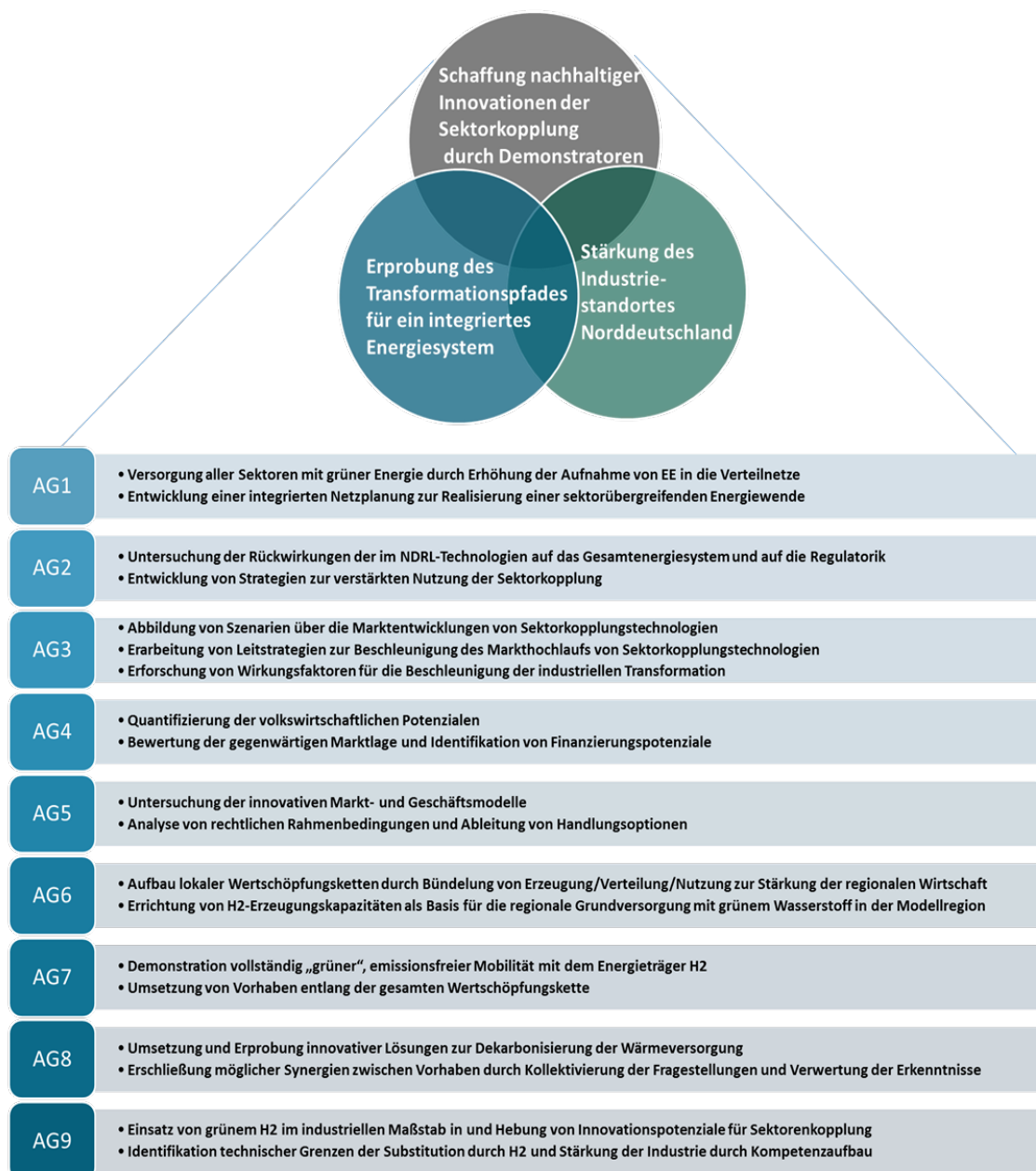


Abb. 7: Neun fachspezifische Arbeitsgruppen ebnen den Weg zu einem integrierten Energiesystem

Durch die AG-Struktur wird eine bestmögliche Vernetzung der NRL-Partner erreicht, um den fachlichen Austausch sicherzustellen und Synergien zwischen den einzelnen Teilvorhaben zu heben. Projektpartner können auch an mehreren Arbeitsgruppen teilnehmen.

Die Steuerung des Gesamtprojekts mit seinen multidisziplinären, vernetzten Strukturen wird durch ein übergeordnetes Projektmanagement Office (PMO) sichergestellt. Das PMO übernimmt die ganzheitliche Projektsteuerung, die sowohl die inhaltlich-technische Umsetzung als auch die Vorbereitung auf künftige Märkte im Rahmen einer effizienten und ergebnisorientierten Ausrichtung des Gesamtprojekts beinhaltet. Es wird dabei mit den AG-Leitungen, der Partnernversammlung und Projektsteuerungsgruppe eng zusammenarbeiten und die dafür notwendigen Schnittstellen ausgestalten.

8. Die Hubs: Lokale Verbrauchsschwerpunkte an Netz-Knotenpunkten

Für die zweckmäßige Erprobung innovativer Technologien unter Realbedingungen wurde das NRL in geografische Hubs eingeteilt. Drei dieser Hubs legen den Fokus auf integrierte Sektorkopplung auf Basis von Wasserstoff. Sie befinden sich in Hamburg, in Mecklenburg-Vorpommern (mit Schwerpunkt Schwerin) und in Schleswig-Holstein (mit den Standorten Brunsbüttel und Haurup).

25 Projekte mit 22 Demonstratoren (8 Elektrolyseure), 42 MW H₂-Erzeugung, 700 GWh Abwärmenutzung im gesamtsystemischen Verbund

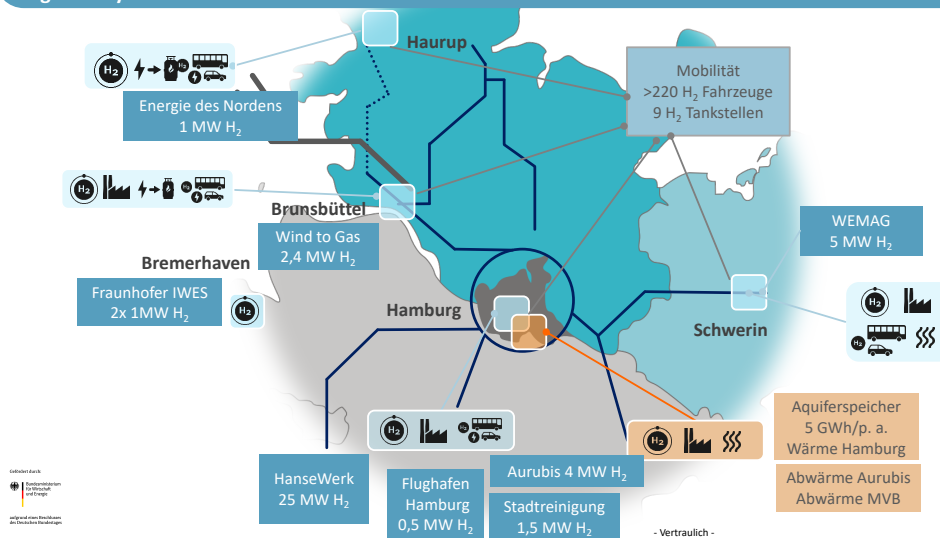


Abb. 8: Drei Wasserstoff-Hubs und ein Wärme-Hub bilden die regionalen Schwerpunkte im Norddeutschen Reallabor

Die regionale Verteilung der Aktivitäten mit Wasserstoff-Fokus orientiert sich an der Struktur des Strom- und des Gasnetzes: An leistungsfähigen Knotenpunkten des Stromübertragungsnetzes werden Schwerpunkte der Wasserstoff-Produktion mit Grünstrom geschaffen. Dort werden lokale Verbrauchsschwerpunkte mit einer neuen energetischen Wertschöpfungskette aufgebaut. Ein weiteres Hub in Hamburg legt den Fokus auf Quartierslösungen im Bereich Wärme und Mobilität.

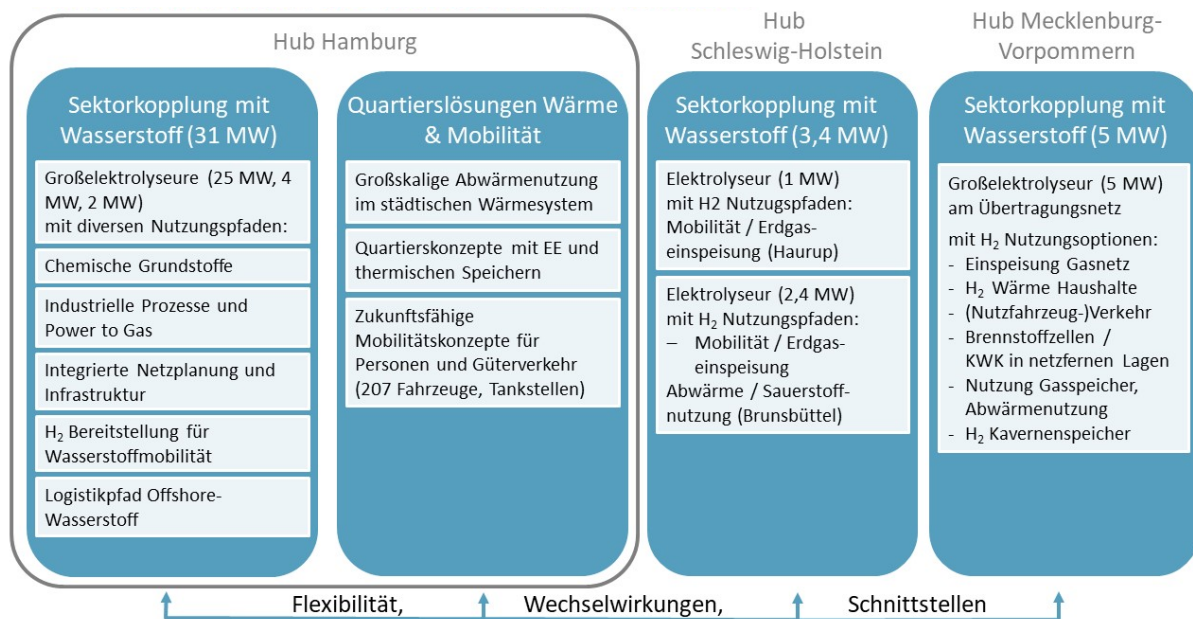


Abb. 9: Die vier regionalen Hubs des NRL erproben unterschiedliche Transformationspfade eines integrierten Energiesystems

Zu den genannten Hubs kommt das Testzentrum Bremerhaven für windgetriebene Elektrolyseure und LOHC des Projektpartners Fraunhofer IWES, die vom Land Bremen gefördert werden. Dort sind zwei Elektrolyseure von je 1 MW vorgesehen.

8.1. Hub Hamburg – Sektorkopplung mit Wasserstoff

Beteiligte NRL-Partner: Hansewerk, TRIMET, ArcelorMittal, Aurubis, CC4E/HAW Hamburg, Stadtreinigung Hamburg, TU HH u.a.

Zielstellung des Hamburger Wasserstoff-Hubs ist der Einsatz von grünem Wasserstoff in industriellen Anwendungen. Es soll sowohl die stoffliche Nutzung von Wasserstoff (z.B. bei der Synthese chemischer Verbindungen oder bei der Reduktion von Metallen) als auch die energetische Nutzung (z.B. als Beimischung zum Erdgas oder als Substitution von Erdgas oder Erdöl) erprobt werden. Auch die Nutzung der Kuppelprodukte, die bei der Elektrolyse entstehenden – Wärme und Sauerstoff – ist geplant.

Zentrales Element im Hub Hamburg ist das Teilvorhaben der HanseWerk Gruppe. Unter dem Namen „H2 Hanse Hafen Hamburg“ plant Hansewerk den Bau und Betrieb eines 25 MW Elektrolyseurs. Die Anlage dient der großtechnischen Erzeugung von grünem Wasserstoff mit primärem Einsatz in einer verfahrenstechnischen Anlage eines Industriepartners des Konsortiums. Daneben soll aber auch der wachsende Bedarf des urbanen Umfeldes, die Wasserstoff-Mobilitätsvorhaben und perspektivisch auch weitere industrielle Prozesse im NRL bedient werden. Durch dieses Projekt wird somit grüner Wasserstoff für den Einsatz in großindustriellem Maßstab produziert und gegenüber der konventionellen Produktion aus Erdgas können ca. 33.600 t CO₂ direkt eingespart werden.

Ein weiteres wichtiges Teilprojekt in diesem Hub ist die Umsetzung einer 4 MW-Elektrolyseeinrichtung bei dem Kupfer-Industrieunternehmen Aurubis im Hamburger Hafen. Der hier erzeugte Wasserstoff soll genutzt werden, um Erdgas zu substituieren und den Prozess der Primärkupferproduktion klimafreundlich gestalten. Die im Rahmen des NRL realisierte Elektrolyseleistung ermöglicht die Vermeidung

von 6.200 t CO₂ pro Jahr. Zudem ergibt sich perspektivisch die Möglichkeit zur Ausweitung der lokalen Wasserstoffwirtschaft auf weitere Unternehmen aus der energieintensiven Grundstoffindustrie (Stahl, Aluminium).

Hub Hamburg – Sektorkopplung mit H₂ (Industrie)

Norddeutsches RealLabor

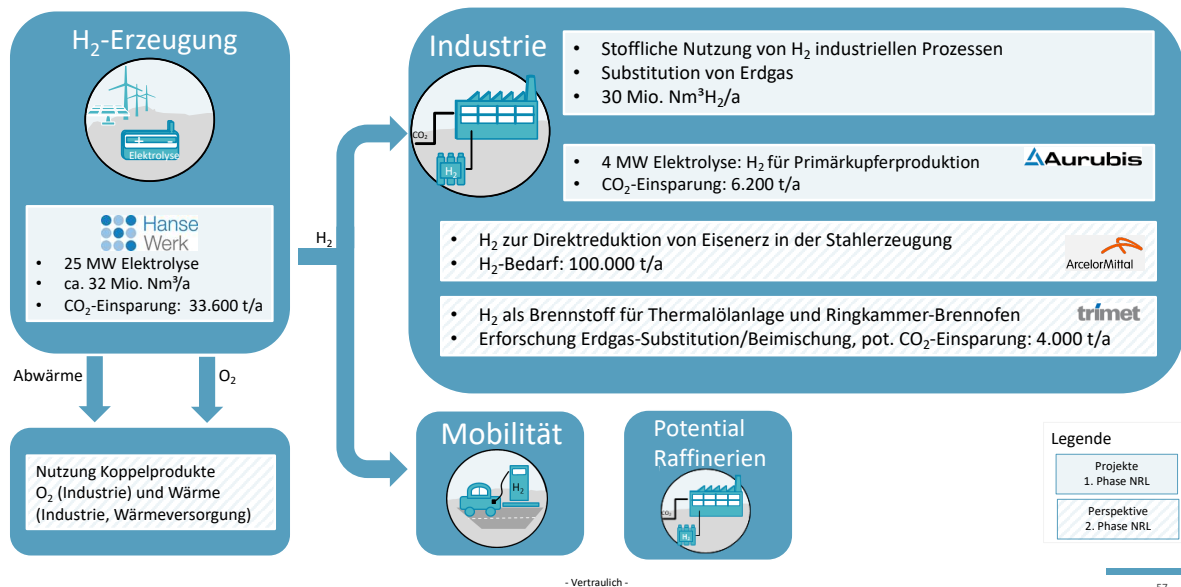


Abb. 10: Am Hub Hamburg wird die Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff in großindustriellem Maßstab erprobt

Als weiterer Nutzungspfad von Wasserstoff soll im Hub Hamburg der Einsatz in einer Biogasanlage umgesetzt werden, um die Methanausbeute zu erhöhen. Am Biogas- und Kompostwerk (BKW) Bützberg der Stadtreinigung Hamburg AöR (SRH) wird Bioabfall mit diskontinuierlicher Vergärung verarbeitet und das erzeugte und gereinigte Biogas in das Erdgasnetz eingespeist. Geplant ist, vor Ort erzeugten Wasserstoff (1,5 MW Elektrolysanlage) dem Biogas beizumischen und die Mischung über das vorhandene bodenseitige Biogasumwälzsystem in die Trockenfermenter zurückzuführen.

Am Airport Hamburg soll mit einer 0,5 MW Elektrolyseanlage, die von einer PV-Anlage gespeist wird, Wasserstoff für Brennstoffzellen-Fahrzeuge (10 Schlepper für den Gepäcktransport sowie 4 BZ-Busse) erzeugt werden.³

8.2. Hub Hamburg – Hamburger Wärmewende

Beteiligte NRL-Partner: Aurubis, Wärme Hamburg, Hamburg Wasser, Hamburg Energie, CAU Kiel, MVB Borsigstraße, GNH, SNH, CC4E/HAW Hamburg

Ziel des Hubs Hamburger Wärmewende ist es, im Hamburger Stadtgebiet innovative Lösungen zur Dekarbonisierung der Fernwärmesysteme sowie der Wärmeversorgung von Quartieren zu erproben. Diese Maßnahmen ebnen den Weg für eine zukunftsfähige Weiterentwicklung der städtischen

³ Die Fahrzeuge sollen durch das BMVI gefördert werden.

Energieversorgungsinfrastrukturen – insbesondere im Zuge der Rekommunalisierung der Strom- und Gasnetze sowie des Fernwärmesystems.

Ein zentrales Projekt im Wärme-Hub ist die Errichtung eines unterirdischen thermischen Aquiferspeichers am Standort Tiefstack durch NRL-Partner Wärme Hamburg zur Nutzung von industrieller Abwärme für die Fernwärme. Er soll eine Speicherleistung von 2,6 MW und eine Kapazität von ca. 5 GWh erbringen (mit Skalierungspotential auf 20 GWh). Der Speicher soll aus mindestens einer Brunnendublette und einem oberirdischen Anlagenteil mit einem Wärmetauscher zur Übertragung der Wärme in bzw. aus einem separaten Wärmekreislauf bestehen. In der Einspeicherphase wird kaltes Grundwasser gefördert, auf Temperaturen von bis zu 85° C aufgeheizt und über den Produktionsbrunnen in den gleichen Grundwasserleiter infiltriert. In der erzeugten Wärmeblase wird die Wärme im Grundwasser und im Feststoffgerüst des Grundwasserleiters gespeichert. Nach der Speicherung wird das heiße Grundwasser zurückgefördert, die Wärme entzogen und das abgekühlte Wasser wieder in den Hilfsbrunnen gepumpt. Neben der saisonalen Speicherung von Wärme im großtechnischen Maßstab ist vor allem die Einbindung und optimierte Nutzung der rückgewonnenen Wärme eine Innovation im Rahmen des NRL-Projektes.

Aquiferspeicher am Energiestandort Tiefstack als integrierter Bestandteil des Fernwärmesystems

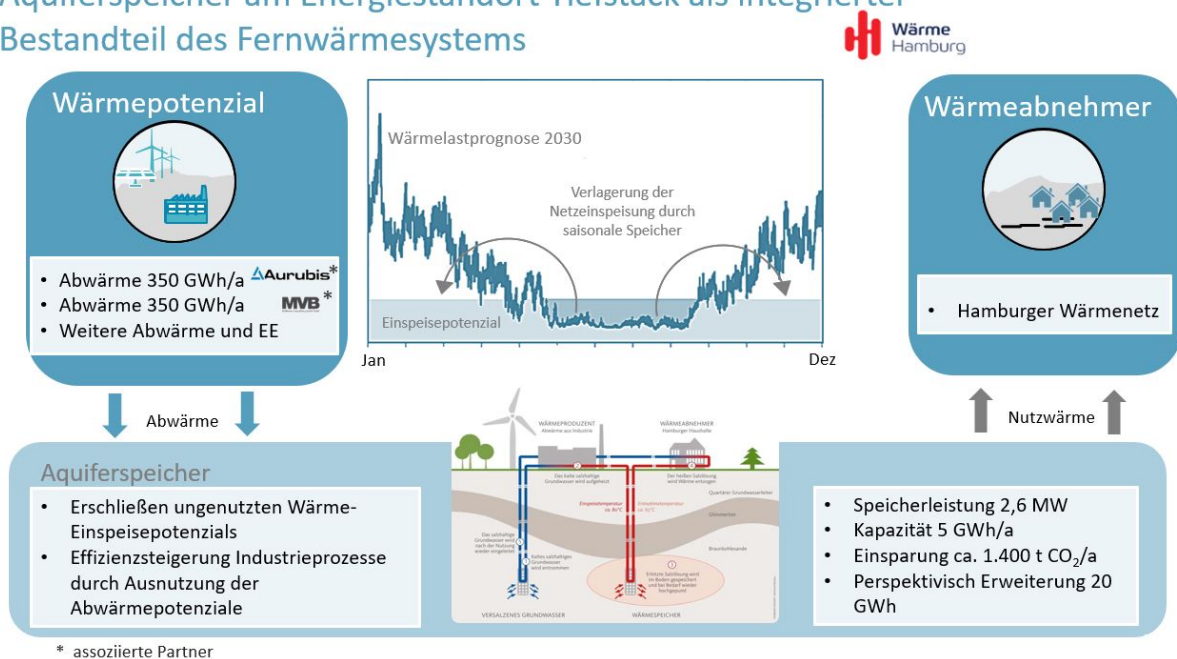


Abb. 11: Aquiferspeicher am Energiestandort Tiefstack

Zwei assoziierte Projekte erproben die Einbindung von Abwärme aus der Müllverwertung Borsigstraße (MVB) sowie von industrieller Abwärme aus der Kupferproduktion in das Fernwärmesystem. Durch den Aquiferspeicher kann im Sommer aufgenommene Abwärme im Winter mit über 60 Grad gespeist und in das Fernwärmesystem integriert werden.

In enger Zusammenarbeit mit der integrierten Netzplanung der städtischen Netzgesellschaften (Gas, Strom und Wärme) werden die Maßnahmen in die Gesamtplanung integriert. Eine Strategie zur Übertragbarkeit der umgesetzten Maßnahmen auf andere Stadtgebiete und Quartiere sowie auf andere Städte soll erarbeitet werden.

8.3. Hub Schleswig-Holstein

Beteiligte NRL-Partner: *Energie des Nordens, KMW Wind to Gas Energy GmbH & Co. KG*

Die Regionen Nordfriesland und Brunsbüttel bilden die Ausgangsstandorte für die Vorhaben im Hub Schleswig-Holstein.

Unter der Vielzahl der Windparks in SH befinden sich zahlreiche Altanlagen, deren Weiterbetrieb (nach Auslaufen der EEG-Vergütung) durch innovative Konzepte sichergestellt werden muss. Hier setzt das Projekt „Windgas Haurup Ü21“ des NRL-Partners Energie des Nordens an. Das Projekt will demonstrieren, welche Potenziale die Integration eines (im Rahmen des Vorgängerprojekts realisierten) Elektrolyseurs in die fluktuierende Stromproduktion eines oder mehrerer Alt- oder Neuwindparks bietet. Durch die neuartige Betriebsweise des Elektrolyseurs kann der Vermarktungswert des Stroms gesteigert werden, so dass dieser an den Windparkbetreiber weitergegebene Wertvorteil den Weiterbetrieb des Windparks sichert.

Am Standort Brunsbüttel hat die KMW Wind to Gas Energy GmbH & Co. KG (W2G Energy) die Optimierung bestehender Green-Hydrogen-Erzeugungskapazitäten samt Hochdruckgasnetzeinspeisung im Realbetrieb geplant. Durch die Einbindung des in NEW 4.0 umgesetzten 2,4 MW Elektrolyseurs in ein Industrierwasserstoffnetz wird die flexible Belieferung von Großindustriebetrieben mit grünem Wasserstoff gemäß Windlastprofil erprobt. Parallel ist vorgesehen, auf einer Überlandlinie des ÖPNV in der Metropolregion Hamburg Brennstoffzellenbusse einzuführen und mit grünem Wasserstoff zu beliefern sowie die dafür erforderliche Infrastruktur zu schaffen.

Brunsbüttel kann in einer zukünftigen Phase des Reallabors als zentraler Power-to-Gas-Hub in Schleswig-Holstein aufgebaut werden. Umgeben von einer Vielzahl von Wind-Onshore-Erzeugungsanlagen, Teil der sogenannten Westküstentrasse mit dem zentralen Wind-Offshore-Anlandungspunkt Schleswig-Holsteins, ist eine Versorgung mit Grünstrom für sektorkoppelnde Anwendungen (u.a. mit Wasserstoff) gewährleistet. Die ansässige Industrie bietet mittelfristig ein beachtliches Nutzerpotential, da sie schon heute sehr große Mengen grauen Wasserstoff einsetzt (für die Düngemittelherstellung und die chemische Industrie).

8.4. Hub Mecklenburg-Vorpommern

Beteiligte NRL-Partner: *WEMAG, NVS, SAS, Rumstich*

Ziel in diesem Hub ist es, überschüssige Energie, die in Mecklenburg-Vorpommern erzeugt, dort aber aktuell nicht verbraucht oder gar abgeregelt wird, in der Region in Wasserstoff umzuwandeln. So werden sektorübergreifende CO₂-Einsparungen in den Bereichen Wärme, Strom und Mobilität bewirkt. Kernelement der Hubaktivitäten bildet ein Elektrolyseur der WEMAG mit einer Leistung von 5 MW (mit einer Skalierungsperspektive) und die damit verbundenen Nutzungspfade für Wasserstoff und dessen Koppelprodukte (Sauerstoff & Wärme). Ziel ist es, den Elektrolyseur netzdienlich zu betreiben, die entstehenden Produkte wie Wasserstoff und Wärme zu vertreiben und gleichzeitig eine Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Ein Großteil des erzeugten Wasserstoffs aus der Elektrolyse wird im Nutzfahrzeugverkehr Anwendung finden. In Schwerin sind die Errichtung und der Betrieb einer Wasserstofftankstelle, dessen Belieferung

mit Wasserstoff mittels Trailer sowie die Beschaffung und der Betrieb von Nutzfahrzeugen geplant (Förderung über BMVI).

Hub Mecklenburg Vorpommern/Schwerin – Sektorkopplung mit H₂

Norddeutsches RealLabor



Abb. 12 Im Hub MV steht die Speicherung von Wasserstoff ebenso im Fokus wie dessen Nutzung in der Mobilität

Eine besondere Innovation in diesem Hub liegt in der Untersuchung der Nutzung eines Kavernenspeichers in Kraak zur Speicherung von Wasserstoff: Mit einem geometrischen Gesamtvolumen von derzeit 1,8 Mio. m³ weist die Kaverne eine bedeutende Speichergröße auf. Die hohe Bedeutung von Gas speichern geht über die Grenzen des norddeutschen Raumes hinaus, wie in der von den deutschen Fernleitungsnetzbetreibern kürzlich veröffentlichten Karte für ein visionäres Wasserstoffnetz deutlich wird. Während Dunkelflauten oder bei hoher Nachfrage nach Energie in diversen Sektoren kann Wasserstoff aus dem Speicher ausgepeist werden.

Neben der Untersuchung der Nutzung einer Gaskaverne als großskaligem Wasserstoffspeicher sollen im Rahmen des NRL erste Abschnitte eines Wasserstoffnetzes errichtet werden, um eine Wasserstoff-Infrastruktur bis zum Endverbraucher aufzubauen und diese sukzessive auch der Kaverne anzunähern. Die Potenziale für weitere Wasserstoff-Projekte entlang der entstehenden Wasserstoffleitung bis hin zur Versorgung Hamburgs über die MEHAL-Gasleitung sind schon heute erkennbar.

9. Der Fördermittelgeber: BMWi

Das NRL hat eine Laufzeit von fünf Jahren (04/2021-03/2026). Es ist Teil der Förderinitiative „Reallabore der Energiewende“ und wird mit rund 52 Millionen Euro durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Das Gesamtinvestitionsvolumen der beteiligten Partner beträgt rund 300 Millionen Euro. Weitere Förderungen anderer Bundesministerien (BMVi 27 Millionen Euro und BMU 15 Millionen Euro) werden erwartet.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das NDJ baut auf dem SINTEG-Projekt NEW 4.0 (12/2016-03/2021) auf. Dessen Demonstratoren, Infrastrukturen sowie die im Projekt erworbenen tiefen Systemverständnis von Region, Akteuren, Herausforderungen und Lösungen legen den Grundstein dafür, im Norddeutschen Reallabor die Dekarbonisierung aller Verbrauchssektoren voranzutreiben.

10. Ausblick: Potenzielle Erweiterung des Norddeutschen Reallabors



Die am NRL beteiligten Partner haben schon vor Projektstart in dreijähriger Vorarbeit einen leistungsstarken Verbund geschaffen, effiziente Strukturen aufgebaut und ein erhebliches Vorwissen erworben, das seit Projektbeginn sukzessive ausgebaut wird.

Vor diesem Hintergrund können neue Vorhaben, rasch in das Projekt integriert werden. Durch seinen gesamtsystemischen Ansatz versteht sich das NRL damit auch als „Dach“ für weitere Projekte, die das Norddeutsche Reallabor in seiner Breite und Leistungstärke sinnvoll erweitern.

Stand: 10. September 2021

Rückfragen an:

Dr. Sandra Meyer-Ghosh

Öffentlichkeitsarbeit NRL

SandraAnnika.Meyer@haw-hamburg.de