HYSTARTER
WASSERSTOFFREGIONEN IN DEUTSCHLAND

ERGEBNISBERICHT
HYSTARTER-REGIONEN IN DEUTSCHLAND 2019–2021

Gefördert durch:
Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Koordiniert durch:
NOW
NOW-GMBH.DE

Projektträger:
ptj
Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Vorwort 3

HYSTARTER REGIONEN 4
KielRegion 6
Region Lausitz 12
Region Marburg-Biedenkopf 18
Region Neustadt an der Waldnaab 24
Region Ostallgäu 30
Region Reutlingen 36
Region Rügen-Stralsund 42
Landkreis Schaumburg 48
Region Weimar 54

WASSERSTOFF: TECHNOLOGIEÜBERBLICK 61

POLITISCHE HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN 75

IMPRESSUM

Herausgeber
Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)
Invalidenstraße 44 | 10115 Berlin

Koordiniert durch
NOW GmbH
Fasanenstraße 5 | 10623 Berlin
www.now-gmbh.de

Redaktion
Nadine Hölzinger, Martin Hellwig, Jonas Koch | Spilett n/t GmbH
Anke Schmidt, Patrick Steiger | Nuts One GmbH
Dr. Frank Koch, Frederik Budschun | EE Energy Engineers GmbH
Dr. Hanno Butsch, David Siegler | BBH Consulting AG
Tim Röpcke, Laura Wienpahl | Reiner Lemoine Institut gGmbH

Gestaltung, Layout & Satz
Peppermint Werbung Berlin GmbH
Milastr. 2 | 10437 Berlin
www.peppermint.de

Illustrationen, Fotos und Grapiken
Titelbild und Illustrationen der
9 Wasserstoffregionen: © BMDV/Borgwardt

Druck
DRUCKZONE GmbH & Co. KG, Cottbus

Erscheinungsjahr
2022

HYSTARTER WASSERSTOFFREGIONEN IN DEUTSCHLAND
Gefördert durch: Bundesministerium für Digitales und Verkehr
Koordiniert durch: NOW NOW-GMBH.DE
Projektträger: ptj Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

© BMDV

Die Europäische Union und Deutschland haben sich ehrgeizige Ziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen gesetzt: Bis zum Jahr 2050 auf europäischer Ebene bzw. 2045 in Deutschland soll Klimaneutralität erreicht werden. Der Mobilität als einem der größten Emittenten von Treibhausgasen fällt dabei eine entscheidende Rolle zu. Das Klimaschutzgesetz fordert, die Treibhausgasemissionen im Verkehr bis zum Jahr 2030 auf 85 Millionen Tonnen CO_2 zu reduzieren. Hierfür brauchen wir eine neue, eine effiziente – und vor allem – emissionsfreie Mobilität, die in der Gesamtkette auf den Ausstoß von CO_2 verzichtet. Dieses Ziel können wir erreichen, indem wir Strom und alternative Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien in Verbindung mit elektrischen Antrieben in das Verkehrssystem integrieren.

Dem Einsatz der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Verkehr kommt dabei in Ergänzung zur batterieelektrischen Mobilität eine bedeutende Rolle zu. Wasserstoff ist nicht nur ein idealer Kraftstoff, um Fahrzeuge emissionsfrei anzutreiben. Er ist ein flexibler Energieträger, der das Potenzial hat, erneuerbare Energien in großem Umfang speicherbar und transportfähig zu machen. Diese Flexibilität brauchen wir, um eine konstante Versorgung aller Bereiche und Regionen Deutschlands mit erneuerbaren Energien sicherstellen zu können.

Gleich ob mit Batterie oder Brennstoffzelle, mit Strom oder Wasserstoff: Klimaschutz entsteht vor Ort. Denn der Druck auf Kommunen und Regionen zur Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz des Klimas oder zur Verbesserung der Luftqualität steigt. Hier setzen wir als Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) mit dem Programm HyLand und der Entwicklung der Wasserstofftechnologie aus den Regionen heraus an. Mit HyLand hat jede Region die Chance, Wasserstoffregion zu werden und von der Herstellung über die Verteilung des Wasserstoffs bis hin zu seiner Verwendung in verschiedenen Anwendungen seine Potenziale zu nutzen. Das BMDV unterstützt Regionen dabei, Akteursnetzwerke zu bilden (HyStarter), Pläne für gemeinschaftliches, nachhaltiges Wirtschaften mit erneuerbaren Energien in einer Region zu erarbeiten (HyExpert) und im letzten Schritt die Technologien in die Umsetzung zu bringen (HyPerformer). In den Regionen selbst bestehen häufig bereits erste Projekte, die wertvolle Erkenntnisse und Erfahrungen für den Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft bieten: Hier gilt es, diese Erkenntnisse in die Netzwerke zu übertragen. So kann jede Region einen Beitrag leisten, für die Akteure vor Ort und für die Anwendung der Wasserstofftechnologien bundesweit. Der vorliegende Bericht zeigt deutlich: HyLand ist ein Erfolg. Die abgeschlossenen HyStarter-Projekte zeigen die Synergien, die in den Regionen genutzt werden und die durch Vernetzungsaktivitäten zwischen den Akteuren im Bereich Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie entstehen. Diesen intensiven Austausch wollen wir weiterhin aktiv fördern, auch zwischen weiteren interessierten Regionen im gesamten Bundesgebiet.

Ich bin überzeugt, dass wir mit HyLand einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung emissionsfreier Mobilität leisten und ich freue mich, dass wir mit der im Frühjahr 2021 gestarteten zweiten Runde des HyLand-Programms diese Erfolgsgeschichte fortschreiben.

Dr. Klaus Bonhoff
Leiter der Grundsatzabteilung, Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)

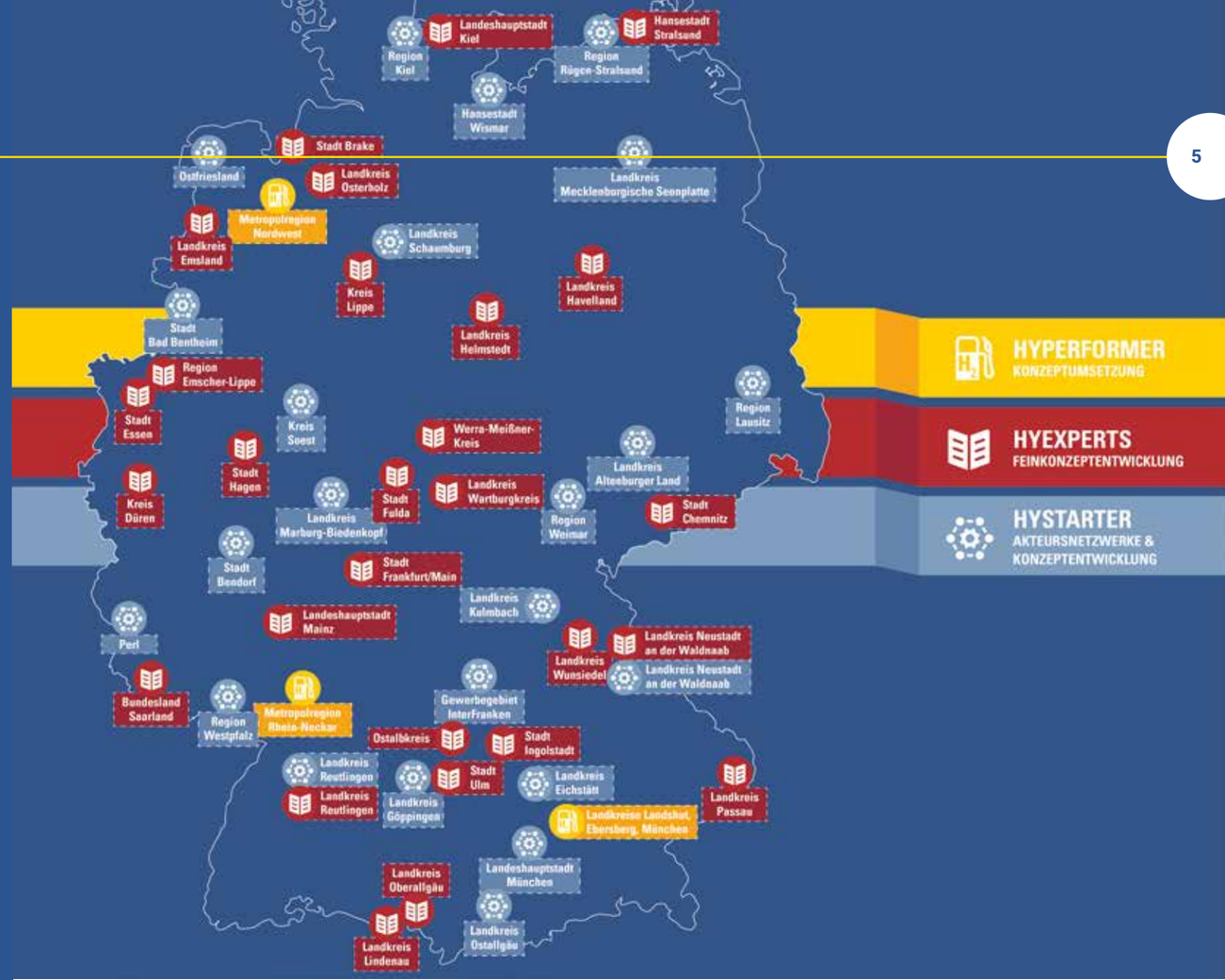
HYLAND
WASSERSTOFFREGIONEN IN DEUTSCHLAND

„HyLand – Wasserstoffregionen in Deutschland“ ist ein 2019 vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) ausgerufener Wettbewerb, der sich bereits in der zweiten Runde befindet. HyLand motiviert Akteure in allen Regionen Deutschlands, Konzepte mit Wasserstoffbezug zu initiieren, zu planen und umzusetzen. Ziel des Wettbewerbs ist es, die innovativsten und erfolgversprechendsten regionalen Konzepte zu identifizieren und zu fördern.

Aus über 200 Konzepteinreichungen aus ganz Deutschland wurden in der ersten Runde von HyLand (HyLand I) Konzepte in drei Kategorien mit unterschiedlichen Zielsetzungen und Förderschwerpunkten ausgewählt. Im Rahmen von HyLand II wurden im September 2021 30 weitere Kommunen und Regionen als HyStarter bzw. HyExperts ausgezeichnet. Als Teil des Netzwerks von HyLand werden die Regionen mit den entsprechenden Förderinstrumenten und Netzwerken bei der Erstellung von regional integrierten Konzepten zur Einführung von Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie im Verkehr unterstützt und begleitet.

Drei Kategorien, ein Ziel:

Deutschland zum Wasserstoffland machen



HyStarter Die Regionen werden jeweils ein Jahr lang fachlich und organisatorisch bei der Entwicklung eines regional zugeschnittenen Wasserstoffkonzepts und der Herausbildung eines Akteursnetzwerks beraten und unterstützt. Die regionalen Netzwerke aus Politik, kommunalen Betrieben, Industrie, Gewerbe und Gesellschaft entwickeln gemeinsam Konzeptideen und Projekte im Verkehr, aber auch in den Bereichen Wärme, Strom und Speicher. In HyLand I wurden 9 Regionen betreut, für HyLand II wurden im September 2021 15 weitere Regionen ausgewählt.

HyExperts HyExperts-Regionen sind bereits mit dem Thema Wasserstoff vertraut. Hier gab es schon vor der Teilnahme am HyLand-Wettbewerb Akteure, Netzwerke und erste Projektideen rund um das Thema Wasserstoff. In der ersten HyLand-Runde wurden 13 Regionen für die Förderung ausgewählt. Die HyLand-Förderung unterstützte die Gewinner-Regionen mit jeweils 300.000 Euro bei der Erstellung ihrer Ideen und Konzepte. Die Regionen konkretisieren und arbeiten ihre Projektideen soweit aus, dass eine praktische Umsetzung ermöglicht wird. Auch die HyExperts gehen mit HyLand II in die nächste Runde, diesmal sogar mit einer Fördersumme von 400.000 Euro pro Region. Im September 2021 wurden 15 weitere HyExperts ausgewählt.

HyPerformer In HyPerformer-Regionen haben sich bereits erste Wasserstoffnetzwerke, Infrastrukturen und Projekte etabliert. Die HyPerformer-Förderung richtet sich daher an regionale Projektkonsortien, die bereits über Feinkonzepte zum Einsatz von Wasserstofftechnologien verfügen und nun einen Rollout der Technologie anstreben. In HyLand I haben drei Regionen jeweils 20 Millionen Euro in Form von Investitionszuschüssen zur Umsetzung bereits bestehender regionaler Konzepte erhalten. Die Förderung dient dem Ausbau von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, Beschaffungsvorhaben wie auch der Schließung von Investitionslücken, die zur Umsetzung von innovativen Wasserstoffanwendungen notwendig sind. Das Projektvolumen der drei HyPerformer beträgt insgesamt 195 Millionen Euro.

REGION
KIELREGION

Kielregion
Landeshauptstadt Kiel, Kreis Rendsburg-Eckernförde, Kreis Plön

Initiator
KielRegion GmbH

Verantwortliche Betreuung der Region
BBH Consulting AG
www.bbh-beratung.de

AWR Abfall-Wirtschaft-Ressource
Hansewerk
Industrie- und Handelskammer Kiel
KielRegion
Kreis Plön
Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein
Stadt Kiel
Stadtwerke Kiel
Stadtwerke Plön
Port of Kiel

Die HyStarter-Region Kiel im Jahr 2020

© KielRegion

„Um für HyStarter Projektideen zu konkretisieren, haben wir die Situation analysiert, viele Interviews geführt und Workshops abgehalten. Mit dem Abschluss des HyStarter-Prozesses liegt nun eine regionale Wasserstoff-strategie vor“, sagt Henning Bergmann, KielRegion (April 2021)

Die KielRegion ist durch das Zusammenspiel urbaner und ländlicher Räume geprägt: Mit knapp einer Viertelmillion Einwohner*innen ist Kiel die größte Stadt Schleswig-Holsteins. Zudem beheimatet sie wichtige Universitäten bzw. Hochschulen und Forschungseinrichtungen, mit dem Port of Kiel einen Hafen von überregionaler Bedeutung sowie vielschichtige Unternehmen, die vornehmlich im Dienstleistungs- und Wissenschaftssektor angesiedelt sind. Die Kreise Rendsburg-Eckernförde und Plön sind stärker ländlich und durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägt. Herauszuheben sind unter anderem die Landwirtschaft und der Tourismus sowie der Nord-Ostsee-Kanal, der Schleswig-Holstein von Brunsbüttel bis zur Kieler Förde durchquert. Zudem ist die KielRegion ein wichtiges Einfallstor nach Skandinavien. Mit 645.000 Einwohnern umfasst die KielRegion nahezu ein Viertel der Gesamtbevölkerung Schleswig-Holsteins. Folglich nimmt sie im Energiewendeland Schleswig-Holstein eine wichtige Rolle ein. Stellvertretend für die gesamte Region hat die KielRegion GmbH den Antrag als HyStarter-Region gestellt.

Die Wasserstoffregion Kiel im Jahr 2040
Die erlebbare Wasserstoff-Vision – eine fiktive Geschichte

Solveig liegt auf dem Sonnendeck der Fähre nach Kiel und bewundert die weißen Dampfsäulen, die aus dem Schornstein neben ihr in den Himmel steigen. Die in Kiel einlaufenden Fähren fahren seit einigen Jahren nur noch mit Brennstoffzellenantrieben. Als Abgas entsteht dabei reiner Wasserdampf. Plötzlich ertönt das laute Horn der Fähre, um die Ankunft am Kieler Hafen zu verkünden, und reißt sie abrupt aus ihren Gedanken. Jetzt muss sie aber schnell von Bord.

Solveig hatte bisher nur durch die Erzählungen ihrer Eltern von Kiel gehört. Diese sind früher öfter über das Wochenende von Skandinavien nach Kiel gefahren. Der Gedanke an ihre erste kleine Reise, ganz allein, machte sie anfangs nervös. Da sie aber alle notwendigen Buchungen und Fahrten ganz einfach über das Online-Portal der Kiel-Region planen konnte, verschwand die Nervosität und wich der Vorfreude. Ganz besonders hat sie das Angebot erfreut, die gesamte Reise komplett CO_2-frei zu planen. Reisen mit Schiff, Bus und Bahn und dabei ein gutes Gewissen dank intelligenter Elektromobilität mit Batterie und Brennstoffzelle.

Im Hafen sitzt Klaus gerade mit seinem alten Schulfreund Henning vor dem Wartungshäuschen an der Wasserstoff-tankstelle. Die beiden beobachten, wie die Touristen von Bord der Fähre gehen. Bei diesem Anblick kommt ihnen der Gedanke, welch komische Wendungen das Leben doch nehmen kann. Wer hätte gedacht, dass Klaus als Hafentechniker und Henning als Bauer mal beruflich zusammenarbeiten würden? Doch seit Henning an dem genossenschaftlichen Unternehmen „NordischGold“ beteiligt ist, liefert er regelmäßig Wasserstoff aus regionaler Produktion zu Klaus’ Tankstelle im Hafen. Daher ist Klaus mittlerweile froh, dass er noch mal die Schulbank gedrückt und eine Weiterbildung für Wasserstofftechnologien gemacht hat. Die alten LKW mit Verbrennungsmotoren sind seit einigen Jahren nicht mehr erlaubt, und er hätte als Mitarbeiter für Wartung und Instandhaltung dumm dagestanden. So aber hat er seit Jahren wieder Kontakt zu seinem alten Freund Henning, und auch seine Frau freut sich, da er abends nicht mehr so nach Abgasen stinkt.
Als Solveig im Hostel ankommt, sieht sie viele junge Leute, die dort mit ihrem Handy sitzen, einen Film schauen oder in den Gemeinschaftsräumen leckeres Essen kochen. Auf ihrem Zimmer kommt ein Mädchen aus Spanien aus dem Badezimmer und fängt an, sich die Haare zu föhnen. Beim Auspacken ihrer Klamotten fragt sie sich, wie ihre ganze Reise CO_2-frei sein kann, wenn im Hostel so viel Strom verbraucht wird. Matz, der Student am Empfang, erklärt ihr, dass seit einigen Jahren das Küstenkraftwerk mit erneuerbaren Gasen betrieben wird.

Am nächsten Morgen besucht Solveig einen der Seen in der Umgebung Kiels. Als sie in den Bus steigt, kann sie an der Seite die Aufschrift „Ich fahre mit NordischGold“ lesen. Am Hafen ist ihr auf dem Weg zur Fahrradstation ein Tanklaster mit derselben Aufschrift aufgefallen. Sie fragt den Busfahrer, was es damit auf sich hat, und er erklärt ihr, dass dieser Bus mit Brennstoffzellen betrieben wird. Seit einigen Jahren betreiben Bauern aus der Umgebung gemeinsam mit einigen Bürgern und den Kommunen ein Unternehmen, in dem mit Wind- und Sonnenstrom Wasserstoff hergestellt wird. Den Wasserstoff verkauft das Unternehmen an die lokalen Busbetreiber, den Hafen oder auch an öffentliche Wasserstofftankstellen in der Region. Sie nennen ihn NordischGold.

Als Solveig aus dem Bus steigt, zieht sie los und spaziert um den See. Direkt am Ufer steht eine Bank, auf der Solveig erst mal eine Pause macht und die Aussicht und Natur genießt. In der Ferne sieht sie einige Windräder stehen. Dies müssen die Windräder sein, an denen auch der Wasserstoff hergestellt wird. Bei dem Anblick erinnert sie sich an ihren Geschichtsunterricht und daran, dass die Energiewende in Deutschland in den 2020er-Jahren auf der Kippe stand. Unter anderem bestand wohl ein Problem darin, dass der Ausbau der Windenergie stark ins Stocken geriet. Was ist wohl passiert, dass es am Ende doch noch funktioniert hat?

Nach einem herrlichen Aufenthalt am See wandert sie zurück in die kleine Stadt. Dort hat sie sich am Mobi-Hub ein Brennstoffzellenauto reserviert. Gerade in das Auto eingestiegen, fragt sich Solveig, wie sie jetzt den Weg zu den Windrädern finden soll, doch mit einem Blick in den Rückspiegel kann sie sie bereits am Horizont erkennen. Bei den Windanlagen angekommen, erkennt Solveig den gleichen Tanklaster mit der Aufschrift „NordischGold“, den sie auch gestern im Hafen gesehen hat. Ein Mann hantiert gerade daran herum, und Solveig beschließt, ihn einfach anzusprechen. Der Mann stellt sich als Henning vor. Auf Solveigs Frage, wieso es in den 2020er-Jahren mit der Energiewende am Ende doch noch funktioniert hat, erklärt Henning, dass die Menschen in der Region den Mehrwert für sich entdeckt haben. Durch NordischGold können die Menschen in der Region direkt an den Vorteilen der erneuerbaren Energien teilhaben. Zum einen verdienen sie etwas Geld und zum anderen stehen die Windräder nicht nur für den Rest des Landes bei ihnen herum, sondern sie alle können auch ganz konkret ihre Autos, Busse und Schiffe damit betreiben.

Auch für Henning hat die Wasserstofferzeugung Veränderungen mit sich gebracht. Sein Land verpachtet er für Windräder, und den Strom aus den PV-Anlagen auf seinen Ställen verkauft er zum Teil an NordischGold. Als Anteilseigner an NordischGold muss er dann und wann die Auslieferung des Wasserstoffs übernehmen. Er freut sich immer auf seine Tour, da er auf diese Weise seinen alten Freund Klaus am Kieler Hafen wieder treffen kann.
Das Konzept von NordischGold ist so spannend, dass Solveig beim Schnacken mit Henning komplett die Zeit vergessen hat. Jetzt muss Solveig aber dringend los. Sie ist heute Abend mit ein paar anderen Reisenden aus dem Hostel zum Essen verabredet und muss vorher noch packen. Morgen früh geht die Fähre zurück. Wie kurz so ein Wochenende sein kann. Aber sie will sicher noch einmal wiederkommen.

Die Transformationsphase in der KielRegion

Um die Wasserstoff-Vision zu erreichen, bedarf es einer zeitlich gestaffelten Roadmap, die die einzelnen Arbeitsphasen zusammenfasst und in einen Zusammenhang bringt. Dabei zeigt sich, dass die Integration von Wasserstoff ein sukzessiver Prozess ist, der nicht von heute auf morgen erfolgt.

Roadmap 2030

Wasserstoff-Roadmap ©KielRegion GmbH / Inhaltliche Ausarbeitung: BBH Consulting AG

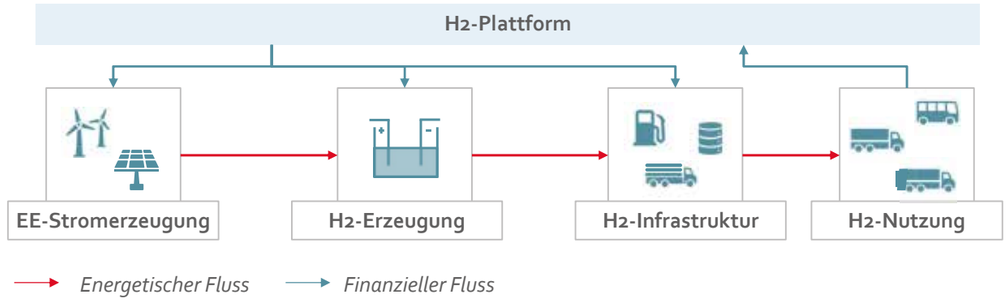
Die serienhafte Umsetzung von Projekten in Phase III ist dabei Ende der 20er-Jahre zu erwarten. Die noch fehlende Marktreife einzelner Technologien, der teils mangelnde regulatorische Rahmen sowie die Dauer von Konzeptionierungs- und Realisierungsphasen führen dazu, dass die große „Realisierungswelle" erst in mehreren Jahren starten wird. Die Phasen I und II umfassen vorbereitende Maßnahmen sowie erste Demonstrationsprojekte.

Fokus: Handelsplattform Wasserstoff

Derzeit können die Akteure in der KielRegion – aber auch in anderen Regionen – nicht auf bestehende Angebots- und Nachfragestrukturen für Wasserstoff zurückgreifen. Deshalb müssen sie entweder ihr eigenes Angebot oder ihre eigene Nachfrage schaffen oder sich mit Unternehmen der vor- oder nachgelagerten Wertschöpfungsstufen zusammenschließen. Letzterer Weg wird in der KielRegion, aber auch vielen weiteren Regionen derzeit oft in sogenannten „Verbundprojekten" verfolgt. Um kurzfristig einen Nukleus in der Region zu schaffen, ist dieser Weg in Bezug auf Aufwand, Geschwindigkeit und Kosten richtig. Mittelfristig sollte in der KielRegion jedoch ein eigener Wasserstoffmarkt etabliert werden, der Angebot und Nachfrage der Akteur*innen bedarfsgerecht zusammenführt. Das Entstehen eines liquiden nationalen Marktes für grünen (oder CO_2-armen) Wasserstoff wird vermutlich noch viele Jahre in Anspruch nehmen.

Aus diesem Grund wurden im HyStarter-Projekt erste Überlegungen zu einem mittelfristigen Marktansatz für die KielRegion angestellt. Ziel einer derartigen Plattform ist es, den Akteuren auf den jeweiligen Wertschöpfungsstufen Sicherheiten hinsichtlich der Verfügbarkeit und Abnahme ihrer Strom- und Wasserstoffmengen sowie der Preise zu geben.

H_2-Plattform



H_2-Plattform KielRegion ©KielRegion GmbH / Inhaltliche Ausarbeitung: BBH Consulting AG

Das schematisch dargestellte Plattformkonzept entkoppelt energetische von finanziellen Flüssen. Veranlasst beispielsweise ein Elektrolysebetreiber einen Wasserstofftransport zu einer Tankstelle, erhält er eine entsprechende Vergütung vom Betreiber der Plattform. Dabei garantiert der Plattformbetreiber sowohl dem Wasserstofferzeuger als auch dem Tankstellenbetreiber feste Verkaufs- bzw. Einkaufspreise, sodass sie Investitionssicherheit für ihre Infrastruktur haben. Wie in den Ergebnissen des Verbundprojektes dargestellt, kann es ansonsten zu unterschiedlichen Wasserstoffpreisen an den jeweiligen Tankstellen kommen. Im schlimmsten Fall führt das zu einer räumlichen Verschiebung der Nachfrage, da die Nutzer dort tanken, wo der Wasserstoff am günstigsten ist. Dies würde die Infrastrukturen gegenseitig kannibalisieren. Eine H_2-Plattform würde diesen Konflikt lösen und einheitliche Preise in der gesamten Region garantieren.

Gleichzeitig garantiert der Plattformbetreiber dem Elektrolysebetreiber Abnahmemengen und den Nutzer*innen verfügbare Wasserstoffmengen. Flottenbetreiber, die Brennstoffzellenfahrzeuge anschaffen möchten, müssten sich somit keine Gedanken um die Energieversorgung mit Wasserstoff machen. Um Angebot und Nachfrage im zeitlichen Verlauf synchronisieren zu können, müssten sowohl Erzeuger als auch Nachfrager ihre Wasserstoffmengen im Vorhinein anmelden. Bei eventuellen Unterdeckungen sowie für den Fall von Produktionsausfällen muss der Plattformbetreiber Backup-Lieferverträge vereinbaren. In Summe würde eine derartige Plattform Preis- und Mengenrisiken für die Anwender*innen übernehmen. Zudem müssen die Akteur*innen keine bilateralen Verträge miteinander abschließen – einziger Vertragspartner wird die Plattform. Hierdurch sinken neben den Risiken und Kosten auch administrative Aufwände, wodurch Eintrittsbarrieren gesenkt werden.

Sollte die Entscheidung getroffen werden – zum Beispiel um die Versorgungssicherheit zu erhöhen –, auch Elektrolyseure an Standorten mit höheren Wasserstoffpreisen zu errichten, könnten den Verbraucher*innen über die H_2-Plattform einheitliche Mischpreise geboten werden. Eine Benachteiligung einzelner Verbraucher*innen könnte so vermieden werden.

Voraussichtlich würden beim Plattformbetreiber in der Anfangszeit negative Margen anfallen. Inwiefern diese perspektivisch verringert bzw. umgekehrt werden können oder ob der Plattformbetrieb durch weitere Dienstleistungen rentabel gestaltet werden könnte, wird in nachfolgenden Projekten der KielRegion untersucht und bewertet werden.

REGION
LAUSITZ

Region Lausitz
Landkreise Dahme-Spreewald, Elbe-Elster, Oberspreewald-Lausitz, Spree-Neiße, Bautzen, Görlitz und kreisfreie Stadt Cottbus

Initiatoren
IHK Cottbus und Wirtschaftsregion Lausitz
durchatmen.org

Verantwortliche Betreuung der Region
Spilett new technologies GmbH
www.spilett.com

ALBA Group
BTU Cottbus-Senftenberg
Cottbusverkehr GmbH
CEBra – Centrum für Energietechnologie Brandenburg e.V.
DSK Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbh
Energiequelle GmbH
Industrie- und Handelskammer Cottbus
Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU)
Lausitz Energie Bergbau AG (LEAG)
Lausitzrunde (Verbund aller Bürgermeister in der Lausitz)
Landkreis Elbe-Elster, Klimaschutzmanagement
LWG Lausitzer Wasser GmbH & Co KG
Siemens Energy AG
Stadt- und Überlandwerke GmbH Lübben
Stadtwerke Görlitz AG
Wasserstoffnetzwerk Lausitz DurcH2atmen
Wirtschaftsförderung Brandenburg GmbH (WFBB)
Wirtschaftsregion Lausitz (WRL)
Wirtschaftsverkehrsnetzwerk Lausitz

© IHK Cottbus

„Wasserstoff wird in erster Linie Perspektiven für die sichere Versorgung der Region mit Strom, Wärme und Kraftstoffen aus klimaneutralen Quellen und Prozessen schaffen und die vorhandene Wirtschaftskraft stärken“,
sagt Jens Krause, Generalmanager IHK Cottbus (September 2021)

© IHK Cottbus

„Die Lausitz möchte Energieregion bleiben. Um das zu schaffen, müssen wir unsere Lausitzer Ressourcen technologieoffen erschließen und nutzen. Das bedeutet, dass wir neben Elektrolyse und Brennstoffzelle auch die Produktion von Wasserstoff aus organischen Reststoffen und die Nutzung in H_2-Gasmotoren betrachten werden“, so Mario Lehmann vom Wasserstoffnetzwerk Lausitz – DurcH2atmen (September 2021)

Die HyStarter-Region Lausitz im Jahr 2020

Die Lausitz ist eine im Osten Deutschlands gelegene, die beiden Bundesländer Brandenburg und Sachsen umfassende Region mit insgesamt ca. 1,2 Mio. Einwohnern. Die aus der Braunkohlewirtschaft im Lausitzer Revier resultierenden Bruttowertschöpfungseffekte belaufen sich auf ~1.221 Mio. EUR jährlich bzw. 4,3 % der gesamten Bruttowertschöpfung in der Region.

Der Ausstieg aus dem Kohletagebau und der Kohleverstromung bedeutet für die Lausitz nicht nur einen massiven Rückgang von Wirtschaftskraft und gut bezahlten Arbeitsplätzen in der Region, sondern erfordert gleichzeitig den Ersatzneubau von Infrastrukturen zur Sicherstellung der regionalen Strom- und Wärmeversorgung sowie der Abfallentsorgung. Konkret bedeutet dies: Die durch die Kraftwerksblöcke der LEAG jährlich regional und überregional bereitgestellten 41 TWh Strom sowie 3 TWh Fernwärme sind zuverlässig und zu bezahlbaren Preisen klimaneutral und im Idealfall weitestgehend aus regionalen Ressourcen zu ersetzen. Hinzu kommt eine aufgrund der klimapolitischen Ziele notwendige Dekarbonisierung heutiger Wärmeerzeugungspfade aus Erdgas, die sich in der Wirtschaftsregion Lausitz im Jahr 2018 auf etwa 5,3 TWh summierten. Ebenso müssen nach Stilllegung der Kohlekraftwerke Abfälle aus der Region anderweitig verwertet und/oder entsorgt werden, da Kohlekraftwerke als sogenannte Mitverbrennungsanlagen für Abfälle genutzt werden.

Zur Quantifizierung der Wasserstoffpotentiale in der Lausitz wurde im März 2020 eine Studie durch das Fraunhofer-Institut IWU (Zittau) und das Centrum für Energietechnologie Brandenburg CEBra e. V. (Cottbus) veröffentlicht. Die Studie beinhaltet eine Potentialanalyse zur elektrolytischen Wasserstofferzeugung in der Lausitz, kommt jedoch zu dem Schluss, dass sich der „zukünftige Bedarf an Wasserstoff in der Lausitz nicht allein mittels Elektrolyse und Strom aus erneuerbaren Energien decken lassen wird. Hierfür sind weitere Maßnahmen erforderlich, wie etwa der Import von Wasserstoff in die Wirtschaftsregion Lausitz (WRL) oder die Nutzung von Erdgas zur Erzeugung von CO_2-neutralem Wasserstoff“.

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

Die Wasserstoffregion Lausitz im Jahr 2035

Im Jahr 2035 ist die Transformation der Energieregion Lausitz zur Wasserstoffregion Lausitz weit vorangeschritten. Die verkehrsträgerübergreifende Betankung auf Straße und Schiene mit Wasserstoff ist in der gesamten Lausitz möglich, und innovative Betankungsinfrastrukturen werden durch viele regionale und überregional ansässige Unternehmen betrieben. Ein zentraler Akteur ist die gemeinsame Wasserstoff-Vertriebsgesellschaft „Ko.H2.LE – Kooperation Wasserstoff im Lausitzer Energieland“, welche die gesamte Wertschöpfungskette in der Lausitz abdeckt und an der viele regionale Akteure auf Angebots- und Nachfrageseite beteiligt sind.

Die Integration der Wasserelektrolyse in das länderübergreifende Niedrigwasser- und Wassermanagementkonzept der Lausitz sowie das Grundwassermanagement war die Basis für die Entwicklung einer übergeordneten Strategie zum Ausbau der Elektrolysekapazitäten in der Lausitz, in der Ausbaupfade für die Wasserelektrolyse in der Lausitz definiert und verortet wurden. Die rechtzeitige Integration der Elektrolysebetreiber in die gemeinsame Strategie hat sichergestellt, dass Wildwuchs vermieden und die vorhandenen Kapazitäten (Wasser, Landfläche, erneuerbare Energien) nachhaltig genutzt wurden. Die Nutzung von Biogas zur plasmalytischen Produktion bzw. Reformierung von Wasserstoff war der erste Schritt der Lausitzer Wasserstoffproduktion im Rahmen der Kreislaufschließung. Im Jahr 2035 sind die Kreislaufwirtschaft und die Wasserstoffwirtschaft in der Lausitz eng verbunden, und Importe von Wasserstoff konnten durch die Nutzung von organischen Reststoffen minimiert werden.

Der Strukturwandel konnte genutzt werden, um nachhaltige Mobilitätskonzepte in der Lausitz zu realisieren, die eine flexible und emissionsfreie Personen- und Gütermobilität ermöglichen. In der gesamten Lausitz sind Wasserstoffbusse zu einem beliebten Verkehrsmittel geworden und haben zu einem signifikanten Rückgang der Nutzung des eigenen Pkw geführt. Der Zuzug von Unternehmen und Fachkräften in die Region erforderte die Erschließung neuer Gewerbe- und Produktionsstandorte sowie Wohngebiete. Die Energieversorgung eines Großteils dieser neuen Standorte erfolgt mit Wasserstoff – entweder über einen Anschluss wasserstoffbetriebener Blockheizkraftwerke an regionale Strom- und Wärmenetze oder aber direkt mit eigenen Brennstoffzellensystemen am Standort bzw. im Gebäude. Einige erste Pilotvorhaben von komplett energieautarken Standorten konnten realisiert werden und sind ein beliebtes Exkursionsziel für Besucher aus aller Welt.

Ein großer Standortvorteil bei der Etablierung der Wasserstoffregion Lausitz waren die regional ansässigen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die international ein hohes Ansehen genießen und globale Marktführer für innovative Produkte und Verfahren der Wasserstoffwirtschaft sind. Sie haben die Transformationsprozesse vor Ort eng begleitet und unterstützt. Von der frühzeitigen Platzierung der Lausitz als Reallabor konnten alle Seiten profitieren: Die forschenden und entwickelnden Unternehmen hatten die zukünftigen Anwender und Nutzer vor der Haustür und konnten so unmittelbare Rückmeldungen zur Eignung ihrer Technologien, Anlagen und Prozesse im Alltagsbetrieb sowie Optimierungsvorschläge zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und Akzeptanz durch die Nutzer erhalten. Nicht zuletzt diesem Handlungsansatz der engen Kooperation zwischen forschenden, entwickelnden, genehmigenden und nutzenden Akteuren ist zu verdanken, dass die Wasserstofftechnologie in der Lausitz im Jahr 2035 ein hohes Ansehen und eine umfassende Akzeptanz genießt.

Die Transformationsphase in der Region Lausitz

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

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

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

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

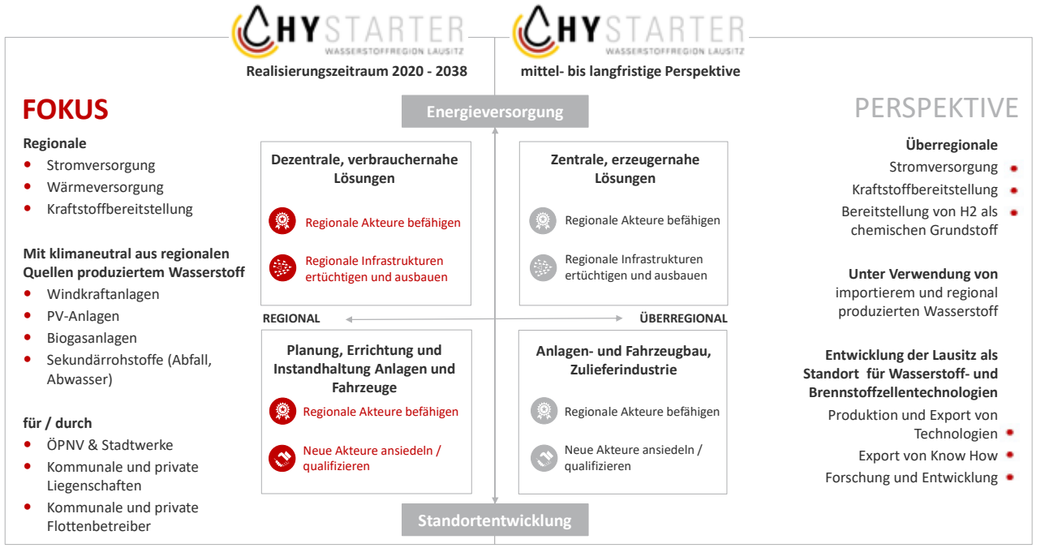
Der strategische Handlungsansatz der Wasserstoffregion Lausitz unterteilt sich in vier zeitlich, örtlich und thematisch differenzierte Strategiebereiche. Der Zeitraum des Strukturwandels in der Lausitz bis 2038 bildet dabei die im HyStarter-Projekt fokussierte kurz- bis mittelfristige Perspektive. Um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

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

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

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

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



Strategischer Handlungsansatz der HyStarter – Wasserstoffregion Lausitz (© BMDV/Spilett)

Fokus: Ko.H2.LE – die gemeinsame Projektentwicklungs- und Vertriebsgesellschaft der Wasserstoffregion Lausitz (Kooperation H_2 im Lausitzer Energieland)

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

Das Ziel einer gemeinsamen H_2-Vertriebsgesellschaft ist es daher, die Markt- und Beschaffungskosten sowie Risiken für den Einzelnen zu reduzieren und den Markthochlauf der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien in der Lausitz zu beschleunigen: Die eher kleinteiligen und dezentral organisierten Strukturen in der Lausitz profitieren durch Skaleneffekte bei Beschaffung und Betrieb gemeinsamer Speicher-, Transport- und Verteilinfrastrukturen und können ihre individuellen Aufwände und Kosten zur Organisation der Transaktion minimieren. Insbesondere für Akteure, die Wasserstoff nicht als Hauptbetätigungsfeld haben, werden somit die Hürden für die zeitnahe Teilnahme an der Wasserstoffwirtschaft gesenkt.

Durch eine gemeinsame H_2-Vertriebsgesellschaft wird auch vermieden, dass eine Vielzahl unterschiedlichster Technologielösungen für die Speicherung und den Transport des Wasserstoffs aufgebaut werden, die weder miteinander kompatibel sind noch im Fall von Systemausfällen an einzelnen Standorten oder Anlagen als gegenseitiges Backup fungieren können und die Nutzung des Wasserstoffs unnötig verkomplizieren und verteuern.

REGION **MARBURG-BIEDENKOPF**

Initiatoren
Landkreis Marburg-Biedenkopf, Universitätsstadt Marburg,
Stadtwerke Marburg GmbH

Verantwortliche Betreuung der Region
Spilett new technologies GmbH
www.spilett.com

Bundesverband Windenergie
Chemikum Marburg e.V.
Elkamet Kunststofftechnik GmbH
Fraunhofer IEE
Gemeinde Dauphetal
IHK Kassel-Marburg
Kautetzky Internationale Spedition GmbH & Co. KG
Knies + Lagotka GmbH & Co. Mineralölvertriebs KG
Kreishandwerkerschaft Marburg
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Landkreis Marburg-Biedenkopf

LEA – LandesEnergieAgentur Hessen
Marburger Entsorgungs-GmbH
Messer Industriegase GmbH
Pharmaserv GmbH
RITTAL GmbH & Co. KG
RMV – Rhein-Main-Verkehrsverbund
Stadtwerke Marburg GmbH
THM – Technische Hochschule Mittelhessen
Universitätsklinikum Marburg-Gießen
Universitätsstadt Marburg
Viessmann Climate Solutions SE

„Aufbauend auf der Initiative von HyStarter wird der Landkreis auch nach Abschluss des Projektes eine regionale heimische Wasserstoffwirtschaft als Impulsgeber, Moderator und Partner aufbauen und weiter voranbringen. Darin sehen wir sinnvolle Beiträge zum Gelingen einer nachhaltigen Energiewende und zur Zukunftsfähigkeit unserer Region“, sagt Landräting Kirsten Fründt, Landkreis Marburg-Biedenkopf (September 2021)

„Klimaneutralität ist nicht ein mögliches Vorhaben, sondern unverzichtbare Aufgabe. Mit diesem Projekt haben wir einen wichtigen, modellhaften, aber auch nur ersten Schritt auf dem Weg zur Klimaneutralität geschafft. Mit zahlreichen weiteren Projekten gehen wir den Weg, Wasserstoff als wichtigen Energieträger in der Region auszubauen und einzusetzen, entschlossen weiter auf dem Weg zu einem klimaneutralen Marburg 2030“, sagt Dr. Thomas Spies, Oberbürgermeister Universitätsstadt Marburg (September 2021)

Die HyStarter-Region Marburg-Biedenkopf im Jahr 2020

Der Landkreis Marburg-Biedenkopf liegt im Nordwesten des Regierungsbezirks Gießen in Mittelhessen. Zentrum des Landkreises ist die Universitätsstadt Marburg, weitere wichtige Städte sind die Mittelzentren Biedenkopf und Gladenbach sowie Kirchhain und Stadtallendorf.

Der Landkreis Marburg-Biedenkopf ist stark geprägt von landwirtschaftlichen Flächen (40 %) und Waldflächen (40 %). Viele Landwirte betreiben Biogasanlagen und sind sehr an deren Weiternutzung nach dem EEG-Zeitraum interessiert. Daneben zeichnet sich die Region durch eine hohe Industriedichte mit einer großen Anzahl an Unternehmen aus der Automobilzulieferbranche aus. Viele dieser Firmen befinden sich in einem Technologie- und Produkttransformationsprozess, in dem sich die Nutzung der neuen Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik unter Umständen positiv auswirken kann. Zudem kann die enge Verbundenheit mit dem Ballungsraum Rhein-Main insbesondere in den Bereichen Mobilität und Energie im Stadt-Umlandsystem große Entwicklungspotenziale eröffnen.

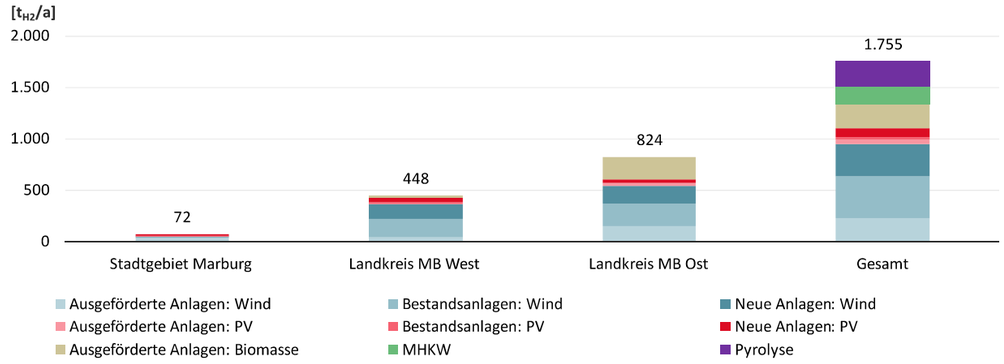
Mit dem „Masterplan 100 % Klimaschutz“ hat sich der Landkreis Marburg-Biedenkopf das Ziel gesetzt, bis 2040 unabhängig von konventionellen Brennstoffen zu werden. Zusätzlich sollen bis zum Jahr 2050 bis zu 95 % der Treibhausgase und 50 % der Energie eingespart werden. Die Ziele sollen durch eine Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparung, die Förderung eines nachhaltigen Lebensstils und Wirtschaftens im Rahmen von Suffizienz- und Konsistenzstrategien, die Nutzung erneuerbarer Energien sowie den Aufbau von nachhaltigen regionalen Stoffkreisläufen erreicht werden.

Die Universitätsstadt Marburg hat 2019 den Klimanotstand ausgerufen und verfolgt mit ihrem „Klima-Aktionsplan 2030“ das Ziel, bis 2030 klimaneutral zu werden. Im Aktionsplan werden die Bereiche Verwaltung, Verkehr, Gebäude, Bildung und Öffentlichkeitsarbeit adressiert, und der Strategieansatz Suffizienz – Effizienz – Konsistenz verfolgt.

Die bestehenden Kooperationsstrukturen in der Region, mit den Fachnetzwerken der Stadtwerke, dem Wirtschaftsnetzwerk, dem Klimaschutzbeirat und dem Netzwerk der hessischen Klimakommunen, bieten eine gute Grundlage für eine breite Informationskampagne zum Wissenserwerb und zur Wissensvermittlung in den Bereichen Klima und Klimaschutz und der Nutzung von Synergien für eine zeitnahe und nachhaltige Implementierung von klimafreundlichen Technologien in der Region.

Die Wasserstoffregion Marburg-Biedenkopf im Jahr 2030

Die Wasserstoffregion Marburg-Biedenkopf im Jahr 2030 steht unter dem Motto „Global denken, regional wirtschaften, lokal handeln“. Typisch für die Region sind die lokale Erzeugung von grünem Wasserstoff, die lokale Nutzung des Wasserstoffes in der Industrie, zur Versorgung der Bioenergiedörfer sowie der örtlichen Tankstellen. Die im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge im Jahr 2021 identifizierten Wasserstoffpotentiale der Region in Höhe von 1.755 t/ Jahr konnten zu einem relevanten Anteil erschlossen werden.



Wasserstofferzeugungspotenziale im Landkreis Marburg-Biedenkopf für das Jahr 2030 (© BMDV/BBHC)

Die Produktion von grünem Strom bzw. grünen Gasen ist in den Jahren seit 2021 gestiegen. Neue PV-, Windenergie- und Biogasanlagen wurden gebaut und alte Anlagen werden seit Ende der EEG-Förderung mit positiven Margen durch den Verkauf von Wasserstoff profitabel weiter betrieben. Die Elektrolyseanlagen stehen an den Erzeugungsanlagen, so dass der grüne Strom ohne große Transportverluste und effizient genutzt werden kann. Die Mengen, die nicht ins Stromnetz eingespeist oder zur Versorgung der Bioenergiedörfer genutzt werden, dienen zur Herstellung von grünem Wasserstoff. Dieser wird bedarfsweise vor Ort gespeichert und zeitlich versetzt energetisch genutzt.

Die erste Wasserstofftankstelle wurde errichtet und ist in Betrieb, Wasserstofferzeuger und Wasserstoffabnehmer haben den Transport und die Verteilung des Wasserstoffes mittels Trailer organisiert. Erste Geschäftsmodelle sind entwickelt und versprechen erste kleine Gewinnmargen.

Die Akzeptanz der Bevölkerung für weitere Windparks und Solarstromanlagen ist gestiegen, seit deutlich wurde, dass mit der Nutzung des damit produzierten grünen Wasserstoffes die regionalen Treibhausgasemissionen gesenkt werden können und die Wertschöpfung der heimischen Industrie gesteigert wird. Eine Voraussetzung für das nächste Etappenziel, die Etablierung der Region als Wasserstoffexporteur. Der Bau einer Wasserstoff-Pipeline wird evaluiert, um die aus der steigenden Nachfrage aus der Region nach Wasserstoff resultierende hohe Anzahl an Trailern zu verringern.

Die Bildungsoffensive des Chemikums und weiterer Marburger Akteure war erfolgreich. Nachdem im Projekt HyStarter erste Aktivitäten gestartet sind, wurden Bildungsangebote für alle Altersstufen entwickelt und erfreuen sich überregionaler Beliebtheit. Die ersten Jahrgänge, die mit dem im Jahr 2021 veröffentlichten Pixiebuch zur Wasserstoffwirtschaft groß geworden sind, wurden zum Herbstsemester 2030 in den Bachelorstudiengängen Wasserstoff an den hessischen Universitäten begrüßt.

Die Transformationsphase in der Region Marburg-Biedenkopf

Unter dem Leitbild „Den Boden bereiten" haben die Akteure der Region Marburg-Biedenkopf einen Handlungsansatz entwickelt, der die Ziele in diesem Projekt in Zusammenhang mit entsprechenden Themenfeldern und einer chronologischen Abfolge bringt.

Die einzelnen Bereiche sind untereinander thematisch vernetzt und in aufeinander aufbauende Phasen unterteilt:

- Phase 1: Ansätze in diesem Bereich sollen ein Bewusstsein für die Notwendigkeit der Transformation im Energie- und Verkehrssektor schaffen.
- Phase 2: Durch Vermittlung von Wissen und sachlichen Informationen soll die Akzeptanz für die neue Technologie gesichert werden.
- Phase 3: Die Auswertung von Demonstrationsanlagen bringt wertvolle Daten und Erfahrungen.
- Phase 4: Die neue Technologie ist im Alltag angekommen, wird angenommen und ist akzeptiert.

Als erste Schritte zur Erschließung der vier Themenfelder im Anschluss an HyStarter sind die folgenden Aktivitäten für den Zeitraum 2021–2023 definiert.

Themenfeld 1: Wasserstoff im Energiesystem

Zur Steigerung der regionalen Wasserstoffproduktion prüfen die Stadtwerke Marburg, inwieweit durch Klärschlämme des lokalen Klärwerkes mittels Pyrolyse bzw. Hydrolyse Wasserstoff produziert werden kann. Damit würden die Transporte zur Entsorgung nach Frankfurt/Main entfallen und die Wertschöpfung in der Region bleiben.

Themenfeld 2: Wasserstoff im Schwerlastverkehr

Die aus den HyStarter-Strategiedialogen entstandene Arbeitsgruppe „H2-Tankstellen" wird die Planung, Genehmigung und Errichtung der ersten Wasserstofftankstelle für die Betankung von Schwerlastverkehren zeitnah vorantreiben. Für den ÖPNV im Kreis Marburg-Biedenkopf sollte eine Machbarkeitsstudie aufzeigen, welche Optionen es zur Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben zur Emissionsreduzierung der Regionalverehre gibt und welche Rolle brennstoffzellenbetriebene Busse dabei spielen können.

Themenfeld 3: Wasserstofftechnologien von regionalen Unternehmen

Die in der Region ansässigen Industrieunternehmen, insbesondere die Automobilzulieferer, werden auf mögliche Transformationsoptionen innerhalb ihres Produktportfolios und ihrer Produktionsprozesse angesprochen. Bei diesen Gesprächen ist geplant, auch die unternehmenseigene Energieversorgung und die optionale Umstellung auf Wasserstoff und Brennstoffzelle anzusprechen.

Themenfeld 4: Wasserstoff in Bildung und Wissenschaft

Mit dem Chemikum Marburg und den Fachbereichen Chemie und Physik der Universität Marburg sollen regionale und ortsnahe Kristallisationspunkte für die Wissensvermittlung und den Wissenstransfer in den Themenbereichen „Wasserstoff" und „Brennstoffzellentechnologie" genutzt werden. Hier werden die aktuellen Bildungsangebote in diesen Bereichen um neue Formate und Inhalte für Lernende aller Altersstufen ergänzt, um die Aktivitäten rund um die Wasserstoffwirtschaft in der Region sowie die technischen und strategischen Hintergründe zu erläutern. Hierbei spielt der Aufbau einer "Bildungsmatrix" als aufeinander aufbauende und kombinierbare Bildungsangebote eine besondere Rolle. Diese Matrix enthält Formate für möglichst anschauliche Erklärungen, Experimentiermaterial und -technik für anwendungsorientierte Bezüge. Dabei kommt dem systemischen Ansatz, d.h. dem Denken über die Systeme „Produktion" und „Anwendung" hinaus, eine besondere Bedeutung zu. Neben dem Lehrpersonal in schulischen Einrichtungen sollen auch betriebliche Einrichtungen, z. B. Unternehmen der Automobilzulieferindustrie oder zukünftige Installateur-, Logistik- und Tankstellenunternehmen befähigt werden, Fachkräfte für Wasserstofffahrzeuge, Brennstoffzellenheizungen, Blockheizkraftwerke und Tankstellenpersonal auszubilden und zu qualifizieren.

Fokus: Regionale Medienarbeit und Kommunikation zum Thema „Wasserstoff"

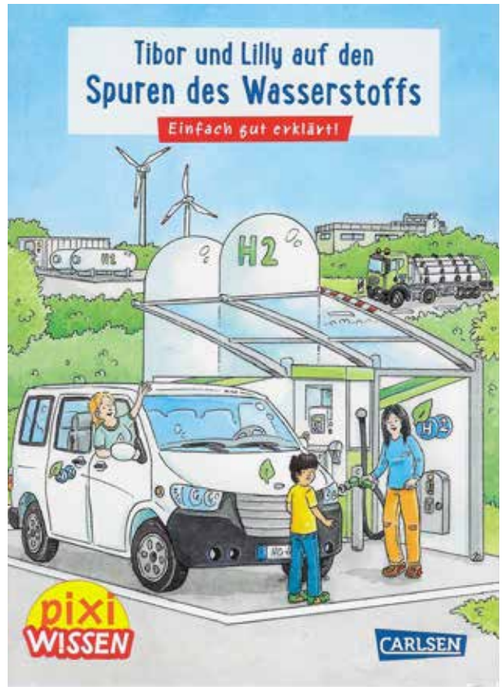
Für eine fokussierte und auf die Bedürfnisse einer Region abgestimmte Öffentlichkeitsarbeit wurden die Abteilungen für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des Landkreises Marburg-Biedenkopf, der Universitätsstadt Marburg und der Stadtwerke Marburg bei ihrem Ziel, diese projekt- und prozessbegleitende Kommunikation zu koordinieren und weiterzuentwickeln, aktiv durch das HyStarter-Team unterstützt. Die Unterstützung umfasste folgende Maßnahmen:

(1) Kontextualisierung und narrativer Rahmen für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien;
(2) Identifizierung und Entwicklung medienrelevanter „Aufmacher";
(3) Identifizierung regionaler Player aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft;
(4) Vorbereitung der regionalen Akteure auf Pressetermine.

Im Ergebnis der Aktivitäten hat sich gezeigt, dass

- das Thema „Regionale Wasserstoffwirtschaft" in weiten Teilen von Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge in der Region Marburg-Biedenkopf angekommen ist. Die zentrale Herausforderung besteht nach Projektende darin, dieses Thema nachhaltig im öffentlichen Diskurs zu etablieren und seine Relevanz fortlaufend unter Beweis zu stellen;
- alle Projektbeteiligten digitale Distributionskanäle wie Facebook, Twitter, Instagram, Newsletter oder Websites nutzten. Ein eigener Video-Podcast zum Thema regionale Wasserstoffwirtschaft wurde mit Beteiligung der Landrätin des Landkreises Marburg-Biedenkopf, des Oberbürgermeisters der Stadt Marburg sowie einem der Geschäftsführer der Stadtwerke Marburg erstellt und auf den digitalen Distributionskanälen erfolgreich eingesetzt (Podcast Hör Mal Marburg, Folge 32: „Marburg und der Wasserstoff");
- sich das Format der Bürgersprechstunde sehr gut für die Erreichung der Ziele Transparenz und Partizipation eignet, jedoch nur dann, wenn sie mit einem Vorlauf von etwa ein bis zwei Wochen pro-aktiv beworben werden;
- die „Kontextualisierung" des Themas Wasserstoff und der Aktivitäten zentral ist und Fragen wie „Warum Wasserstoff und nicht Elektromobilität?", „Warum Wasserstoff und nicht Ausbau der erneuerbaren Energien?" beantworten werden müssen. Durch die HyStarter-Strategiedialoge und die vorbereitenden Video-Calls zum Thema Kommunikation waren alle Projektbeteiligten in der Lage, einzelne Klimaschutzmaßnahmen wie E-Mobilität, Ausbau der Erneuerbaren, Stromspeicher, Wasserstoff, etc. im Sinne der Sektorenkopplung zu kontextualisieren und damit verständlicher zu machen;
- aufgrund der guten Pressekontakte der Projektbeteiligten vor Ort Aufmacher wie „Jobmotor Wasserstoff", „Klimaschutz braucht auch Wasserstoff", „Marburg setzt auf Wasserstoff", die u. a. auch im Rahmen von Presshintergrundgesprächen den Medien angeboten wurden, auf ein großes Medieninteresse stießen.

Die projektbegleitende HyStarter-Kommunikationsarbeit in Marburg-Biedenkopf hat gezeigt, dass mit einem Personalaufwand von 1,5-2 Tagen je Woche gerechnet werden muss, um alle Anfragen und Kommunikationskanäle zu bedienen und die entsprechende Kontextualisierung zu leisten. Aktuell sind diese zeitlichen Aufwände nicht im Alltagsgeschäft zu leisten und es erfordert zusätzliche personelle Kapazitäten, die bei der Etablierung zukünftiger Wasserstoffnetzwerke mit eingeplant werden sollten.



© Landkreis Marburg-Biedenkopf

LANDKREIS **NEUSTADT AN DER WALDNAAB**

Initiator
Landkreis Neustadt an der Waldnaab

Verantwortliche Betreuung der Region
Nuts One GmbH
nuts.one

Landratsamt Neustadt an der Waldnaab
Institut für Energietechnik (IfE) GmbH
Bayernwerk AG
Bergler Mineralöl GmbH
BHS Corrugated Maschinen- und Anlagenbau GmbH
Pilkington Deutschland AG (NSG Group)
Wies Faszinatour e.K.
NEW – Neue Energien West eG
Bürgerenergiegenossenschaft ZENO eG
Stadtwerke Weiden i.d.OPf.
Anwaltskanzlei Lang
H2.B Zentrum Wasserstoff.Bayern
Vertreter der Kreistagsfraktionen und der Gemeinde Flossenbürg

Ab dem 5. Strategiedialog Verstärkung durch:
Knape Gruppe
OWS – Service für Schienenfahrzeuge GmbH
Schott AG
Gregor Ziegler GmbH.

© Landratsamt Neustadt an der Waldnaab

„Die Zusammenarbeit in den Workshops mit Vertretern aus der Industrie, der Wirtschaft, des Kreistags und der Landkreisverwaltung war stets auch über den Landkreis hinaus sehr konstruktiv und auch von großem Interesse an der neuen Technologie geprägt“, so Andreas Meier, Landrat des Landkreises Neustadt an der Waldnaab (Mai 2021)

Der Landkreis Neustadt an der Waldnaab im Jahr 2020

Der Landkreis NEW liegt im Norden des Regierungsbezirkes Oberpfalz (Bayern) und bildet gemeinsam mit der vom Landkreis umgebenen kreisfreien Stadt Weiden sowie dem Landkreis Tirschenreuth die Region Nordoberpfalz. Mit einer Fläche von 1.428 km² und 94.399 EW ist Neustadt an der Waldnaab der am wenigsten dicht besiedelte Landkreis in Bayern (66 Einwohner pro km²). Allgemein wird die Nordoberpfalz als ein im „bayernweiten Vergleich noch immer strukturschwacher Raum“ gesehen. Der Landkreis ist mittlerweile durch eine dynamische Wirtschaftsentwicklung, u.a. wegen seiner günstigen Lage und guten infrastrukturellen Erschließung, gekennzeichnet.

Die Wirtschaft wird von familiengeführten kleinen und mittelständischen Unternehmen bis hin zu industriellen Weltmarktführern geprägt. Ein weiterer günstiger wirtschaftlicher Faktor und Arbeitgeber ist der NATO-Truppenübungsplatz Grafenwöhr. Im Osten grenzt der Landkreis an die Tschechische Republik und mit Waidhaus befindet sich hier der bedeutendste Grenzübergang Europas und Bayerns zur Tschechischen Republik. Der Landkreis NEW gehört zur Euregio Egrensis und der Metropolregion Nürnberg (EMN). Mit der Stadt Weiden bestehen intensive Pendlerverflechtung hinsichtlich des Arbeitsmarktes und der Suburbanisierung. Nachhaltigkeit und der Einklang von Ökologie und Ökonomie gehören zum Selbstverständnis der Region, die im Naturpark Nördlicher Oberpfälzer Wald liegt.

Der Landkreis NEW bringt für den ländlich geprägten Raum typische Herausforderungen mit, insbesondere im ÖPNV und in der Erschließung mit Energieinfrastrukturen. Um das Ziel eines klimaneutralen Landkreises und die landes- und bundespolitisch verankerten Klimaschutzziele zu erreichen, wurden im Kreisentwicklungskonzept vielfältige Themen und Maßnahmen angedacht wie u. a. das Thema Bioenergie (Ausbau und Abwärmenutzung), Pilotprojekte zur Abwärmenutzung für die Klärschlammtrocknung, Recycling von Photovoltaikmodulen, ein Interkommunales Konzept „Standortbestimmung Windkraft“ und die Nahwärmeversorgung. 2010 wurde ein „Integriertes Klimaschutzkonzept für den westlichen Landkreis Neustadt a.d. Waldnaab“ erarbeitet. 2019 folgte ein regionales Elektromobilitätskonzept. Diese Konzepte sowie die o.g. Entwicklungsziele für den Landkreis sind auch bei der Diskussion um die Potenziale von Wasserstoff in den regionalen Aktivitäten von Bedeutung.

Die Wasserstoffregion Neustadt an der Waldnaab im Jahr 2030

Die in den vergangenen Jahren erfolgreich demonstrierten Wasserstofftechnologien zur Dekarbonisierung der unterschiedlichen Energiesektoren bilden eine solide Basis für die Skalierung der Aktivitäten und Anlagen in den kommenden Jahren bis 2050. Wasserstoff wurde wie erwartet ein Innovationstreiber in der Region und bildet im Jahr 2030 einen wichtigen Baustein für die regionale Energiewende. Aufgrund der hohen Nachfrage nach Wasserstoff wird die regionale Produktion von Wasserstoff um Wasserstoffimporte ergänzt. Das Landratsamt hat in den vergangenen 10 Jahre eine Vorreiterrolle eingenommen und für eine zeitnahe und umfassende Sichtbarkeit der Potentiale der Wasserstofftechnologie gesorgt, indem eigene Liegenschaften und Fuhrparks auf den Kraft- und Brennstoff Wasserstoff umgerüstet wurden.

In unterschiedlichsten Pilotprojekten konnte die Wirtschaftlichkeit der Technologieansätze quantifiziert werden. Dank der regionalen Forschungskapazitäten und Expertise der OTH sowie der Expertise des durch das Landratsamt organisierten Wasserstoffnetzwerks wurden Optimierungspotentiale identifiziert und gehoben.

Die im Rahmen von HyStarter im Jahr 2021 formulierten Ziele bildeten die Leitplanken des Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft in der Region:

- **Regionale Energiekreisläufe schließen:** Die regionalen Energieüberschüsse werden für die Produktion von „grünem“ Wasserstoffs eingesetzt. Diese dezentrale Energieerzeugung und Speicherung setzt auf eine ortsnahe Verteilung und Verwendung des Wasserstoffs und vernetzt alle relevanten Sektoren (Strom, Wärme, Mobilität, Industrie). Es wird darauf Wert gelegt, auf bestehende Strukturen der Energiewirtschaft aufzubauen und für die Bevölkerung und Unternehmen weiterhin Versorgungssicherheit zu garantieren.
- **Regionale Wertschöpfung ausbauen:** Zum Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft wurden die in der Region existierende Innovationskraft und die Potenziale der wirtschaftlichen Möglichkeiten genutzt, ohne die Attraktivität des „Naturlandkreises NEW“ zu gefährden. Hinsichtlich des Arbeitsstandortes wird daraufgesetzt, Fachkräfte in die regionalen Forschungseinrichtungen und Unternehmen zu holen, sowie über Qualifizierungs- und Weiterbildungsmaßnahmen bestehende Arbeitsplätze zu erhalten bzw. zu neuen Arbeitsplätzen der Zukunft zu entwickeln.
- **Die Verkehrswende anschieben und umsetzen:** Die Attraktivität des ÖPNV und SPNV wurde ausgebaut und wird zu einem großen Anteil emissionsfrei angeboten. Die technologischen, rechtlichen und betrieblichen Hürden neuer Mobilitätskonzepte wurden untersucht und Lösungen erarbeitet. Der flächendeckende Aufbau von Strom- und Wasserstofftankstellen im Landkreis wird angestrebt. Da die Bevölkerung des Landkreises alternativen Mobilitätsangeboten und rein batterieelektrischer E-Mobilität mangels flächendeckender Stromtankstellen und der damit verbundenen Reichweitenangst eher skeptisch gegenübersteht, wird in den kommenden Jahren der Kraftstoff Wasserstoff auch für die Individualverkehre ausgebaut.
- **Die Wärme-Wende einleiten:** Im Landkreis existiert keine flächendeckende Anbindung an das Gasnetz, so dass im Jahr 2021 vornehmlich öl- und holzbetriebene Heizungen eingesetzt wurden. Die Wärmeversorgung der Privathaushalte wurde sukzessive auf klimaneutrale Brennstoffe umgestellt (u.a. Nahwärmeversorgung mit Wasserstoff, elektrische Wärmepumpen), vorhandene Infrastrukturen / Netze genutzt und erweitert sowie das Handwerk entsprechend qualifiziert („Wärmelieferung mit Service“).
- **Die regional ansässige energieintensive Industrie mitnehmen:** Die Abhängigkeit der Industrie von fossiler Energie wird schrittweise reduziert und der CO_2-Ausstoß verringert. Gemeinsam mit den regional ansässigen Unternehmen wurden innovative Produkte, optimierte Prozesse und Anlagen sowie Dienstleistungen eingeführt (Glasindustrie) oder neu ausgerichtet (Automotive-Industrie), um den Energieverbrauch zu reduzieren und neue Wertschöpfungsketten der Energiebereitstellung zu erschließen.

Einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Ziele lieferte das HyExperts-Projekt, das im Anschluss an HyStarter in der Region umgesetzt wurde.

Die Transformationsphase im Landkreis Neustadt an der Waldnaab

Zur Fortführung der begonnenen Arbeiten und Diskussionen soll zeitnah eine Koordinationsstelle im Landratsamt etabliert werden. Neben der Organisation regelmäßiger Netzwerktreffen wird die Initiierung und Begleitung von Projekten zu den Aufgaben zählen. Darüber hinaus soll die Ausweitung des Akteurskreises über die Grenzen des Landkreises und der Stadt Weiden hinaus erfolgen sowie die Identifizierung und Ansprache von EE-Betreibern zur Auslotung der regionalen Wasserstoff-Erzeugungspotenziale und von potenziellen Nutzern grünen Wasserstoffs in der Industrie und Mobilität. Eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Wasserstoff und die Platzierung des Themas in politischen Gremien soll ebenfalls vorangetrieben werden.

Die Demonstrationsphase startet ab 2023 mit dem Betrieb der Wasserstofftankstelle sowie dem Einsatz der Brennstoffzellen-Linienbusse und -Flottenfahrzeuge bei BHS Corrugated. Ziel dieser Phase ist es, die Tauglichkeit der eingesetzten Fahrzeuge im laufenden Betrieb zu erproben, Erfahrungen zu sammeln sowie Prozesse zu evaluieren und anzupassen. Darüber hinaus sollen im Mobilitätsbereich Konzepte für den SPNV mit Brennstoffzellenantrieb erarbeitet werden sowie weitere relevante Flottenbetreiber und Logistiker in der Region angesprochen werden, um die Möglichkeiten einer Antriebsumstellung zu erörtern.

Mit einem zunehmenden Hochlauf an Brennstoffzellenfahrzeugen im Demonstrationsbetrieb muss parallel die Dimensionierung der HRS angepasst werden bzw. weitere Tankstellenstandorte identifiziert werden. Um die Wasserstoff-Bedarfe möglichst regional decken zu können, wird ein Konzept für den nachfrageorientierten Ausbau von Wasserstoff-Produktionskapazitäten geplant und die in der vorherigen Phase geplanten Vorhaben (PV/Biogas) in die Demonstration gebracht werden.

Im Industriebereich wird die Ausarbeitung der Projektidee von Pilkington Deutschland AG finalisiert. Weitere Industrieunternehmen werden in dieser Phase identifiziert und der mögliche Einsatz von grünem Wasserstoff diskutiert. Das Thema des grünen Düngemitteleinsatzes findet Eingang in Gesprächen mit Akteuren aus der Landwirtschaft.

Im Gebäudeenergiebereich wird der konkrete Wasserstoff-Einsatz in Flossenbürg weiterentwickelt und in die Umsetzung gebracht. Zusätzlich werden weitere Konzepte zum Wasserstoff-Einsatz in weiteren Gebäudetypen entwickelt. Die Ziele in den verschiedenen Clustern werden durch eine politische Verankerung von konkreten Wasserstoff-Zielen für die Region, durch Bildungsmaßnahmen für Handwerk und Unternehmen sowie Maßnahmen zu deren Beteiligung flankiert. Die Koordinierungsstelle im Landratsamt wird auch in dieser Phase eine wesentliche Rolle einnehmen.

Um die erfolgreich demonstrierten Projekte in der dritten Phase ab 2030 zu skalieren, ist eine entsprechende gesellschaftliche und politische Unterstützung Voraussetzung: Wasserstoff ist als Baustein der regionalen Energiewendeaktivitäten etabliert und die daran gekoppelten Ziele sowohl politisch als auch gesellschaftlich verankert. Alle Verkehre, Gebäude und Industrieprozesse im Landkreis werden bis spätestens 2050 emissionsfrei realisiert.

Fokus: Floating PV am Bergler Entsorgungspark in Steinfels

Idee: Die Firma Bergler plant am eigenen Entsorgungspark in Mantel die Installation von Floating-PV-Anlagen (750 kWp). Ziel ist es, die Spitzenlasten am Standort zu kompensieren. Dafür sind mindestens 250 kWp notwendig. Die Anlagendächer sind statisch nicht für PV-Module ausgelegt. Die zum Firmengelände gehörenden Kiesweiher bieten Platz für „Floating PV“. Neben der Abdeckung der Spitzenlast, kann ggf. zukünftig über eine weitere 750 kWp-Anlage erneuerbarer Strom für die Wasserstoff-Erzeugung bereitgestellt werden.

Verfahren: Beim Einsatz von Floating-PV-Anlagen wird ein zusätzlicher Mehrertrag durch den Kühleffekt des Wassers erwartet. Die Schattenbildung auf der Wasserfläche ist nur als moderat einzustufen und aufgrund der freien Wasserbewegung unter dem System, werden auch Fisch- und Vogelwelt nicht beeinträchtigt. Beim Elektrolyseverfahren kann der so generierte PV-Strom genutzt werden. Das Wasser des Weihers muss vor der Nutzung im Elektrolyseur auf Leitungswasserqualität aufbereitet werden.

Perspektive: Der Einsatz von Floating PV Anlagen trägt zu einer optimalen Flächennutzung am Standort bei. Bei erfolgreicher Umsetzung kann das Demonstrationsvorhaben als Vorbild für andere Weiherflächen im Landkreis dienen. Die Erzeugung von grünem Wasserstoff aus PV bietet Chancen zur Dekarbonisierung der eigenen Müllsammelfahrzeuge und kann an eigene Tankstellen geliefert werden, um den Anteil grünen Wasserstoffs zu erhöhen. Es wurde bereits ein Bauantrag für die Floating-PV-Anlagen eingereicht. Der Auftrag wurde vorbehaltlich der Baugenehmigung vergeben.

Herausforderungen: Es liegen derzeit kaum Erfahrungen zum Aufbau von kleineren Floating-PV vor, sodass hier ein gewisses Risiko eines First-Movers besteht. Hinsichtlich der Abnahme des überschüssigen Stroms muss geklärt werden, inwiefern dieser ins Netz eingespeist und lediglich bilanziell zur Erzeugung grünen Wasserstoffs genutzt wird bzw. an welchem Standort eine Wasser-Elektrolyse erfolgen könnte. Dies ist sowohl vom perspektivischen Einsatz als auch von weiteren zur Verfügung stehenden Stromquellen abhängig.

REGION
OSTALLGÄU

Initiatoren
Landratsamt Ostallgäu, Stadt Kaufbeuren und Gemeinde Fuchstal

Verantwortliche Betreuung der Region
Nuts One GmbH
nuts.one

Dorr GmbH & Co. KG
Erdgas Schwaben GmbH
Fernwärme Marktoberdorf GmbH
Gemeinde Fuchstal
Georg Jos. Kaes GmbH
HOERBIGER
IHK Schwaben
iwis smart connect GmbH

Landratsamt Ostallgäu
Lechwerke AG
LENA Service GmbH
Maschinenring Ostallgäu GmbH
Spedition Ansorge GmbH & Co. KG
Stadt Kaufbeuren
Vereinigte Wertach-Elektrizitätswerke GmbH

Oberbürgermeister Stefan Bosse: © Stadt Kaufbeuren

Landrätin Maria Rita Zinnecker: © Landkreis Ostallgäu

Bürgermeister Erwin Karg: © Gemeinde Fuchstal

„Nach der Arbeit an diesem Konzept können wir unisono sagen: Der Wasserstoff ist in Zeiten einer fortschreitenden Klimakrise ein absolut zukunftsträchtiger Energieträger – sein konkreter Einsatz ist jedoch noch stark ausbaufähig und im Detail mit vielen Herausforderungen verbunden“, sind sich Maria Rita Zinnecker (Landrätin des Landkreises Ostallgäu), Stefan Bosse (Oberbürgermeister Stadt Kaufbeuren) und Erwin Karg (Bürgermeister Gemeinde Fuchstal) einig.

Die HyStarter-Region Ostallgäu im Jahr 2020

Die HyStarter-Region Ostallgäu umfasst den Landkreis Ostallgäu, die kreisfreie Stadt Kaufbeuren sowie die Gemeinde Fuchstal. Der Landkreis Ostallgäu liegt im Südosten des bayrischen Regierungsbezirks Schwaben, reicht bis zur österreichischen Grenze und gehört gleichzeitig zur Metropolregion München. Der Landkreis mit seinen 141.907 Einwohnern umfasst 45 Kommunen, von denen sich 34 Kommunen zu 10 Verwaltungsgemeinschaften zusammengefügt haben. Er umschließt die kreisfreie Stadt Kaufbeuren mit 44.662 Einwohnern wodurch eine hohe Verflechtung zwischen diesen beiden Räumen besteht. Die Gemeinde Fuchstal mit 4.035 Einwohnern liegt im Landkreis Landsberg am Lech und grenzt östlich an den Landkreis Ostallgäu.

Die HyStarter-Region Ostallgäu ist eine entwicklungsstarke Wirtschaftsregion, die vor allem durch eine familiengeführte, mittelständische Wirtschaftsstruktur geprägt ist. Insgesamt 46.200 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte arbeiten in über 7.800 Betrieben, mit einer Arbeitslosenquote von unter 3,2 % herrscht Vollbeschäftigung. Die meisten Beschäftigten sind im produzierenden Gewerbe tätig, im Bereich der Handwerksbetriebe bildet der Landkreis mit einem Umsatz von 1,7 Mrd. Euro die zweitumsatzstärkste Region im Regierungsbezirk Schwaben. Ein weiterer wichtiger Wirtschaftsfaktor der HyStarter-Region Ostallgäu ist der Tourismus. Steigende Gästezahlen zeigen einen Aufwärtstrend für die Region Ostallgäu als Urlaubsziel.

Ziel der HyStarter Region ist es, sowohl die Industrie als auch den Tourismus noch nachhaltiger zu gestalten und die in der Klimaschutzresolution festgelegten Ziele zu erreichen (100% erneuerbaren Energien). Aufbauend auf die Klimaresolution wurde 2012 der Masterplan Energiezukunft 2020 aufgestellt, um für verschiedene gesellschaftliche Bereiche Ziele und Maßnahmen zu definieren. Diese beinhalten u.a. Maßnahmen zu nachhaltigem Bauen und Sanieren, zur Mobilität, zum Ausbau erneuerbarer Energien und zur Energieeffizienz. Der Masterplan soll 2021 fortgeschrieben und aktualisiert werden. Um nachhaltige Energiekonzepte im Landkreis unterstützen zu können, wurde die Initiative ‚Energiezukunft Unternehmen‘ in Zusammenarbeit der Allgäu GmbH mit den Landkreisen und kreisfreien Städten der Region Allgäu sowie der IHK Schwaben und der Handwerkskammer für Schwaben etabliert.

Die Wasserstoffregion Ostallgäu im Jahr 2030

Wasserstoff hat sich als Energieträger und als Rohstoff für verschiedenste Produktionsprozesse etabliert und ist ein wichtiger Baustein für die Umsetzung der Klimaschutzresolution geworden. In den vergangenen Jahren sind Politik und zahlreiche Unternehmen in der Wasserstoffmodellregion Ostallgäu mutige Schritte in Richtung, Zukunft gegangen und

- implementieren Verfahren, die den Ausstoß von klimaschädlichem CO_2 reduzieren oder ganz vermeiden;
- streben die Technologie- und damit Marktführerschaft bei innovativen und sauberen Technologien an;
- sichern den prosperierenden Lebens- und Wirtschaftsraum Ostallgäu.

Die bereits im Jahr 2020 in einem offenen Brief an den damaligen Bundeswirtschaftsminister formulierten Ziele wurden vorzeitig erreicht:

Ziel 1: Der grüne Wasserstoff wird in der Region erzeugt. Die Region Ostallgäu hat das hohe Potential für erneuerbare Energien erschlossen und nutzt überschüssigen grünen Strom für die Produktion von Elektrolyse-Wasserstoff. Mit der Gemeinde Fuchstal als Pionierin in der Energiewende und motivierten Akteuren in der Region wurde die Chance genutzt, lokale Wasserstofferzeugung aus Windkraft- und PV-Anlagen sowie Wasserkraft zu realisieren. Darüber hinaus wurden alternative Erzeugungspfade für Wasserstoff geprüft und pilotiert. Gerade in der Entsorgung organischer Reststoffen und den zahlreichen regionalen Biogasanlagen konnten alternative Verfahren Anwendung finden.

Ziel 2: Ein regionaler Absatzmarkt für Wasserstoff im polyzentrischen ländlichen Raum wurde geschaffen. Der regional erzeugte Wasserstoff wird vorrangig vor Ort genutzt. Im Sinne der Effizienz und Wirtschaftlichkeit wurden verbrauchernahe Erzeugungsanlagen etabliert, die dezentralen Strukturen und Akteure garantieren eine regionale Wertschöpfung und reduzieren Transportkosten. Für die überregionale Nachfrage sind effiziente und wirtschaftliche Transportlösungen in Entwicklung und Anwendung.

Ziel 3: Die (öffentlichen) Verkehre in der Region sind CO_2-neutral. Ein attraktiver ÖPNV war dabei Voraussetzung für das Gelingen der Verkehrswende. Kleinere Unternehmen wurden bei der Beschaffung von Wasserstoffbussen unterstützt und profitierten von Synergien beim Aufbau von gemeinsamen Betankungsinfrastrukturen, Werkstätten und Qualifizierungsmaßnahmen (Service-Hubs).

Ziel 4: Viele der regionalen Speditionen, innerbetriebliche und regionale Werksverkehre nutzen Brennstoffzellen-Lkw und -Stapler. Sie tanken dabei vorrangig aus PV-Strom vor Ort produzierten Wasserstoff oder nutzen die bedarfsgerecht ausgebauten Wasserstofftankstellen für alle Mobilitätsanwendungen im Landkreis.

Ziel 5: Innovative Quartierskonzepte im ländlichen Raum speichern saisonale Stromüberschüsse in Wasserstoff und ermöglichen so eine ganzjährig klimaneutrale Energieversorgung für netzferne Wohngebiete.

Ziel 6: Die Wasserstoffregion Ostallgäu ist grenzenlos. Das in HyStarter initiierte Netzwerk wurde verstetigt und erweitert, die Zusammenarbeit über die HyStarter Grenzen hinaus ausgeweitet. Das Ziel, kleinräumig vorhandene Ansätze der Wasserstoffwirtschaft in den ländlichen Raum des Allgäus und der Bodenseeregion auszudehnen sowie Produktionskapazitäten und Abnahmekapazitäten zusammen zu denken, wurde erreicht.

Ziel 7: Die Wasserstofftechnologien und die erneuerbaren Energien sind heute für die Gesellschaft in ihrer Vielfalt sichtbar und erlebbar. Die Allgäuerinnen und Allgäuer haben sie akzeptiert und konnten ihre Begeisterung auch überregional als Tourismusregion teilen.

Einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Ziele lieferte das HyExperts-Projekt, das im Anschluss an HyStarter in der Region umgesetzt wurde.

Die Transformationsphase in der Region Ostallgäu

Der Aufbau der regionalen Wasserstoffwirtschaft soll bedarfsgerecht erfolgen und die Potentiale der Region nutzen, um die Klimaschutzziele durch Verdrängung fossiler Energieträger sektorenübergreifend zu erreichen. In den HyStarter-Dialogen wurden mit dieser Zielvorstellung eine Vielzahl an Einzelideen und Handlungsansätzen entwickelt und diskutiert, die sowohl alternative Wasserstofferzeugungspfade wie auch unterschiedliche Anwendungsfelder in Mobilität, Logistik und Wärmeversorgung beinhalteten. Für die tiefergehende Diskussion der Ideen war Voraussetzung, dass

- die dafür notwendigen Technologien zeitnah verfügbar sind,
- eine Perspektive auf Wirtschaftlichkeit besteht, und
- es regionale Akteure gibt, welche die Projektansätze treiben und umsetzen wollen.

Für die Deckung der Wasserstoffbedarfe werden ebenfalls überregionale Erzeugungspotenziale und Angebote mitgedacht, wie beispielweise im Kontext der HyExpert-Region HyAllgäu und HyAllgäu*Bodensee.

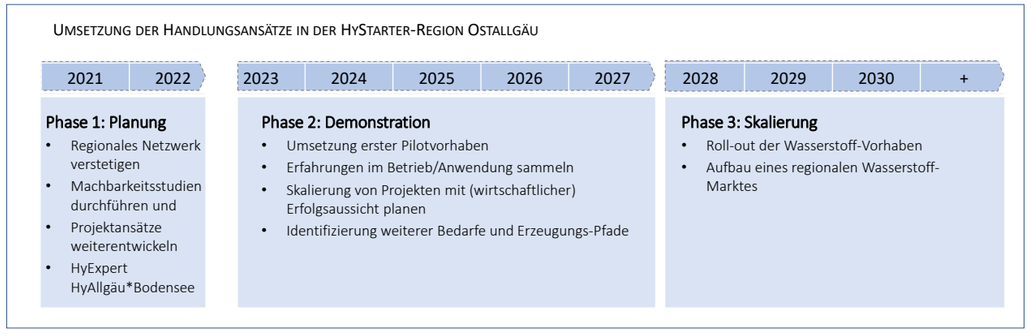
Die Wasserstofferzeugung aus biogenen Abfällen und Reststoffen der Landwirtschaft stellt für unterschiedliche Akteure in der Region eine attraktive Ergänzung bzw. Alternative zur elektrolytischen Wasserstoffproduktion dar. Die Dorr Unternehmensgruppe stellt derzeit Überlegungen an, über das blueFLUX Verfahren aus dem in der Region gesammelten Müll Wasserstoff zu erzeugen.

Der Maschinenring Ostallgäu betreut Landwirte in der gesamten Region und hat ca. 2.500 Mitglieder, die hauptsächlich aus dem Bereich der Viehhaltung kommen. Eine Herausforderung bei der Viehhaltung sind die großen Mengen an Gülle, die nicht als Düngemittel auf den Feldern verteilt werden dürfen (Gülle-Verordnung). Interessant wäre es daher zu prüfen, ob mit dem blueFLUX-Verfahren (oder ähnlichen Technologien) separiertes Material der Landwirte (u. a. Gülle) oder Klärschlamm von Kommunen in einer solchen Anlage verwertet werden können.

Der Einsatz von Wasserstoff in Logistik und Transport ist ein großer Hebel, um die CO_2-Emissionen im Verkehrsbereich zu senken. Mit den Unternehmen Ansorge Logistik, iwis smart connect und V-Markt waren gleich drei starke Player aus der Region im Akteurskreis vertreten, die sich gegenüber dem Thema Dekarbonisierung der Transportinfrastruktur und Logistik durch Umstieg auf Brennstoffzellen-Lkw aufgeschlossen zeigen. Die Projektideen der drei Akteure beinhalten nicht nur die Verwendung von Wasserstoff in Fahrzeugen, sondern explizit auch die Erzeugung vor Ort sowie die notwendige Tankinfrastruktur. Hier bietet sich insbesondere der Pfad über die Elektrolyse mit PV-Strom an. Große Teile der Dachflächen auf den Werksgeländen und den Dächern der Verbrauchermärkte und Lagerhallen sind bereits mit PV-Modulen bebaut und weitere Flächen könnten entwickelt werden. Hier gilt aber auch, dass vor der Wasserstoff-Erzeugung primär die Stromversorgung der Standorte gewährleistet sein muss. Überschüssiger Strom, der ansonsten in das Netz geleitet werden müsste, stünde dann zur Wasserstofferzeugung bereit.

Die Gebäudeenergieversorgung möglichst klimaneutral zu gestalten bzw. den CO_2-Ausstoß deutlich zu reduzieren ist ein weiteres Handlungsfeld der Region. In der HyStarter-Region Ostallgäu sollen landwirtschaftlich benachteiligte Flächen für den Ausbau von erneuerbaren Energien, insbesondere PV-Anlagen, genutzt werden. Der dort erzeugte Grünstrom kann idealerweise lokal eingesetzt werden, um ganze Gemeinden oder Ortsteile mit Energie zu versorgen. Neben der direkten Nutzung des Stroms bietet Wasserstoff eine Option als saisonaler Speicher. Mit Einbindung des Elektrolyseurs und einer Brennstoffzelle bzw. eines Wasserstoff BHKWs ins Gesamtkonzept fällt Abwärme an, die für die Wärmeversorgung über ein Nahwärmenetz genutzt werden soll. Zusammen mit dem Einsatz von Wärmepumpen, Solarthermie und Brennstoffzellen kann die Wärmeversorgung vollständig und ganzjährig sichergestellt werden. Die Unternehmen Vereinigte Wertach-Elektrizitätswerke, LENA Service GmbH und Fernwärme Marktoberdorf GmbH haben Projektideen in diesem Handlungsfeld in die Diskussionen eingebracht.

Die Transformationsphase in der HyStarter-Region Ostallgäu gliedert sich in 3 Abschnitte: Eine Planungsphase zur Vorbereitung der Projektumsetzung (2021–2022), eine Demonstrationsphase zur Validierung der Machbarkeit und Weiterentwicklung von Ideen und Handlungsansätzen (2023–2027) und eine Skalierungsphase (2028+) für den Hochlauf der Wasserstofftechnologien in der Region.



Die HyStarter-Dialoge haben den Auftakt für die Etablierung eines regionalen Akteursnetzwerks und die gemeinsame Beschäftigung mit Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien in der Region Ostallgäu gebildet. Der Abschluss von HyStarter ist zeitgleich der Auftakt von HyExpert, der in einem größeren Zusammenschluss der Allgäuer Gebietskörperschaften unter Federführung des Landkreises Lindau (Bodensee) erfolgt.

Die HyStarter-Akteure möchten bei der (Weiter-)Entwicklung ihrer Vorhaben sowohl Kommunen als auch Bürgerinnen und Bürger einbeziehen, um die innovativen Energiekonzepte frühzeitig bekannt zu machen und die Akzeptanz dafür zu sichern. Insbesondere bei der Umsetzung von Projektideen mit PV-Freiflächenanlagen und Windkraftanlagen muss die Bevölkerung frühzeitig mitgenommen und von den großen Potenzialen für die lokale Wertschöpfung überzeugt werden.

Fokus: Wasserstofferzeugung aus (biogenen) Reststoffen für Müllsammelfahrzeuge

Die HyStarter-Region Ostallgäu möchte im Sinne einer umweltfreundlichen Kreislaufwirtschaft die Abfallentsorgung, Wasserstofferzeugung und Wasserstoffnutzung in der Region verbinden. Das blueFLUX-Verfahren des gleichnamigen regionalen Unternehmens aus Peißenberg soll dazu beitragen, die Reststoffe der Landwirtschaft, Kommunen und Industrie zu Wasserstoff zu wandeln, der am Standort als Kraftstoff für die Abfallsammelfahrzeuge eingesetzt werden soll.

Die blueFLUX Energy AG verwendet ein Wasserstoff-Gewinnungsverfahren aus Reststoffen, das in drei Schritte gegliedert ist. Im ersten Schritt werden inhomogene Stoffe zu Bio-Kohle verarbeitet. Die Bio-Kohleproduktion ist aus Klärschlamm, Gülle, Mist, biogenen und organischen Abfällen, Plastik (bis zu 30 %) und auch faserhaltigen Abfällen wie Glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) oder Glasfaser-Verbundstoffen (GFC) möglich. Voraussetzung der Eingangsstoffe ist ein 30%iger Feststoffanteil. Mittels produzierter Bio-Kohle wird in einem KDC-Reaktor Dampf erzeugt. Im zweiten Schritt werden der Dampf und die Bio-Kohle in einem Flugstromvergaser zu Synthesegas umgewandelt. Bei diesem Vorgang beträgt die Arbeitstemperatur <180 °C, sodass die Gasphase nicht erreicht wird und aufgrund der homogenen Bio-Kohle die Teerbildung und somit ein Verkleben der Anlage ausbleibt. Das Synthesegas wird im letzten Schritt genutzt, um über eine CO-Shift-Reaktion Wasserstoff zu erzeugen. Für die einzelnen Prozessschritte werden verschiedene Systeme benötigt, die modular als Containerlösung zu errichten sind. Anstelle von Wasserstoff kann über die Anlage auch Bio-Kohle, -Methan oder -Methanol gewonnen werden, hierzu muss der Prozess nur zur Produktion (zum Prozessschritt) des gewünschten Produkts durchgeführt werden.

LANDKREIS **REUTLINGEN**

Initiatoren
Landratsamt Reutlingen, Robert Bosch GmbH

Verantwortliche Betreuung der Region
Nuts One GmbH
nuts.one

Bioenergie Aichelau GmbH & Co. KG
Bottenschein Reisen GmbH & Co. KG
ErneuerbareEnergien Neckar-Alb eG
FairEnergie GmbH
FairNetz GmbH
Handwerkskammer Reutlingen
Hochschule Reutlingen
Hohensteiner Bioenergie GbR
HöRa Naturenergie GmbH & Co. KG
KlimaschutzAgentur im Landkreis Reutlingen gGmbH
IHK Reutlingen
Kreisbauernverband Reutlingen e.V.
Landkreis Tübingen
Robert Bosch GmbH
Ruoff Energietechnik
Schwäbische Alb-Bahn GmbH
SchwörerHaus KG
SolarComplex AG
Stadtwerke Metzingen

© Thomas Kiehl

„Die Transformation in eine CO_2-neutrale Gesellschaft stellt uns vor große Herausforderungen. Wasserstoff und Brennstoffzellen werden bei der Energie- und Verkehrswende einen wichtigen Beitrag leisten“,
sagt Dr. Ulrich Fiedler, Landrat des Landkreises Reutlingen.

Die HyStarter-Region Reutlingen im Jahr 2020

Der Landkreis Reutlingen bildet zusammen mit dem Landkreis Tübingen und dem Zollernalbkreis die Region Neckar-Alb und gehört zur europäischen Metropolregion Stuttgart. Der Landkreis ist mit 1.093 km² der größte Landkreis dieser Region, in dem 287.000 Personen in 26 Städten und Gemeinden leben. Reutlingen ist die jüngste Großstadt Baden-Württembergs und zugleich die größte Stadt (~116.000 EW) sowie Kreisstadt des Landkreises Reutlingen. Das Albvorland ist industriell geprägt und traditionelle, leistungsfähige Handwerksbetriebe, mittelständische Unternehmen, weltweit bekannte Industrieunternehmen und Neugründungen von Medizin- und Biotechnologiefirmen sind hier angesiedelt. Die relevanten Wirtschafts- und Produktionszweige im Landkreis sind Elektrotechnik und Elektronik, Maschinenbau und Automatisierung, Handel, Logistik sowie ein breites Spektrum von (innovativen) Dienstleistungen.

Der Landkreis Reutlingen treibt seit Jahrzehnten aktiv einen Prozess der nachhaltigen Regionalentwicklung voran, der auf den Klimaschutz einzahlt. Im Jahr 2008 wurde das Biosphärengebiet Schwäbische Alb gegründet und 2009 als UNESCO-Biosphärenreservat anerkannt. Der Landkreis ist mit 563 km² und damit mit mehr als der Hälfte der Kreisfläche Teil des Biosphärengebiets. Das Biosphärenreservat Schwäbische Alb trägt dazu bei, dass der Tourismus zu einem starken und gleichzeitig nachhaltigen Wirtschaftszweig geworden ist, der weiterentwickelt werden soll.

Der Landkreis Reutlingen bekennt sich zu den Klimaschutzzielen des Bundes und Landes. Der Treibhausgasausstoß in Baden-Württemberg soll bis zum Jahr 2030 um mindestens 42 Prozent sinken (Referenzjahr 1990) und bis 2050 um 90 Prozent gemindert werden. Als wichtiges Instrument, um Klimaschutz in die Fläche zu bringen, wurde 2007 die „KlimaschutzAgentur im Landkreis Reutlingen gGmbH“ als breites Klimaschutzbündnis gegründet. Neben dem Landkreis sind u.a. neun Städte und Gemeinden, die Kreishandwerkerschaft, die Architektenkammer, die Kreissparkasse, der Verein Sonnenenergie Neckar-Alb und der lokale Energieversorger Gesellschafter der KlimaschutzAgentur.

Im Jahr 2018 hat der Kreistag die Handlungsstrategie Klimaschutz beschlossen, welche die Klimaschutzarbeit bis 2025 strukturiert und folgende fünf Potenzialfelder aufzeigt:

- Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien,
- Stromeinsparung in der Industrie,
- Wärmeeffizienz in privaten Haushalten,
- Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und
- die Etablierung nachhaltiger Mobilitätskonzepte.

Wasserstoff kann in allen Potenzialfeldern für eine Reduzierung von Treibhausgasemissionen sorgen und damit einen Beitrag zu den Klimaschutzzielen leisten.

Die Wasserstoffregion Reutlingen im Jahr 2035

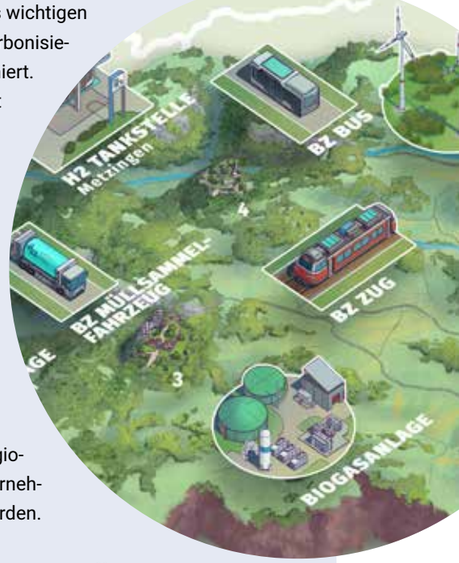
Die Erwartungen an die Rolle von Wasserstoff im Rahmen der nachhaltigen Regionalentwicklung haben sich mehr als erfüllt: Wie erhofft, hat Wasserstoff dazu beigetragen, die Emissionen im Verkehrssektor zu reduzieren, wichtige Industriezweige zu dekarbonisieren sowie die Wärmewende in der Region einzuleiten. Die Nachfrage nach Wasserstoff konnte angekurbelt werden und wurde dabei stets mit der Produktion von Wasserstoff zusammengedacht. In Folge konnten die avisierten regionalen Wertschöpfungseffekte erzielt und die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien als Innovationstreiber für die Region genutzt zu werden.

Die Wasserstoffwirtschaft baute von Beginn an auf regionaler Expertise und vorhandenen (Energie-) Infrastrukturen auf. Die Überführung vorhandener Infrastrukturen in die Wasserstoffwirtschaft erwies sich als geeigneter Handlungsansatz, der nicht nur Kosten sparte, sondern auch alle Akteure in der Region abholte, motivierte und akzeptanzfördernd wirkte. Wasserstoff wurde nicht als Selbstzweck betrachtet, sondern als Systemlösung für vorhandene Herausforderungen der sektorenüberreifenden Dekarbonisierung.

Die Wasserstoffwirtschaft konnte regional verankert werden und integriert lokale Energiequellen. Die in der Region installierten Kapazitäten zur Produktion von CO_2-neutralem Wasserstoff schließen regionale Energie- und Stoffkreisläufe und haben eine wirtschaftliche Weiternutzung der Biogasanlagen, Wind- und Solarparks nach Auslaufen der EEG-Förderung ermöglicht. Durch den Ausbau von erneuerbaren Energien in der Region und den technologieoffenen Ansatz wurde Wasserstoff nicht nur als Speichermedium für erneuerbaren Strom etabliert, sondern auch als Kraft- und Brennstoff zur Dekarbonisierung der Verkehrs- und Wärmemärkte.

Der Umstieg auf neue Antriebstechnologien und emissionsfreie Kraftstoffe wurde dabei von Beginn an mit neuen Mobilitätsangeboten verknüpft. Die Einführung von Brennstoffzellenbussen und -zügen in den Personennahverkehr ermöglichte eine breite Sichtbarkeit und Erlebbarkeit der Technologie für unterschiedlichste Akteure der Region. Das Landratsamt hat hierbei eine wichtige Vorbildfunktion eingenommen und durch die Aufnahme entsprechender Vergabekriterien den Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeugen gefördert. In Folge der gestiegenen Sichtbarkeit der Technologien wurde eine steigende Nachfrage nach wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen durch regionale Flottenunternehmen und Privatleute beobachtet, die zum Ausbau der regionalen Tankstelleninfrastruktur führte.

Wasserstoff löst zunehmend die Energieversorgung mit Erdgas und Heizöl in Privathaushalten und der Industrie ab. Der Einsatz von Wasserstoff im Neubau und Bestand von Ein- und Mehrfamilienhäusern wurde erfolgreich in Pilotvorhaben nachgewiesen und hat dazu geführt, dass die Systemlösungen auf eine Energie- und Wärmeversorgung von ganzen Quartieren, Bürogebäuden und Gewerbegebieten skaliert werden konnten. Auch viele der in der Region beheimateten Unternehmen haben begonnen, ihre Energieversorgung von fossilen auf erneuerbare Energien umzustellen und Wasserstoff als wichtigen Baustein ihrer Dekarbonisierungsstrategie definiert. Somit konnten nicht nur die Transformationsprozesse der Industrien unterstützt und abgesichert, sondern auch neue Wertschöpfungsketten in der Energiebereitstellung und ein neuer Absatzmarkt für Brennstoffzellen regional ansässiger Unternehmen geschaffen werden.



Es ist gelungen, die Wasserstoffwirtschaft mit in der Region ausgebildeten und qualifizierten Fachkräften zu planen und umzusetzen. Hierbei haben die Hochschule und die IHK Reutlingen gemeinsam mit den kleinen und mittelständischen Unternehmen der Region frühzeitig eine zentrale Rolle bei der Aus- und Weiterbildung von Fachkräften eingenommen und zu den erwarteten Entwicklungen aktiv beigetragen.

Die Transformationsphase in der Region Reutlingen

Eine zeitnahe Sichtbarkeit und konkrete Berührungspunkte der Bevölkerung mit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sollen die Akzeptanz der Wasserstofftechnologien sichern und die Menschen in der Region motivieren, auch selbst aktiv zu werden. Über die Zusammenarbeit mit Bürgerenergiegenossenschaften und die Kooperation der in regionalen Netzwerken engagierten Akteure sollen die Kosten und Risiken des Aufbaus der Reutlinger Wasserstoffwirtschaft fair geteilt werden, so dass nicht nur die Handlungsstrategie Klimaschutz des Landkreises Reutlingen realisiert wird, sondern auch eine Blaupause entsteht, wie die Ziele der Nationalen Wasserstoffstrategie in Regionen umgesetzt werden können.

In einer Vorbereitungsphase (2021–2023) soll die Netzwerkarbeit in der Region verstetigt und weiter ausgebaut sowie erste Demonstrationsprojekte planerisch vorbereitet werden. Ein wichtiger Schritt ist die Validierung von Annahmen und Erstellung der notwendigen Planungsgrundlagen durch Machbarkeitsstudien. Dazu wurde zum einen im Juni 2021 aus dem HyStarter-Netzwerk heraus eine erfolgreiche Bewerbung als HyExperts-Region eingereicht, und das HyStarter-Netzwerk Reutlingen hat sich gemeinsam mit diversen Akteuren aus angrenzenden Landkreisen mit dem Konzept HyFIVE im Mai 2021 um Mittel aus dem EFRE-Förderprogramm „Modellregion Grüner Wasserstoff“ des Landes Baden-Württemberg beworben.

Die **Demonstrationsphase startet ab 2023/2024** mit der Umsetzung erster Pilotvorhaben. Der genaue Beginn und die Inhalte sind stark von den Investitionsfördermaßnahmen, aber auch den Beschaffungszeitfenstern der Unternehmen abhängig. Voraussichtlich wird die Demonstrationsphase mit dem Betrieb einer Wasserstofftankstelle sowie dem Einsatz von drei Wasserstoffbussen eingeleitet. Der reale Fahrzeugeinsatz soll weitere Erkenntnisse über Herausforderungen und notwendige Betriebsanpassungen bringen. Bei erfolgreichem Einsatz von Wasserstoffbussen und -zügen in der Region, sollen die Ausweitung des Einsatzes geprüft und weitere Flottenbetreiber und Logistikunternehmen angesprochen werden. Werden weitere Brennstoffzellenfahrzeuge in der Region eingesetzt, muss zudem die Dimensionierung der Tankstelle bzw. der Zubau weiterer Tankstellen an Knotenpunkten in der Region sowie deren Versorgung mit regional erzeugtem, grünem Wasserstoff geklärt werden. Die Wasserstoffproduktionskapazitäten sollen dabei nachfrageorientiert ausgebaut werden, um die Abnahme zu sichern. Die in der ersten Phase untersuchten (sinnvollen) Erzeugungspfade für die Region sollen durch die regionalen Partner umgesetzt werden.

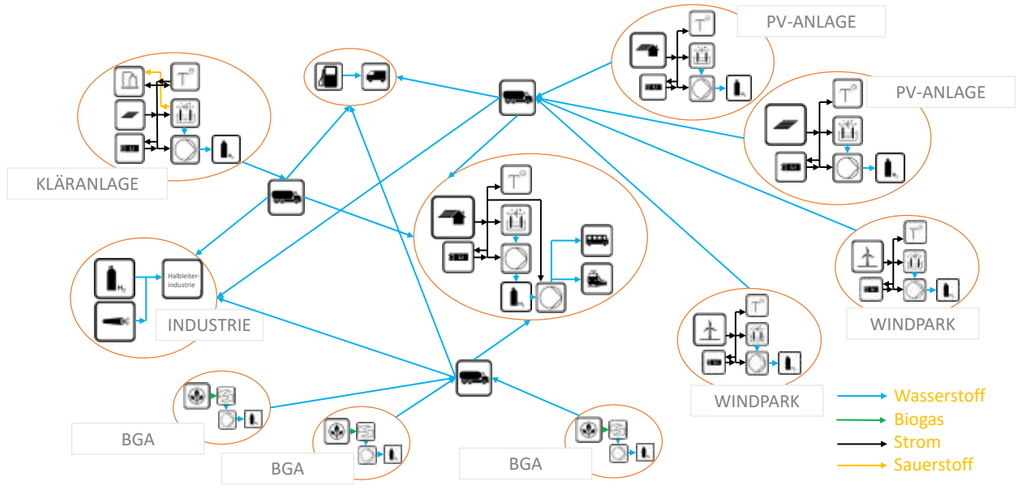
In Zusammenarbeit mit der Industrie sollen ein erstes Startvorhaben zum Einsatz von grünem Wasserstoff umgesetzt und der für eine Skalierung notwendige Infrastrukturaufbau geplant werden. Im Bereich der Wärmeversorgung werden erste Startprojekte entwickelt und in die Demonstration gebracht. Zusätzlich werden weitere Konzepte zum Wasserstoffeinsatz bzw. zum Einsatz stationärer Brennstoffzellen in unterschiedlichen Gebäudetypen entwickelt.

Ab dem Jahr 2030 ist die Skalierung der Wasserstoffaktivitäten in der gesamten Region geplant.

Fokus: Wasserstofferzeugung mittels Dampfreformierung von Biogas

Im Rahmen der HyStarter-Dialoge wurden im Landkreis Reutlingen die heutigen und die zukünftigen Wasserstoffbedarfe identifiziert und den regionalen Wasserstofferzeugungspotenzialen gegenübergestellt. Die Modellierung dieses Systems durch den Projektpartner Reiner-Lemoine-Institut diente der Validierung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit des Systems. Die modellierten Bedarfe umfassen den Betrieb von drei Bussen des ÖPNV mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 7,28 kg/100 km, drei Triebwagen (28 kg/100 km) und einem Müllfahrzeug (30 kg/Woche). Darüber hinaus wurden die Bedarfe der Industrie mit 8,5 kg/h und die der Kläranlage mit 1.142 MWh/a Strom und 6.800 kg/Tag Sauerstoff in der Simulation berücksichtigt.

Für die Wasserstofferzeugung wurden PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von etwa 8.400 kW, Windparks mit insgesamt 6.000 kW Leistung und Biogas (BGA) mit 1.032,5 m³/h berücksichtigt. Zudem sind die Transportdistanzen vom Erzeugungsstandort zum Verbrauchsstandort (Tankstelle/Industrie) berechnet worden, um die Trailerbelieferung einzupreisen.



Detailliertes Technologiekonzept einer dezentralen Wasserstoffproduktion im Landkreis Reutlingen (© Landratsamt Reutlingen/Reiner-Lemoine-Institut)

Im Ergebnis der Modellierung kann gesagt werden, dass ein regionaler Überschuss an Wasserstoff besteht, der die Nachfrage in jeder Stunde des Jahres zuverlässig deckt. Dies ist je nach Erzeugungspfad und Standort mit unterschiedlichen Wasserstoffgestehungskosten verbunden.

Es kann festgehalten werden, dass die HyStarter-Region Reutlingen ein enormes Potenzial für die Wasserstoffproduktion, primär durch die Biogasanlagen als auch sekundär durch PV-Anlagen und Windkraftanlagen besitzt und dies wirtschaftlich darstellbar ist.

Erzeugungspotenzial in kg H_2/a		Abnahmepotenzial in kg H_2/a	
WEA	209.105 kg H_2/ a	3 Busse	15.545 kg H_2/a
Biogasanlagen	983.503 kg H_2/ a	3 Triebwagen (Zug)	90.566 kg H_2/a
PV-Anlagen	166.186 kg H_2/ a	1 Müllfahrzeug	1.560 kg H_2/a
		Industrie	74.460 kg H_2/a
Summe	1.358.794 kg H_2/ a		182.131 kg H_2/ a

Am Beispiel einer Biogasanlagenkapazität von 550 m³/h wurden die Potentiale der Dampfgasreformierung quantifiziert. Durch die Dampfgasreformierung dieser Anlage können jährlich 177.739 kg H_2 aus insgesamt 1.634.379 m³ Biogas bereitgestellt werden. Werden konstant 550 m³/h Biogas in Wasserstoff umgewandelt, so lässt sich die Ausbeute auf 523.848 kg H_2 pro Jahr steigern. Der Energieeinsatz für die Dampfreformierung und die nachgeschaltete Reinigung beträgt 1.235 MWh/a, die anschließende Komprimierung für den Transport des Wasserstoffs noch einmal 236 MWh/a elektrische Energie.

Komponente	Kosten in €/a
Biogas (37,5 ct/m³)	+612.892
Dampfreformierung + Reinigung	+162.747
Kompressor	+22.840
Wasserstoffspeicher	+68.646
Strom	+272.713
Summe	**+1.139.838**
H_2-Gestehungskosten in €/kg	+6,41
Ertrag in €/kg	-1,57

Bei einer vollständigen Abnahme des in der Dampfreformierung produzierten Wasserstoffs kann ein Gewinn erzielt werden: Die Wasserstoffgestehungskosten liegen mit 6,41 €/kg unter dem aktuellen Wasserstoffpreis von Tankstellen in Deutschland von 9,50 €/kg brutto (7,98 €/kg netto).

REGION
RÜGEN-STRALSUND

Verantwortliche Betreuung der Region
Nuts One GmbH
nuts.one

EnergieWerk Rügen e.G.
Hansestadt Stralsund
IRES Institut für Regenerative EnergieSysteme an der Hochschule Stralsund
Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH
Landkreis Vorpommern-Rügen
Mukran Port
Nachhaltigkeitszentrum Rügen e.V.
SWS Energie GmbH
SWS Seehafen Stralsund GmbH
UmWeltSchule Rügen e.V.
Weiße Flotte GmbH
Windenergiecluster Mecklenburg-Vorpommern
Wirtschaftsfördergesellschaft Vorpommern mbH
Verkehrsgesellschaft Vorpommern-Rügen mbH
Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Rügen

© Hansestadt Stralsund/Pressestelle

„Unser Ziel ist es, die Lebensqualität der Menschen zu verbessern. Wir wollen wirtschaftliche Projekte entwickeln und dabei auch Erzeugungskapazitäten für grünen Wasserstoff in den Blick nehmen“, so Dr.-Ing. Alexander Badrow, Oberbürgermeister der Hansestadt Stralsund (März 2021)

© Landkreis Vorpommern-Rügen

„Wo etwas Neues entstehen soll, braucht es immer Freiraum. Kreative Ideen brauchen Mut in der Entstehung und fruchtbaren Austausch in der Entwicklung. Das Projekt HyStarter schaffte hierfür die Rahmenbedingungen“, so Dr. Stefan Kerth, Landrat des Landkreises Vorpommern-Rügen (März 2021)

Die HyStarter-Region Rügen-Stralsund im Jahr 2020

Der Landkreis Vorpommern-Rügen liegt im Norden der Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern (MV) und somit direkt an der Ostsee. Aufgrund der Kreisgebietsreform vom 4. September 2011 ist der zuvor eigenständige Landkreis Rügen mit dem Landkreis Nordvorpommern und der kreisangehörigen Hansestadt Stralsund zum Landkreis Vorpommern-Rügen umstrukturiert worden. Der neue Landkreis ist nunmehr der nach Fläche fünftgrößte Landkreis Deutschlands. Hier leben 225.889 Einwohnerinnen und Einwohner. Der Landkreis ist durch seine maritime Lage an der Ostsee gekennzeichnet und bei Touristen aufgrund der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst und der Insel Rügen bekannt. Die Insel Rügen ist durch die Rügenbrücke und den Rügendamm mit Stralsund und dem Festland verbunden. Vor allem die Siedlungsstruktur der Insel Rügen charakterisiert sich durch eine Vielzahl kleiner Gemeinden mit vielen Ortsteilen.

Die Unternehmenslandschaft von Mecklenburg-Vorpommern ist durch eine äußerst kleinbetriebliche Strukturierung gekennzeichnet. 22 % der beschäftigten Männer und Frauen arbeiten in Kleinstbetrieben mit weniger als 10 Beschäftigten und 81 % in kleinen und mittleren Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten. Großunternehmen sind in Mecklenburg-Vorpommern so gut wie gar nicht vertreten, nur etwas mehr als 50 Betriebe haben mehr als 500 Beschäftigte. Im LandkreisVorpommern-Rügen sind 69 Betriebe (ab 20 Beschäftigten) angesiedelt mit insgesamt 4.474 Beschäftigen. Der Landkreis weist mit einer Industriedichte von 20 den geringsten Wert aller Landkreise in Mecklenburg-Vorpommern auf. Auch wenn die kleinen Unternehmen eine stabile und entwicklungsfähige Basis für die Wirtschaft des Landes darstellen, sind sie in besonderem Maße mit spezifischen Entwicklungshemmnissen (insbesondere Finanzierungshemmnissen und Informationsdefiziten) konfrontiert.

Die HyStarter-Region Rügen-Stralsund möchte ihrer Verantwortung im Klimaschutz gerecht werden. So ist sie im Oktober 2009 dem globalen Klima-Bündnis „Climate Alliance“ beigetreten und verpflichtet sich hierdurch freiwillig zu einer kontinuierlichen Verminderung der Treibhausgasemissionen. Ziel ist es, den CO_2-Ausstoß alle fünf Jahre um 10% zu reduzieren. Dabei soll der wichtige Meilenstein – die Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen (Basisjahr 1990) – bis spätestens 2030 erreicht werden. Die Insel Rügen hat sich langfristig zum Ziel gesetzt, eine Null-Emissionen-Insel zu werden. Zur Verwirklichung des Ziels ist eine Vielzahl von gesellschaftlichen, technologischen und strukturellen Veränderungsprozessen erforderlich. Die lokale und regionale Kreislaufwirtschaft muss zu einer bedeutenden Wirtschaftsform werden. Darüber hinaus ist es notwendig, dass der Energieverbrauch durch Effizienzmaßnahmen verringert und aus regional verfügbaren, erneuerbaren Energien gedeckt wird. Um die europäischen und nationalen Klimaziele einzuhalten, muss der Landkreis bis spätestens 2050 klimaneutral sein.

Die Windenergie spielt im Landkreis eine bedeutende Rolle. Man will aber nicht nur Installationsraum von EE-Anlagen sein. Es sollen Möglichkeiten der sozialen und ökonomischen Teilhabe eröffnet und die Energiewende in Einklang mit der schützenswerten Natur der Region gebracht werden. Durch das Auslaufen der Einspeisevergütung gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) für ältere Anlagen ergeben sich viele Fragen hinsichtlich deren Nachnutzung.

Die Wasserstoffregion Rügen-Stralsund im Jahr 2035

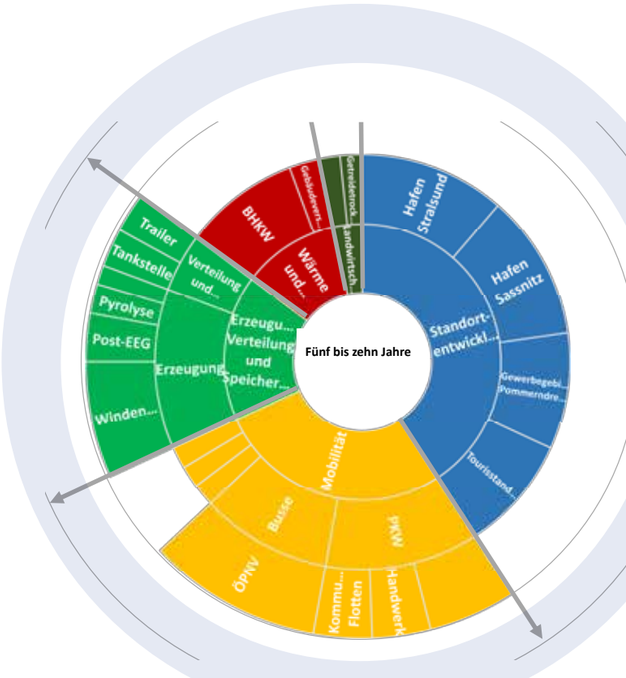
Die Wasserstoffregion Rügen-Stralsund zeichnet sich durch eine hohe Diversität der Akteure und Aktivitäten sowohl auf Produktions- wie auch auf Nutzerseite aus. Der im HyStarter-Prozess zu Beginn des Jahrzehnts vereinbarte Keimzellenansatz wurde realisiert und war ein wichtiger strategischer Ansatz zur Etablierung der Wasserstoffregion.

Ziel des Keimzellenansatzes war es, die Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff innerhalb einer Keimzelle spezifisch auszuarbeiten und Überschüsse an regional erzeugtem Wasserstoff weiteren regionalen Keimzellen zur Verfügung zu stellen. Der Keimzellenansatz ermöglichte es, parallele Aktivitäten anzustoßen und mehrere Nutzer und Erzeuger zusammenzubringen, um die individuellen Risiken zu minimieren, wenn eine Projektidee sich als Sackgasse herausstellte.

Die bis 2030 geplante Demonstrationsphase zur Umsetzung von Leuchtturmprojekten, welche die wirtschaftliche und technische Machbarkeit der Projektideen evaluieren und erste Erzeuger und Abnehmer von Wasserstoff in der Region etablieren sollte, wurde wie geplant erfolgreich abgeschlossen: Die Wasserstoffbusse der VRR erfreuen sich großer Beliebtheit bei Pendlern und Touristen und werden mit Wasserstoff aus regionalen Biogas-Reformierungsanlagen und Elektrolyse-Wasserstoff aus Windenergie betrieben. Mehr und mehr Logistikunternehmen setzen auf Wasserstoffantriebe zur Dekarbonisierung ihrer Fuhrparks und auch die städtischen und kommunalen Entsorgungsbetriebe haben die Vorteile des Brennstoffzellenantriebs (emissionsfrei, geräuscharm) für sich entdeckt. Die realisierten Projekte und Infrastrukturen bilden nun die Basis, auf der sich weitere Keimzellen der regionalen Wasserstoffwirtschaft entwickeln können.

Auch wenn nicht alle im Rahmen von HyStarter Anfang des Jahrzehnts definierten Projektideen vollumfänglich umgesetzt werden konnten, so sind im Laufe der Zeit neue Ideen aus dem anschließenden HyExperts-Projekt und auf Basis der weiteren Projekterfahrungen entwickelt und realisiert worden. In Folge existiert in der Region Rügen-Stralsund ein umfangreiches Experten- und Erfahrungswissen bei allen Beteiligten.

Dem Ziel der grünen Hafenwirtschaft am Standort Saßnitz sind die Akteure nach Durchführung von Machbarkeitsstudien und ersten umsetzungsorientierten Maßnahmen zur Transformation der Häfen einen guten Schritt nähergekommen. Die Kooperation zwischen der Hochschule Stralsund und der ansässigen Industrie wie Ampereship mündete im Bau von emissionsfreien Fähren.



Handlungsfelder für die Wasserstoffaktivitäten in der Region bis 2030 (© BMDV/Nuts One)

Die Transformationsphase in der Region Rügen-Stralsund

Die Transformationsphase in der Region Rügen-Stralsund erfolgt in 5 Handlungsfeldern: Koordination-Steuerung-Gesellschaft, Wasserstofferzeugung, Wasserstoffnutzung in der Mobilität, Wasserstoffnutzung in der Wärme, Wasserstoffwirtschaft. Dabei verfolgt die Region die übergeordneten Ziele:

- Ökonomisch: Aufbau einer regionalen grünen Wasserstoffwirtschaft im Landkreis Vorpommern-Rügen, einhergehend mit neuen Wertschöpfungseffekten, Neuansiedlungen von Industrieunternehmen in grünen Gewerbegebieten und der Schaffung von Arbeitsplätzen; Speicherung von Überschussstrom und regionale Nutzung.
- Ökologisch: Mitgestaltung der Energiewende vor Ort zum Erreichen der Klimaschutzziele und Reduktion der Treibhausgasemissionen, Luftreinhaltung, Schutz der Meeresumwelt der Ostsee und Boddengewässer.

Ein wichtiges Handlungsfeld, die Dekarbonisierung der Landwirtschaft durch den Einsatz von regional erzeugtem, grünem Wasserstoff als Kraftstoff für Landmaschinen konnte aufgrund des fehlenden Angebots an wasserstoffbetriebenen Landmaschinen im Rahmen des HyStarter-Dialogs nicht weiter vertieft werden. Die regionalen Akteure sind sich jedoch einig, gemeinsam dieses Handlungsfeld in der Zukunft aktiv zu erschließen und entsprechende Initiativen seitens der Industrie zu unterstützen.

Die Projektideen je Handlungsfeld:

© BMDV/Nuts One

Fokus: Wasserstoff aus Windenergie

Aufgrund der großen Potentiale an erneuerbaren Energien in der Region Rügen-Stralsund wurde ein thematischer Schwerpunkt der Diskussionen in HyStarter auf die Wasserstofferzeugung aus Windenergie gesetzt. Nachnutzungskonzepte für Windenergieanlagen, die zum 01.01.2020 (nach EEG-Novelle Übergangsregelung bis zum 01.01.2021) aus der EEG-Vergütung fallen werden, sind von besonderem Interesse für die Akteure der Region Rügen-Stralsund. Dies betrifft 63 Anlagen mit einer installierten Leistung von 43 MW im Landkreis.

Für die Wasserstofferzeugung müssen unter den zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge gültigen regulatorischen Bedingungen Modelle gefunden werden, um Abgaben, Umlagen, etc. – und damit den Strompreis – zu reduzieren. Das EEG 2021 sieht eine Umlagebefreiung für die Nutzung von Ökostrom für die Wasserstofferzeugung vor. Darüber hinaus sind kurze Transportwege des Wasserstoffs bzw. geringe Umwege für Wasserstoff-Verbraucher zur Tankstelle wichtig, um Transportkosten gering zu halten.

Technische Machbarkeit und Marktverfügbarkeit von Systemlösungen

Die elektrolytische Wasserstofferzeugung aus Windenergie oder Solarstrom ist technisch machbar und erprobt. Geeignet für die H_2-Produktion aus Windenergie sind vor allem Polymer-Elektrolyt-Membran- (PEM) sowie alkalische Elektrolyseure, u. a. aufgrund ihrer Modulierbarkeit. Technisch ist die Kopplung eines Elektrolyseurs an einzelne oder mehrere Windkrafträder möglich. Es bedarf einer Wasserversorgung mit mindestens Leitungswasserqualität, die in den Windparks oftmals nicht vorhanden ist. Bei unzureichender Wasserqualität wird eine separate Wasseraufbereitungsanlage benötigt. Ein Verdichter ist für die Speicherung des Wasserstoffs notwendig. Die hierfür benötigten Komponenten, mit Ausnahme des Verdichters, werden ebenfalls in dem Container installiert. Je nach Elektrolyseurgröße braucht man ca. eine Aufstellfläche für zwei 20-Fuß-Container. Die Nutzung der Beiprodukte Sauerstoff und der Abwärme kann die Gesamtsystemeffizienz der Nutzung von erneuerbarem Strom zur Wasserstoffherstellung erhöhen. Die Distribution des produzierten Wasserstoffs kann durch Trailer-Abfüllungen oder per Einspeisung in ein ggf. zu errichtendes Pipelinenetz vorgenommen werden. Aufgrund der verschiedenen Standorte der Windparks sowie der ggf. höheren Anzahl von Elektrolyseuren je Windpark empfiehlt sich für die Regionen eine Trailer-Abfüllung, um den Wasserstoff dann nach dem sogenannten „Milchkannen-Prinzip" einzusammeln und an den Ort der Nutzung zu transportieren.

Wirtschaftlichkeit der elektrolytischen Wasserstoffproduktion aus Windenergie

Für den Anlagenbetreiber ergeben sich verschiedene Variablen zur Beeinflussung der Wirtschaftlichkeit der Wasserstoffelektrolyse. Hinsichtlich der Investitionskosten (CAPEX) spielt der Auslastungsgrad des Elektrolyseurs eine große Rolle. Die spezifischen Wasserstoffgestehungskosten sinken erheblich mit zunehmenden Volllaststunden des Elektrolyseurs. Im Sinne einer möglichst kostengünstigen Wasserstoffproduktion sollte als Faustformel mindestens ein Volllaststundenbereich von 2.000 bis 3.000 h – und nach Möglichkeit mehr – angestrebt werden.

Die Betriebskosten (OPEX) werden vorrangig durch die Regulatorik beeinflusst, aber auch der Strombezugspreis und die Stromnebenkosten wirken sich auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrolyse aus. Der Strombezugspreis ist vor allem von der gewählten Stromquelle abhängig. Hierbei sind weniger die Stromgestehungskosten der Orientierungswert, sondern der Preis, den der Elektrolyseurbetreiber dem Stromanlagenbetreiber bezahlen muss. Die Stromnebenkosten setzen sich aus den Netzentgelten, der EEG-Umlage, der Stromsteuer sowie den netzentgeltgekoppelten Abgaben zusammen und müssen auf den Strombezugspreis addiert werden.

Nutzen und Risiken der Wasserstofferzeugung aus Post-EEG- Windanlagen

Ein Weiterbetrieb von Post-EEG-Windenergieanlagen zur Wasserstofferzeugung hat den Vorteil, dass die Anlagen nicht abgebaut werden und weiterhin einen Beitrag zur Energiewende leisten, sollte ein Repowering am Standort nicht möglich sein. Jedoch führt die kurze Rest-Lebensdauer der Windenergieanlagen (~7 Jahre) zu hohen Unsicherheiten, wie lange das System genutzt werden kann.

Die Lebensdauer eines Elektrolyseurs beträgt 15 bis 20 Jahre. Sollte die Windenergieanlage einen teuren Schaden erleiden, muss der Elektrolyseur zurückgebaut werden. Daher kann auch ein möglicher Wasserstoff-Abnehmer nicht mit einer sicheren Wasserstoffversorgung planen, wenn zum Beispiel Mindestmengen für den ÖPNV bereitgestellt werden sollen. Werden Kredite von Banken in Anspruch genommen, muss dargestellt werden, wie mit diesen Risiken umgegangen wird, bzw. es ist mit Risikoaufschlägen zu rechnen. Der Zusammenschluss mehrerer Post-EEG-Anlagen und die Kombination mit anderen Wasserstofferzeugungsquellen können Risiken senken. Exemplarisch für eine Restlaufzeit ausgeförderter Windenergieanlagen von 10 Jahren belaufen sich die Wasserstoffgestehungskosten für ein Kilogramm Wasserstoff auf 10,56 €/kg H_2 verglichen zu 8,25 €/kg H_2 bei Anlagen mit einer Restlaufzeit von 20 Jahren.

LANDKREIS **SCHAUMBURG**

Initiatoren
Landkreis Schaumburg, Leitstelle Klimaschutz
www.schaumburg.de

Verantwortliche Betreuung der Region
Spilett new technologies GmbH
www.spilett.com

Ahrens Solartechnik GmbH & Co. KG
ARL – Amt für regionale Landesentwicklung Leine-Weser
Aspens GmbH
Bürgerenergiewende Schaumburg e.V.
Energieservice Westfalen Weser GmbH
H_2 Green Power & Logistics GmbH
ISFH – Institut für Solarenergieforschung Hameln
LEE – Landesverband Erneuerbare Energien Niedersachsen-Bremen e.V.
Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen-Wolfsburg GmbH
Raiffeisen Landbund eG
Stadt Stadthagen
Stadtwerke Rinteln GmbH
Stadtwerke Schaumburg-Lippe GmbH
VAWT Engineering
Westfalen Weser Netz GmbH

© Landkreis Schaumburg

„Das vorliegende Handlungskonzept soll als Einladung an alle Menschen im Landkreis Schaumburg verstanden werden, sich mit den Potentialen und Chancen, sowie den Herausforderungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie auseinanderzusetzen und die eigene Rolle im anstehenden Transformationsprozess zu finden – damit aus dem historischen Kohlerevier Schaumburg ein nachhaltiger Energieproduktionsstandort mit Zukunftscharakter entsteht.“ Landrat Jörg Farr, Landkreis Schaumburg (März 2021)

Der Landkreis Schaumburg im Jahr 2020 (HyStarter-Region)

Als ländlich geprägte aber dicht besiedelte Region in Niedersachsen im Großraum Hannover gleicht der Landkreis Schaumburg mit seiner Bevölkerungsstruktur, geografischen Lage und landschaftlichen Prägung „Deutschland im Kleinen“: Mit mehreren Mittelgebirgen, der deutschen Tiefebene und dem Steinhuder Meer grenzt der Landkreis im Süden und Westen an Nordrhein-Westfalen.

Aufgrund seiner Lage zwischen den Ballungszentren Berlin, Hannover-Wolfsburg-Braunschweig, dem Ruhrgebiet und dem Rheinland befindet sich die Region im Zentrum einer der wichtigsten Verkehrsachsen Deutschlands. Dies wird auch anhand der guten Verkehrsinfrastruktur ersichtlich, die sich durch mehrere Eisenbahnverbindungen, Deutschlands meistbefahrene Autobahn, die A2, sowie die Weser im Süden und den durchquerenden Mittellandkanal als Wasserstraßen auszeichnet. Insbesondere die Eisenbahnverbindungen stehen mit ihren geplanten Ausbauten oft im Fokus deutschlandweiter Betrachtungen zur Stärkung des Schienenverkehrs. Trotz aller vorhandenen Infrastruktur wird gerade im Mobilitätsbereich noch ein hohes Entwicklungspotential im Landkreis Schaumburg gesehen. Die von den Verkehrsachsen ausgehenden Emissionen stellen eine Herausforderung, aber auch Chancen bei der Dekarbonisierung des Verkehrssektors dar.

Als eines der ältesten Kohlereviere Norddeutschlands mit einigen ehemaligen Bergwerken und Halden soll sich der Landkreis Schaumburg von einer einstigen Energieregion zu einem neuen Energieproduktionsstandort mit Zukunftscharakter entwickeln. Die Region blickt dabei auf eine außergewöhnliche Historie zurück, die über weite Strecken auch eine Geschichte des Wasserstoffs ist. Bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts entstand durch den Bau einer Kokerei ein für die Region außergewöhnlich dichtes Gasnetz. Sowohl das Kokereigas als auch das genutzte Stadtgas bestanden zu mehr als 55 % aus Wasserstoff. Bis zur Umstellung auf Erdgas Ende der 1960er Jahre konnte die Region durchaus als Wasserstoffregion bezeichnet werden. Sowohl in den privaten Haushalten als auch in Industrie und Gewerbe spielt Gas als Primärenergie bis heute eine herausragende Rolle. Um diese Strukturen auch nach der beschlossenen Dekarbonisierung nutzen zu können, ist der Wiedereinstieg in eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft unumgänglich.

Der Landkreis Schaumburg hat seine Kompetenzen und Kapazitäten für Innovationen sowie gesellschaftliche Prozesse und Beteiligungen durch eine stetige und erfolgreiche Teilnahme an Landes- und Bundeswettbewerben bereits bewiesen. Dies wird durch eine sehr gute (überregionale) Vernetzung mit allen wesentlichen Akteuren untermauert und soll auch zukünftig fortgeführt werden. Eine zukünftige Wasserstoffregion braucht eine breite Akzeptanz von Wasserstoff als Zukunftsenergie auf allen Ebenen: Von der Politik über Organisationen, Verbände, Industrie, Handwerk, Wirtschaft, Banken bis zum privaten Verbraucher. Darauf aufbauend soll der konkrete Einstieg in die sich entwickelnde Wasserstoffwirtschaft beginnen, um den Landkreis zu einer vorbildhaften und beispielgebenden Wasserstoffregion Deutschlands und Europas zu entwickeln.

Der Landkreis Schaumburg im Jahr 2030 (Wasserstoffregion)

Im Jahr 2030 ist Wasserstoff als wichtiger Baustein der Sektorenkopplung im Landkreis Schaumburg etabliert. Daneben soll die Hochlaufphase zur Dekarbonisierung der regionalen Verkehrs- und Wärmemärkte sowie der Energieversorgung von Industrie- und Produktionsstandorten mit Wasserstoff gestartet sein: Die Rollenverteilung zwischen Wasserstoff und weiteren Energiespeichern (z. B. Wärmespeichern, Batteriespeichern), zwischen Brennstoffzellen und Wärmepumpen, zwischen Brennstoffzellen- und verbrennungsmotorischen Antrieben sowie zwischen elektrolytischer und thermolytischer Wasserstoffproduktion bzw. der Reformierung von Wasserstoff aus Biogas zur Unterstützung der Transformationsprozesse bis zur vollständigen Dekarbonisierung im Jahr 2050 ist geklärt. In vielen Situationen werden hybride Technologiesysteme und Handlungsansätze als Vorzugslösung anerkannt.

Die Öffentlichkeit im Landkreis Schaumburg ist mit dem neuen Energieträger Wasserstoff vertraut und fragt ihn zunehmend auch im privaten Umfeld nach. Es haben sich mehrere Unternehmen aus dem Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie für Schaumburg als Forschungs- und Produktionsstandort entschieden, wodurch neue Arbeitsplätze in der Region geschaffen wurden. Das Handwerk ist qualifiziert und sorgt für einen zuverlässigen Ausbau und Betrieb der Anwendungen.

Die regionalen und die Transitverkehre finden ausreichend Tankstellen an zentralen Orten vor, um ihre Fahrzeuge zu Land und zu Wasser mit Wasserstoff aus der Region zu betanken. In der Region Schaumburg wurden darüber hinaus Servicewerkstätten ertüchtigt, um Brennstoffzellenfahrzeuge und Tankstellen zu warten und zu reparieren. Der Betrieb von Wasserstofftankstellen erfolgt dabei durch regionale Pächter. Die Genehmigungsprozesse für neue Tankstellen verlaufen schnell und unkompliziert.

Der Wasserstoff wird vorrangig regional aus erneuerbaren Energien (Elektrolyse aus PV-Anlagen) und durch Schließung von Stoffkreisläufen (chemisches Recycling bzw. Reformierung) bereitgestellt. Die für PV nutzbaren Dachflächenpotenziale konnten durch die Unterstützung der Energieagentur Schaumburg zu einem Großteil erschlossen werden. Dies gilt ebenso für das Potenzial aus PV-Freiflächenanlagen. Während die PV-Anlagen auf Hausdächern vor allem zur Deckung des eigenen Energiebedarfs dienen, werden die Freiflächenanlagen explizit zur regionalen Wasserstoffproduktion genutzt.

Die Gasverteilnetze transportieren steigende Mengen an Wasserstoff und erste lokale Wasserstoffnetze versorgen Wohnquartiere und Industriestandorte direkt. Der unterirdische Transport von Wasserstoff entlastet perspektivisch die Region durch eine Reduzierung des straßengebundenen Transports von Wasserstoff. Die Gasnetzbetreiber haben den Wasserstoffvertrieb in ihr Produktportfolio aufgenommen und die Expertise zur Überprüfung der Wasserstoffqualität und zur Aufreinigung des Wasserstoffs ausgebaut. Durch die steigenden Anteile von Wasserstoff im Erdgasnetz sowie durch an H_2-betriebene BHKW angeschlossene Wärmenetze konnten auch hunderte kommunale Gebäude ihren CO_2-Fußabdruck reduzieren. Dies gilt insbesondere für Gebäude, die nicht auf reine Brennstoffzellenheizungen umgestellt werden konnten oder deren Sanierung noch bevorsteht.

Das Entwicklungsgebiet Halde Georgschacht wurde zu einem Standort für die Demonstration der Sektorenkopplung von erneuerbaren Energien und Wasserstoff ausgebaut und hat sich zu einem bundesweit beliebten Exkursionsort für Fachpublikum und Öffentlichkeitsarbeit entwickelt.

Im Landkreis Schaumburg wurde der deutschlandweit erste Wasserstoff-Umschlagplatz zum Transport von Wasserstoff über Binnengewässer in Betrieb genommen und sorgt für einen reibungslosen überregionalen Vertrieb von Wasserstoff auf dem Wasserweg als alternative Ergänzung zum straßen- oder netzgebundenen Transport. Die Region hat sich dadurch zu einem zentralen Umschlagplatz für in Norddeutschland produzierten Wasserstoff zum Transport in südliche, östliche und westliche Richtung entwickelt.

Autarke oder teilautarke Gebäudeenergiekonzepte und Quartierslösungen ermöglichen eine ganzjährig sichere Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien, die mit Wasserstoff über eine saisonale Speicherlösung verfügen. Das regionale Handwerk wurde qualifiziert, Brennstoffzellenheizungen und hybride Wärmekonzepte zu planen, zu installieren, zu warten und bei Bedarf zu betreiben. Es wurden öffentliche Gebäude im Rahmen der energetischen Sanierung mit Brennstoffzellensystemen ausgestattet und haben durch Vorbildwirkung einen Boom auf diese Technologie auch bei privaten Hausbesitzern ausgelöst.

Die Transformationsphase im Landkreis Schaumburg

Die verantwortungsvolle Gestaltung des Transformationsprozesses bedeutet für die zukünftige Wasserstoffregion Schaumburg:

- mit kleinskaligen Projekten zu beginnen und von Beginn an die Skalierung mitzudenken,
- Einzelvorhaben inhaltlich und zeitlich zu vernetzen, um Synergien zu nutzen,
- zeitnah aus Projekten und Fehlern zu lernen und das Wissen breit zu teilen,
- vorhandene Fördermöglichkeiten zu nutzen, um die wirtschaftlichen Risiken der Forschungs- und Demonstrationsvorhaben zu senken,
- eine unmittelbare Sichtbarkeit für alle Bürger und Unternehmen in der Region zu schaffen, um einen begleitenden gesellschaftlichen Diskurs zu ermöglichen und Akzeptanzrisiken rechtzeitig zu erkennen.

Der Handlungsansatz der Wasserstoffregion Schaumburg zielt daher auf einen dezentralen Ausbau der Aktivitäten in vier Handlungsfeldern (Themenclustern) ab. Begleitet wird die Etablierung der Wasserstoffwirtschaft durch eine Qualifizierungs- und Bildungsoffensive zur frühzeitigen Einbindung und Ertüchtigung regionaler Unternehmen und zur Sicherstellung des Fachkräftenachwuchses. Die initialen Projekte sind dabei Vorbild sowie Lern- und Qualifizierungsobjekte zur Demonstration der unterschiedlichen Perspektiven der (sektorengekoppelten) Wasserstoffwirtschaft in kleinem Maßstab. Sie sollen anderen regionalen Akteuren als Anstoß für weitere Projektideen und Aktivitäten dienen. Die Skalierung soll dabei unter Berücksichtigung der jeweiligen Technologie- und Marktreife sowie unter heutigen und zukünftigen Rahmenbedingungen erfolgen.

Zusätzlich zu den je Themenfeld zu entwickelnden Projekten soll mindestens ein konkreter Standort als Ausgangspunkt für die Demonstration einer sektorengekoppelten Wasserstoffwirtschaft in der Region Schaumburg entwickelt und aufgebaut werden, um alle Perspektiven der Wasserstoffwirtschaft – Produktion, Nutzung im Wärme- und Verkehrsbereich, Logistik – erlebbar zu machen.

Handlungsansatz zur Etablierung der Wasserstoffregion Schaumburg.

© Landkreis Schaumburg / Spilett

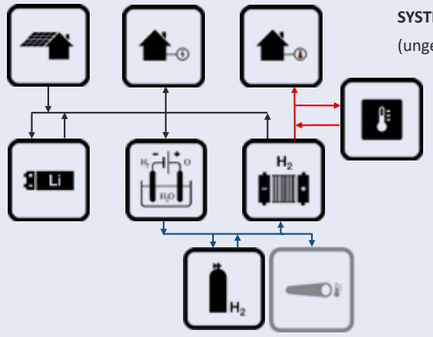
Fokus: Autarke Gebäudeenergieversorgung mit Wasserstoff

Im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge wurden die autarke Gebäudeenergieversorgung aus PV-Dachanlagen unter Verwendung von Wasserstoff als saisonalem Energiespeicher durch den Projektpartner Reiner-Lemoine-Institut modelliert und mit den regionalen Akteuren diskutiert.

Im Ergebnis der Modellierung kann festgehalten werden: Die autarke Gebäudeenergieversorgung mit Wasserstoff ist technologisch möglich, energetisch sinnvoll und wird in einigen Projekten auch heute bereits realisiert. Jedoch ist die Wirtschaftlichkeit aufgrund der hohen Technologiekosten sowie der notwendigen (Über-)Dimensionierung der Komponenten auf die Sicherstellung der Energieversorgung in selten auftretenden Lastspitzenzeiten zum heutigen Zeitpunkt noch nicht gegeben. Dies gilt momentan allerdings auch für andere Technologielösungen wie Batteriespeicher in der erforderlichen Dimensionierung und Leistungsfähigkeit.

Die hohen Kosten waren überwiegend der Anforderung einer 100%igen Energieautarkie geschuldet. Das erforderliche Technologiesystem war somit für die meiste Zeit des Jahres deutlich überdimensioniert. Eine Optimierung unter Aufweichung des 100%-Autarkiegedankens führte zu Kostensenkungen durch eine kleinere Dimensionierung wesentlicher Komponenten des Technologiesystems. Jedoch liegen auch die reduzierten Kosten noch deutlich über den zum Zeitpunkt der Strategiedialoge im Sommer 2020 gültigen Vergleichskosten für Energie aus fossilen Quellen (ohne CO_2-Bepreisung).

Modellierung der Projektidee „Energieautarkes Bürogebäude“ mit Annahmen aus der Region



SYSTEMANFORDERUNG: 22.822 kWh/Jahr Strom, 20.388 kWh/Jahr Wärme (ungefördertes System)

	AUTARK	TEILAUTARK
PV-Anlage	230 kW_p	210 kW_p
Batteriespeicher	432 kWh	360 kWh
Elektrolyseur	8,6 kW	9 kW
Brennstoffzelle	10 kW_p	10 kW_p
Wasserstoffspeicher	285 kg	220 kg
Wärmespeicher	5.000 l	10 kWh
Energiekosten ohne Verkauf Überschussstrom	2,43 €/kWh	1,46 €/kWh
Energiekosten mit Verkauf Überschusstrom	0,56 €/kWh	0,42 €/kWh

Modellergebnisse „Energieautarkes Bürogebäude“ im Landkreis Schaumburg“ (© BMDV/RLI)

Die Anlagenauslegung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien im Gebäudeenergiebereich sollte aus Gründen der Wirtschaftlichkeit „hybrid und smart“ erfolgen, d.h. prioritär den „Regelbetrieb“ abdecken und auf eine externe, flexible Unterstützung zum Umgang mit selten auftretenden Leistungsspitzen zurückgreifen können. Im Falle der Anforderung einer 100 % autarken Gebäudeversorgung kann diese externe Unterstützung in einem smarten Energiemanagement, das vorausschauend Leistungsspitzen vermeidet bzw. abflacht oder in Kombination mit einer Wärmepumpe (hybrides Heizungssystem) erfolgen. Wenn eine teilautarke Energieversorgung eine Option ist, dann sollte geprüft werden, inwieweit sich diese Leistungskurven auch durch externe Energiequellen (Wasserstoffanlieferung, Stromnetzanschluss, Spitzenlastkessel mit Gasanschluss o. ä.) abdecken lassen.

Im Sinne einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung scheint die Quartierslösung, d. h. Vernetzung einzelner teilautarker Gebäude untereinander und ggf. mit einer benachbarten PV-Freiflächenanlage eine vielversprechende Lösung mit Aussicht auf einen wirtschaftlichen Betrieb – das entstehende Inselnetz ist in der Lage, die ganzjährige Versorgungssicherheit durch den Zugriff auf gemeinsame Speicher und Erzeugungsanlagen zu gewährleisten.

REGION **WEIMAR**

Initiatoren
Landratsamt Weimarer Land und Stadtverwaltung Weimar

Verantwortliche Betreuung der Region
Spilett new technologies GmbH
www.spilett.com

Bauhaus-Universität Weimar
BürgerEnergie Thüringen e.V.
Bus & Bahn Thüringen e.V.
Energieversorgung Apolda GmbH evapolda.de
IAB Weimar gGmbH
IBA – Internationale Bauausstellung Thüringen
IHK Erfurt
PVG mbH Weimarer Land
Stadtwerke & Stadtwirtschaft Weimar – SW Weimar
SolarInput e.V.
TEAG Thüringer Energie AG
Thüringer Erneuerbare Energien Netzwerk e.V.
Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (ThEGA)
TÜV Thüringen-Gruppe
VDV – Verband deutscher Verkehrsunternehmen

© Landratsamt Weimarer Land

© Matthias Eckert

„Ein ganz großes Dankeschön gilt allen Beteiligten des Projektes. Durch sie ist ein innovatives und zukunftsfähiges Konzept entstanden, das in den nächsten Jahren unbedingt weiter vorangetrieben werden soll. Mit Blick in die Zukunft liegt es an uns, wie wir mit den vorliegenden Informationen und Ergebnissen umgehen und weiter verfahren“,

sagen Christiane Schmidt-Rose, Landrätin Weimarer Land und Peter Kleine, Oberbürgermeister Stadt Weimar (Oktober 2021)

Die HyStarter-Region Weimar im Jahr 2020

Der ländlich geprägte Kreis Weimarer Land bildet zusammen mit der Stadt Weimar die Wirtschaftsregion WEIMARPLUS. Früher waren hier vor allem Landwirtschaft, Handwerk und Strickindustrie präsent. In den letzten drei Jahrzehnten hat sich die Region zu einem Gewerbe- und Industriestandort mit einem breit gefächerten Branchenmix entwickelt. Viele der hier ansässigen Unternehmen sind innovativ, kreativ und in den wichtigen Themenfeldern Umweltschutz, Energiewende, erneuerbare Energien, Rohstoffwiedergewinnung und verbesserter Rohstoffeinsatz engagiert. Dabei baut die Region auf die Zusammenarbeit mit den regionalen Wissenschaftsinstitutionen, wie der Bauhaus-Universität sowie den regionalen Forschungseinrichtungen.

Mit der Überarbeitung des bestehenden „Integrierten Klimaschutzkonzeptes“, der Erarbeitung eines Konzeptes für „Nachhaltige Mobilitätsentwicklung“ und der Fortschreibung des „Nahverkehrsplans 2014–2018“ für die Stadt Weimar zeigt die Region ihre deutlichen Ambitionen, eine Vorreiterrolle in den Bereichen Klimaschutz, erneuerbare Energien, Mobilitätswende und Nachhaltigkeit auch außerhalb der Landesgrenzen zu übernehmen. Insbesondere die Entwicklung alternativer, CO_2-armer bzw. -freier Optionen zur Energieversorgung von Gebäuden, speziell unter den Gesichtspunkten des Denkmalschutzes, stehen neben der Nutzung von klimafreundlichen Treib- und Kraftstoffen für den Verkehrssektor dabei im Fokus. Der schon heute gute und intensive Kontakt zur Bauhaus-Universität Weimar soll in diesem Projekt noch verstärkt werden, um neue und innovative Bildungsangebot zu entwickeln.

Die Implementierung emissionsarmer Energieträger im ÖPNV konnte in Weimar bisher in Ermangelung der infrastrukturellen Voraussetzungen nicht wie gewünscht umgesetzt werden, obwohl der Bereich „Verkehr“ in der Stadt Weimar den zweitgrößten THG-Emittenten darstellt.

In den letzten drei Jahrzehnten hat sich die Region zu einem Gewerbe- und Industriestandort mit einem breit gefächerten Branchenmix entwickelt.

Die Wasserstoffregion Weimar im Jahr 2030

Im Jahr 2030 versorgt eine Wasserstofftankstelle in Weimar neun Brennstoffzellen-Busse und ein Abfallentsorgungsfahrzeug der Stadtwirtschaft Weimar GmbH mit regional erzeugtem Wasserstoff aus der Elektrolyseanlage am Windpark Eckolstädt. Eine Vertriebsgesellschaft, gegründet und betrieben von regionalen Unternehmen, organisiert den Wasserstofftransport mittels Trailer vom Standort des Windparks bis zur Tankstelle.

Um ökonomisch sinnvoll arbeiten zu können, werden insbesondere für den Bau der Tankstelle landes- oder bundeseigene Förderprogramme genutzt.

Am Egon-Eiermann-Bau in Apolda sind die Planungen für ein Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerk und einen stationären Untertagespeicher abgeschlossen. Neben Wasserstoff kann das Blockheizkraftwerk auch mit Erdgas betrieben werden. In Kombination mit einer Finanzierung aus landes- und bundeseigenen Förderprogrammen kann die Versorgung des Gebäudekomplexes und des in Entwicklung befindlichen Quartiers auf lange Sicht wirtschaftlich betrieben werden.

In Zusammenarbeit mit der Bauhaus-Universität Weimar, der IHK Erfurt der Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur und weiteren Partnern ist ein Weiterbildungsprogamm für Ingenieure und Installateure der Fachbereiche Umwelt, Energie, Elektro- und Wärmeversorgung entwickelt worden. Die ersten Jahrgänge haben sich qualifiziert und stehen den Unternehmen der Wasserstoffwirtschaft im Weimarer Land und in Weimar zur Verfügung.

Nun werden die Weichen gestellt für den weiteren Ausbau der Wasserstoffregion bis 2050: Bis dahin soll die Akzeptanz der Wasserstofftechnologien und der zur Produktion von grünem Wasserstoff erforderlichen Erneuerbare-Energien-Anlagen noch weiter gesteigert werden. Auf vielen Ackerflächen sollen Agri-PV-Anlagen installiert werden, welche die weitere Nutzung der landwirtschaftlichen Nutzfläche ermöglichen. Damit dienen diese Flächen nicht nur zur Nahrungsmittel- sondern auch zur Strom- und damit zur Wasserstoffproduktion und steigern somit die Flächeneffizienz.

Der bereits begonnene Umbau der Busflotte Stadtwirtschaft Weimar und der umliegenden Verkehrsgesellschaften sowie der Fahrzeugflotten der regionalen Entsorgungsunternehmen auf Fahrzeuge mit Brennstoffzelleantrieb wird fortgeführt und beschleunigt. Die Einbindung eines weiteren Windparks in Eckolstädt und am Energieknoten Großschwabhausen soll den stetig steigenden Bedarf an Wasserstoff decken. Eine Wasserstoffpipeline zur unterirdischen Verbindung der Erzeugungsstandorte mit den Tankstellen in Weimar und Apolda, dem Eiermannbau in Apolda und dem Wohn- und Gewerbequartier im Weimarer Norden soll errichtet und zeitnah in Betrieb genommen werden. Es sind Pläne für die Einbindung der Kläranlage Tiefurt und der Kompostanlage Umpferstedt zur pyrolytischen Erzeugung von Wasserstoff erstellt.

Neben den Unternehmen zur Erzeugung des Wasserstoffs und den Anwendern haben sich bis zum Jahr 2050 neue Unternehmen für den Betrieb der Pipeline bzw. den Export des Wasserstoffs mittels Trailertransporten gegründet. Liefer- und Dienstleistungsverträge habe lange Laufzeiten, so dass eine preisstabile Versorgung über Jahre gesichert ist und für positive Wertschöpfungseffekte in der Region sorgt. Die Oberzentren Jena und Erfurt signalisieren der Wasserstoffregion Weimarer Land/Weimar Exportoptionen für „grünen“ Wasserstoff, die angrenzenden Landkreise nutzen das Konzept als Blaupause für ihre Region.

Die Transformationsphase in der Region Weimar

Die Transformationsphase in der Region Weimar zur Wasserstoffregion folgt den Leitbildern

- **Innovationen wagen:** Bereitschaft sichern, neue Wege zu beschreiten, zukunftsorientierte Ideen voranzubringen und Diskussionen mit anderen Branchen und kritischen Stimmen zu führen.
- **Grünen Wasserstoff einsetzen:** Den Klimaschutz als Markenzeichen der Region verstehen und Wasserstoff trotz seines limitierten Beitrags zum Erreichen der Klimaschutzziele als wichtiges Handlungsfeld platzieren.
- **Umsetzungsorientiert denken:** Projektideen, Maßnahmen und Fahrpläne so auslegen, dass sie möglichst kurzfristig umgesetzt werden können und „Konzept für die Schublade" vermeiden.

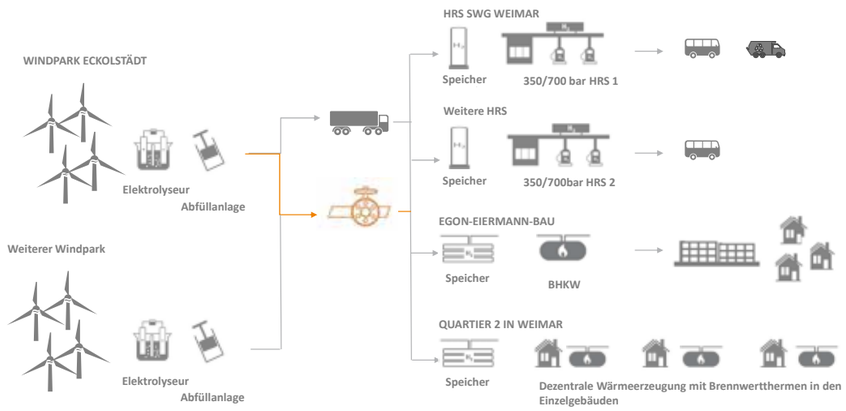
Der Hochlauf der Wasserstoffregion Weimar bis zum Jahr 2030 ist zweiphasig geplant:

In der **ersten Phase** wird der am Standort des Windparks Eckolstädt elektrolytisch produzierte Wasserstoff mittels Trailer (Lkw) an die Tankstelle der Stadtwerke & Stadtwirtschaft Weimar (SWG) und den Egon-Eiermann-Bau in Apolda transportiert und dort in unter- bzw. oberirdischen Speicheranlagen gelagert. Hier steht er dann für die Betankung der ersten neun Busse des ÖPNV und des Müllsammelfahrzeugs der Stadt Weimar bzw. dem Brennstoffzellen-Blockheizraftwerks des Egon-Eiermann-Baus im Weimarer Land zur Verfügung.

Das Technologiekonzept für die erste Phase des Handlungskonzeptes (© BMDV/Spilett)

In der **zweiten Phase** soll der komplette Busverkehr in Weimar auf Brennstoffzellenantrieb umgestellt und neben dem Egon-Eiermannbau die Energieversorgung eines weiteren repräsentativen Quartiers betrachtet werden. Neben dem straßengebundenen Transport von Wasserstoff soll auch der Transport via Wasserstoffpipeline erfolgen.

Die aus Phase 1 und Phase 2 gewonnenen Erkenntnisse werden zur Planung und Konkretisierung des weiteren Ausbaus der Wasserstoffregion in den Bereichen Standort- und Gebäudeenergieversorgung sowie Dekarbonisierung des Transportsektors nach 2030 genutzt.



Das Technologiekonzept für die zweite Phase des Handlungskonzeptes (© BMDV/Spilett)

Fokus: Modellierung alternativer Transportlösungen für Wasserstoff

Beide geplanten Phasen wurden im Rahmen des HyStarter-Prozesses modelliert und hinsichtlich ihrer Kosten und Optimierungspotentiale simuliert. Zwei alternative Transportlösungen für die Bereitstellung des Wasserstoffs an den Standorten der Nutzung wurden hierbei betrachtet:

(1) der straßengebundene Transport via Lkw-Trailer (500 bar)
(2) der Transport via Wasserstoffnetz (umgerüstete Erdgasleitung bzw. Neubau einer unterirdischen Leitung zum Transport von 100% Wasserstoff)

Für die Pipeline wurde eine Transportdistanz von 20 km angenommen, die Netzführung erfolgt durch 60 % ländliches und 40 % städtisches Gebiet, die Kosten (Annuität) werden auf die Wasserstoffgestehungskosten an den Windparks addiert, womit sich der Preis an den Abnahmestandorten zur Weiterverwendung ergibt.

Im Ergebnis der Modellierung bietet die Region mit der zentralen Wasserstoffproduktionsanlage am Windpark eine zukunftsweisende Lösung zur lokalen Wasserstoffversorgung.

Sowohl in der Initialphase als auch bei einer Komplettumstellung können speziell für die Mobilitätsbedarfe konkurrenzfähige Gestehungskosten erzielt werden: Das Gesamtsystem an den Windparks zur Wasserstoffproduktion kann unter den getroffenen Annahmen in Phase 2 Wasserstoff zu 3,38 €/kg (Transport über Pipeline Retrofit) bzw. 3,56 €/kg (Transport über Pipeline Neubau) bereitstellen. Durch die geringeren Kosten der umgerüsteten Pipeline kann diese Transportoption die Gestehungskosten im Vergleich zum Neubau einer Pipeline um nahezu 20 ct/kg senken. Der angenommene Preis der umgerüsteten Pipeline von 100 €/m sollte als Zielwert verstanden werden. In aktuellen Studien und Pilotprojekten wird die Umrüstung von Gasleitungen zu Wasserstoffpipelines untersucht, jedoch existieren für diese Variante noch keine serienreifen Angebote am Markt. Deshalb sind die geringen Wasserstoffgestehungskosten von 3,38 €/kg ein Richtwert, wenn in Zukunft die Umrüstung zu einer Wasserstoffpipeline mit 100 €/m umgesetzt werden kann.

Die Bereitstellung von Wasserstoff an einem Tankstellenstandort in Weimar kann unter den in Phase 1 getroffenen Annahmen zu 7,28 €/kg erfolgen, in Phase 2 lassen sich Bereitstellungskosten in Höhe von 4,55 €/kg (Transport Pipeline Neubau) bzw. 4,37 €/kg (Transport Pipeline Retrofit) an der Zapfsäule erzielen.

Die **Quartiersversorgung** mit Wasserstoff ist in beiden Phasen nur mit verhältnismäßig hohen Kosten realisierbar. In Phase 1 des Systemausbaus ist mit Energiebereitstellungskosten (Strom und Wärme) in Höhe von 0,15 €/kWh zu rechnen, in Phase 2 reduzieren sich die Kosten aufgrund der Skaleneffekte mit der alternativen Transportoption „Pipeline retrofit" auf 0,13 €/kWh. Der Neubau einer Wasserstoffpipeline zur Quartiersversorgung würde aufgrund der Umsatzmengen sogar zu einer Erhöhung der Energiebereitstellungskosten auf 0,18 €/kWh führen. Zur weiteren Reduzierung der Kosten können alternative Technologien zur direkten Stromnutzung speziell im Wärmebereich ergänzend bzw. kombiniert eingesetzt werden. Zusätzlich benötigen die simulierten Quartierssysteme bereits in dieser Betrachtung Fremdbezugslösungen, um die jährliche Gesamtenergienachfrage zu decken.

© Audio und werbung/shutterstock.com

WASSERSTOFF: **TECHNOLOGIEÜBERBLICK**

Straßenfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb

Personenkraftwagen

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

In einer im Fahrzeug verbauten PEM-BZ (Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle) reagiert gasförmiger Wasserstoff mit Sauerstoff, wodurch Strom generiert wird. Gleichzeitig entsteht Wasserdampf. Der Strom treibt den Elektromotor und der Elektromotor das Fahrzeug an. Für die Energiebereitstellung werden ca. 6 kg Wasserstoff in Hochdrucktanks mit 700 bar getankt. Reichweite (ca. 600 km) und Betankungsdauer (ca. 5 Minuten) der Fahrzeuge sind mit konventionellen Verbrennungsfahrzeugen vergleichbar.

Praxisbeispiele

Société du Taxi Electrique Parisien (STEP):
https://www.taxi-times.com/600-wasserstoff-taxis-fuer-paris/

Hersteller u. a.

Hyundai Nexo: https://www.hyundai.de/modelle/nexo/
Toyota Mirai 2 Generation: https://www.toyota.de/automobile/mirai/

Leichte Nutzfahrzeuge

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Leichte Nutzfahrzeuge und Kleinlieferfahrzeuge sind von der Funktionsweise mit Pkw vergleichbar. Manche U. bieten auch eine Umrüstung/Umbau von konventionellen Verbrennungsfahrzeugen auf Brennstoffzellenfahrzeuge an. Ebenfalls werden in diesem Fahrzeugsegment auch Range Extender (REX) zur Reichweitenvergrößerung angeboten, indem in den Fahrzeugen eine Batterie und eine Brennstoffzelle verbaut werden, sodass das Fahrzeug ebenfalls batterieelektrisch fahren und geladen werden kann.

Praxisbeispiele

Stadtwerke Münster: https://www.stadtwerke-muenster.de/presse/presse-meldungen/mobilitaet/nachricht/artikel/absage-an-abgase-elektromobil-unterwegs-mit-wasserstoff.html

Hersteller u. a.

Renault Master:
https://www.electrive.net/2021/07/07/renault-und-plug-power-nennen-details-zu-h2-plaenen/
Stellantis (PSA, Fiat, Chrysler, ab Frühjahr 2022):
Opel Vivaro https://www.electrive.net/2021/04/01/stellantis-bringt-noch-2021-bz-versionen-von-psa-transportern/
Citroen Jumpy
Peugeot Expert
Quantron: https://www.quantron.net/
VW Crafter und T5 (Umbau Holthausen):
https://www.cleantechnology.nl/vans.html

Schwere Nutzfahrzeuge

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Im Schwerlastsegment ist der Antriebsstrang mit dem anderer Fahrzeuge vergleichbar, jedoch sind insb. bei der Leistung der Brennstoffzelle sowie bei der Speicherung des Wasserstoffs Unterschiede vorhanden. Bei Lkw wird der Wasserstoff aktuell bei 350 bar (statt 700 bar) in Hochdrucktanks gespeichert und betankt. Höhere Drücke sind in Überlegung. Tankvolumina von ca. 35 kg ermöglichen Reichweiten zwischen 400 – 500 km. Hersteller wie Daimler entwickeln Systeme, die mit Flüssigwasserstoff (LH_2) betrieben und betankt werden. Die aktuell verfügbaren Fahrzeuge werden jedoch mit gasförmigem Wasserstoff betrieben. Auch im Lkw-Segment wird der Umbau von Fahrzeugen angeboten (Holthausen, Clean Logistics).

Praxisbeispiele

MIGROS (Schweiz): https://mmch.online/de/migros/erste-positive-erfahrungen-mit-dem-hyundai-xcient
H2Haul: https://www.h2haul.eu/
H2Share: https://www.e-mobilbw.de/h2share

Hersteller u. a.

Hyundai XCient: https://hyundai-hm.com/unser-truck/
Clean Logistics: https://www.cleanlogistics.de/de/
DAF und Mercedes (Umbau Holthausen): https://www.cleantechnology.nl/trucks.html

Busse

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Bei Brennstoffzellenbussen gibt es im Mobilitätssektor aktuell die größte Angebotsvielfalt, und sie sind auch am weitesten entwickelt. Vom Antrieb und der Speicherung sind sie mit Fahrzeugen des Schwerlastsegments vergleichbar. Auch hier werden 350-bar-Tanks verbaut, da aufgrund des vorhandenen Platzangebots eine Verdichtung auf 700 bar nicht erforderlich ist und dadurch Kosten eingespart werden. Die Tanks umfassen ca. 30 kg Wasserstoff Füllgewicht bei 350 bar in einem Typ-3 oder Typ-4-Tank, womit 300–400 km mit einer Tankfüllung erreicht werden.

Praxisbeispiele

Wuppertal WSW:
https://www.wsw-online.de/wsw-mobil/mehr-service/aktuelles/wasserstoff-busse/
Köln RVK:
https://www.rvk.de/projekt-null-emission/die-brennstoffzellen-hybridbusse

Hersteller u. a.

Van Hool A330 Fuel Cell:
https://www.vanhool.be/de/opnv/agamma/hybrid-fuel-cell
Caetano – H_2 City.Gold: https://caetanobus.pt/pt/buses/h2-city-gold/
Solaris – Urbino 12 Hydrogen:
https://www.solarisbus.com/de/fahrzeuge/zero-emissions/hydrogen

Abfallsammelfahrzeuge

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Müllsammelfahrzeuge werden ebenfalls von PEM-BZ angetrieben. Die Brennstoffzelle erzeugt den Strom für den Fahrbetrieb sowie für die Hydraulikpresse, sodass das gesamte Fahrzeug emissionsfrei betrieben wird. Im Gegensatz zu den vorherigen Fahrzeugsegmenten sind von verschiedenen Herstellern sowohl Fahrzeuge mit 350-bar-, als auch mit 700-bar-Tanks verfügbar. Dies ermöglicht den Tankvorgang an jeder H_2-Tankstelle. Ebenfalls werden wie bei leichten Nutzfahrzeugen auch REX angeboten.

Praxisbeispiele

HECTOR: https://www.agr.de/agr-investiert-in-wasserstoff-sammelfahrzeug/#
Live N'Grab Hy: https://www.lifeandgrabhy.eu/
REVIVE: https://h2revive.eu/about-revive/

Hersteller u. a.

Faun – Blue Power: https://www.faun.com/produkte/alternative_antriebe/blue-power/
Geesinknorba Group: https://www.geesinknorba.com/emission-free/
E-TRUCKS EUROPE: https://e-truckseurope.com/de/

Weitere mobile Anwendungen

Gabelstapler

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Die Funktionsweise ist mit der der BZ-Fahrzeuge vergleichbar. Im Vergleich zur batterieelektrischen Alternative entfällt der Batteriewechsel. Durch die schnelle Betankung und das kontinuierliche Leistungsniveau des Energiesystems erhöhen Brennstoffzellen die Effizienz im anspruchsvollen Mehrschichtbetrieb. Die Errichtung einer H_2-Betankungsanlage ist auch in Gebäuden/Hallen möglich.

Praxisbeispiele

Referenzen Clean Intralogistics Net (CIN):
https://www.cleanintralogistics.net/anwendungen/

Hersteller u. a.

Konsortium über Clean Intralogistics Net (CIN):
https://www.cleanintralogistics.net/partner/

Personenzüge

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Brennstoffzellen-Züge werden ebenfalls von PEM-BZ angetrieben, die mit ca. 400 kW jedoch deutlich leistungsstärker als bei den vorherigen Mobilitätslösungen sind. BZ-Züge werden nur auf Streckenabschnitten ohne Oberleitungen eingesetzt, um dort Dieselloks zu ersetzen. Mit 170 kg Wasserstoff bei 350 bar sind Reichweiten von bis zu 1.000 km möglich.

Praxisbeispiele

Alstom Coradia iLint: https://www.alstom.com/de/our-solutions/rolling-stock/coradia-ilint-der-weltweit-erste-wasserstoffzug

Hersteller u. a.

Alstom Coradia iLint: https://www.alstom.com/de/our-solutions/rolling-stock/coradia-ilint-der-weltweit-erste-wasserstoffzug
Siemens Mireo H: https://www.mobility.siemens.com/global/de/portfolio/schiene/storys/der-mireo-plus-h-umweltfreundlich-fahren-ohne-emissionen.html

Schifffahrt

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Wasserstoff kann in der Schifffahrt eingesetzt werden, hierzu wird dem Elektromotor die Energie per AEM oder PEM Brennstoffzelle zur Verfügung gestellt. Für die Wasserstoffspeicherung können Tanks verbaut werden, welche über eine Betankungseinrichtung am Hafen befüllt werden, oder die Nutzung von Wasserstoff-Flaschenbündelcontainern ist ebenfalls möglich, welche direkt an Bord verladen werden. Der Wasserstoff wird bei 250–500 bar gespeichert. Als Reserve bzw. Ausweichsystem werden häufig Akkumulatoren an Bord genutzt.

Praxisbeispiele

e4ships (ELEKTRA): https://www.e4ships.de/deutsch/projekte-binnenschiffahrt/elektra/
HYSEAS ENERGY III: https://www.hyseas3.eu/

Hersteller u. a.

Ferguson Marine Hydrogen Ferry: https://www.next-mobility.news/die-weltweit-erste-hochseefaehige-wasserstoff-faehre-mit-brennstoffzelle-a-737545/
Water-Go-Round: https://watergoround.com/

Gebäude- und Standortenergieversorgung

KWK mit Brennstoffzelle (Gebäudeenergieversorgung)

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Ein- und Mehrfamilienhäuser können mit einem Stromverbrauch bis ca. 8.000 kWh p. a. mit einem Brennstoffzellensystem autark versorgt werden. Aufgrund der Kaltstartfähigkeit werden Niedertemperatur-PEM-Brennstoffzellen verbaut. Der Wärmebedarf wird zum Teil über die Abwärme der Brennstoffzelle zur Verfügung gestellt. Der zusätzliche Wärmebedarf wird über Wärmepumpen oder Strom gedeckt. Strombedarf der Wärmepumpen sowie für die Gebäudeenergieversorgung wird über die Brennstoffzelle bereitgestellt.
Das gesamte System lässt sich im Gebäude installieren.

Für Gebäudearten mit einem hohen konstanten Energie- und Wärmebedarf eignen sich Hochtemperatur SOFC- oder PAFC-Brennstoffzellen, die eine höhere Wärmeauskopplung ermöglichen und im Dauerbetrieb eingesetzt werden.
In heutigen Anwendungen wird überwiegend Erdgas als Energieträger genutzt, weil dieses über Leitungen leicht verfügbar ist. Viele der Bz-Systeme können aber auf Wasserstoff umgestellt werden.

Die Wasserstoffbereitstellung ist über Pipelines, Trailer- oder Druckflaschen-Anlieferung oder über eine Vor-Ort-Produktion möglich. Aus Gründen der Versorgungssicherheit wird weiterhin ein redundanter Netzanschluss empfohlen.

Praxisbeispiele

Home Power Solutions System: https://www.homepowersolutions.de/blog/pilotprojekt-zur-autarken-energieversorgung-eines-einfamilienhauses-zwischen-weberhaus-und-hps
Einfamilienhaus in Zusmarshausen:
https://www.youtube.com/watch?v=4ZgiXdgoliE&feature=youtu.be
Das Wasserstoff-Zentrum H2herten: https://wasserstoffstadt-herten.de/

Hersteller u. a.

Home Power Solutions:
https://www.homepowersolutions.de/deine-familie-dein-zuhause-dein-strom
Proton Motors: https://www.proton-motor.de/anwendungen/stationaer/
Bosch: https://www.bosch.com/de/stories/festoxid-brennstoffzellen-sofc-system/
Viessmann: https://www.viessmann.de/de/wohngebaeude/kraft-waerme-kopplung/mikro-kwk-brennstoffzelle/vitovalor.html
Vallaint: https://www.vaillant.de/heizung/klima-foerderung/heizen-mit-wasserstoff/
Buderus: https://www.buderus.de/de/produkte/catalogue/buderus-produkte-fur-ihr-haus/stromerzeugung/brennstoffzellen-energiezentrale/

Wasserstoff BHKW (für Quartiersversorgung)

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Für die Energieversorgung von Quartieren können stationäre Brennstoffzellensysteme oder gasmotorische Wasserstoff-BHKW genutzt werden. Diese Technologien werden von verschiedenen Herstellern mit einem Gas-Mischbetrieb angeboten, was wechselweise den Betrieb mit Erd-, Biogas oder Wasserstoff ermöglicht. Verschiedene Leistungsklassen ermöglichen die Strom- und Wärmeversorgung verschiedener Gebäude- und Quartiersgrößen. Das System eignet sich insb. für Bestandsgebäude, welche vom Niedrigenergie- oder Passivhausstandard abweichen.

Praxisbeispiele

Fuji N2telligence Referenzen (u. a. Tiefkühllager, Logistikzentren etc.):
https://www.n2telligence.com/de/referenzen
Smart Quart in Kaisersesch: https://smartquart.energy/about/kaisersesch/

Hersteller u. a.

2G (Verbrennungsmotor): https://www.2-g.com/de/
Fuji N2telligence (PAFC): https://www.n2telligence.com/
Fuel Cell Energy: https://www.fuelcellenergy.com/

Brandschutz mit Brennstoffzellen

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Für den Brennstoffzellenbetrieb bedarf es Wasserstoff und Sauerstoff, welcher der Umgebungsluft (ca. 21 % Sauerstoffgehalt) entnommen wird. Die Abluft des stationären BZ-Systems weist einen geringeren Sauerstoffgehalt von ca. 17 % auf. Durch Rohrleitungssysteme wird die Abluft dem zu schützenden Raum zugeführt und somit eine dauerhafte Schutzatmosphäre geschaffen. Durch den geringen Sauerstoffgehalt ist das Entzünden eines Feuers nicht möglich, der Aufenthalt in den Räumen für Menschen jedoch unbedenklich.

Praxisbeispiele

Fuji N2telligence Referenzen (u. a. Tiefkühllager, Logistikzentren etc.):
https://www.n2telligence.com/de/referenzen

Hersteller u. a.

Fuji N2telligence (PAFC): https://www.n2telligence.com/

Notstromversorgung mit Brennstoffzellen

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Die Notstromversorgung mit Brennstoffzellen ersetzt die bisher verwendeten Dieselaggregate. Der Wasserstoff wird über Druckgasflaschen zur Verfügung gestellt, die neben dem Notstromgenerator deponiert werden. Im Gegensatz zu Diesel ist Wasserstoff beliebig lange lagerbar (Dieselpest) und beim Betrieb entstehen keine gesundheitsgefährdenden Abgase, sodass das USV-System auch in Gebäuden genutzt werden kann.

Praxisbeispiele

Notstromversorgung des Stellwerks der Deutschen Bahn in Sömmerda:
https://www.bahnbaugruppe.de/bahnbaugruppe-de/Nachhaltig-Innovativ/Alternative-Energiesysteme-5192060

Hersteller u. a.

Proton Motor: https://www.proton-motor.de/produkte/brennstoffzellen-stacks/

Wasserelektrolyse

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Bei der Elektrolyse wird mittels Strom Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Nebenprodukte sind Sauerstoff und Abwärme, welche in verschiedenen Anwendungen ebenfalls genutzt werden können. Bei der Nutzung von Grünstrom (PV, Wind, Laufwasser) wird der produzierte Wasserstoff als grün und bei Kohlestrom als grau bezeichnet. Um den produzierten Wasserstoff in Brennstoffzellen nutzen zu können, muss er aufgereinigt und getrocknet werden. Für die Wasserstoffproduktion aus Grünstrom eignen sich insb. Polymer-Elektrolyt-Membran- (PEM) sowie alkalische Elektrolyseure aufgrund ihrer Skalier-, Kaltstart- und Modulierbarkeit. Elektrolyseure werden meist als Containerlösung installiert und benötigen neben dem Stromanschluss eine zusätzliche Wasserversorgung.

Praxisbeispiele

Siehe Referenzen der Hersteller

Hersteller u. a.

Enapter: https://www.enapter.com/
H-TEC: https://www.h-tec.com/en/products/
iGas: https://igas-energy.de/
ITM Power: https://www.itm-power.com/
NEL: https://nelhydrogen.com/
MCPhy: https://mcphy.com/de/
Siemens: https://new.siemens.com/de/de/produkte/gebaeudetechnik/energie-nachhaltigkeit/energieversorgung-mit-grunem-wasserstoff.html
SUNFIRE: https://www.sunfire.de/de/home
Thyssenkrupp: https://www.thyssenkrupp.com/de/unternehmen/innovation/technologien-fuer-die-energiewende/wasserelektrolyse.html

Dampfreformierung

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Die Dampfreformierung ist ein chemisches endothermes Verfahren (Wärme wird benötigt), bei dem ein kohlenstoffhaltiger Brennstoff (Erdgas oder Biogas) mit Wasserdampf reagiert. Es entstehen Wasserstoff und CO_2.
Die Reformierung methanhaltiger Gase ist das weltweit häufigste H_2-Erzeugungsverfahren (grauer Wasserstoff). Bei der Biogasreformierung ist die Anerkennung als grüner Wasserstoff noch ungeklärt.

Praxisbeispiele

Referenzen MAHLER: https://www.mahler-ags.com/de/wasserstoff/hydroform-c/

Hersteller u. a.

WS Reformer: https://wsreformer.de/
MAHLER AGS: https://www.mahler-ags.com/de/home/
HyGear: https://hygear.com/

Reststoff-Thermolyse

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Bei der Reststoff-Thermolyse wird Wasserstoff aus Bio-Abfällen, Kunststoffen, Sonderabfällen (z. B. Reifen, Medikamente) oder Klärschlamm gewonnen. Wasserstoff wird durch die thermo-chemische Umwandlung von biogenen Abfällen und Sonderabfällen in einem Drehrohrofen bei Temperaturen um 850 °C, mit einem anschließendem Wassergas-Shift-Verfahren gewonnen. Bei Großanlagen sind die Herausforderungen u.a. stark inhomogener Müll (Chemie + Korngröße), Staubbildung, Kondensation durch Kältebrücken. Hierfür werden spezielle Wartungskonzepte notwendig

Praxisbeispiele

https://www.linkedin.com/in/dgengineering/

Hersteller u. a.

Drehrohrtechnik
Zilonis: https://zilonis.de/ mit Modis waste2product@modis.com
Sirius EcoTec: http://www.sirius-ecotec.at/

Plasmalyse

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Bei der Methan-Plasmalyse wird Wasserstoff aus Bio-Abfällen, Holz, ASR (Kunststoffabfällen), Schwefelsäure (aus Raffinerien), Klärschlamm oder Gülle gewonnen. In dem Verfahren werden biogene Abfälle und Sonderabfällen sowie Flüssigkeiten mittels eines überhitzten Gases bei Temperaturen > 3000 °C gespalten (thermisches Cracken).
Produzierter Wasserstoff aus der Methan-Plasmalyse wird als türkis klassifiziert. Es entstehen Wasserstoff und fester Kohlenstoff, der u.a. zur Herstellung von Autoreifen oder als Bodenhilfsstoff verwendet werden kann.

Praxisbeispiele

Graforce Referenzen: https://www.graforce.com/einsatzgebiete

Hersteller u. a.

Plagazi: https://www.plagazi.com/
Graforce: https://www.graforce.com/

blueFLUX

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

blueFLUX ist ein H_2-Gewinnungsverfahren aus Reststoffen. Zunächst werden inhomogene Stoffe zu Bio-Kohle verarbeitet. Die Bio-Kohleproduktion ist aus Klärschlamm, Gülle, Mist, Bio- u. organischen Abfälle, Plastik (bis zu 30 %), GFK oder GFC möglich. Mittels Bio-Kohle wird in einem KDC-Reaktor Dampf erzeugt, um in einem Flugstromvergaser Synthesegas zu erzeugen. Das erzeugte Synthesegas wird genutzt, um über eine CO-Shift-Reaktion Wasserstoff zu erzeugen. Für die einzelnen Prozessschritte werden verschiedene Systeme benötigt, die modular als Containerlösung zu errichten sind.

Praxisbeispiele

blueFLUX: https://www.bluefluxenergy.com/de/

Hersteller u. a.

blueFLUX: https://www.bluefluxenergy.com/de/

© petrmalinak/shutterstock.com

Druckgasspeicher und -transport

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Wasserstoff kann in verschiedenen Druckgasspeichern wie Röhrenspeichern, Hochtanks, Druckgasflaschen oder in Trailern gespeichert werden. Je nach Speicherart wird der Wasserstoff über einen Kompressor auf 50–500 bar verdichtet. Für die stationäre Speicherung eignen sich Röhrenspeicher, die auch unterirdisch verbaut bzw. eingehaust werden können oder oberirdische Hochtanks. Beim Wasserstofftransport können für kleine Mengen Flaschenbündel und für große Mengen Trailer genutzt werden.

Praxisbeispiele

Referenzen der Hersteller

Hersteller u. a.

Linde: https://www.linde-gas.at/de/index.html
VAKO: https://www.vako.net/
Wystrach: https://www.wystrach.gmbh/
NPROXX: https://www.nproxx.com/de/transport-speicherung/

LOHC

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Eine Alternative zur Wasserstoffspeicherung in Druckflaschen ist die Speicherung in LOHC, einem flüssigen, organischen Energieträger. Für die Hydrierung und die Dehydrierung des LOHC werden separate Anlagen benötigt. Die Dehydrierung bedarf einer Wärmequelle von mind. 300 °C, wohingegen bei der Hydrierung Wärme frei wird. Die Technologie ist auch für Industriegebiete geeignet, da große Energiemengen (> 8.000 kWh) benötigt und in Form von Wasserstoff gespeichert werden können. Hydrier- und Dehydrieranlagen benötigen einen hohen Platzbedarf und müssen außerhalb des Gebäudes aufgestellt werden.

Praxisbeispiele

Hydrogenious Referenzen: https://www.hydrogenious.net/index.php/de/references-2/

Hersteller u. a.

H_2 Industries: https://h2-industries.com/wasserstoff/

Netzgebundene Wasserstofftransporte

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

Für den netzgebundenen Wasserstofftransport wird Wasserstoff in ein Pipelinenetz eingespeist. Je nach Pipelinematerial wird der Wasserstoff über einen Kolbenkompressor auf die benötigte Druckstufe verdichtet. Polyethylen-Leitungen werden mit 5 bar und Stahlleitungen mit bis zu 70 bar betrieben. Die H_2-Einspeisung in ein bestehendes Erdgasnetz ist ebenfalls möglich. Dem Erdgas wird Wasserstoff beigefügt, wodurch ein höherwertiges Mischgas entsteht. Aktuell sind 10 % Beimischung erlaubt, eine Erhöhung auf 20 % ist in Diskussion. Um den Wasserstoff aus dem Erdgas wieder abzutrennen, ist ein Membrantrennverfahren nötig. Viele Erdgaspipelines lassen sich auch auf reinen H_2-Betrieb umstellen, weil das Rohrleitungsleitungsmaterial dafür geeignet ist. Alternativ sind auch Pipe-in-Pipe (zusätzliches Kunststoffrohr in Erdgaspipeline) Lösungen umsetzbar.

Praxisbeispiele

Smart Quart in Kaisersesch: https://smartquart.energy/about/kaisersesch
Gewerbegebiet Holzwickede: https://news.westenergie.de/deutschlandweit-einmaliges-projekt-bestehende-erdgasleitung-wird-auf-100-prozent-wasserstoff-umgestellt

Hersteller u. a.

Mannesmann Line Pipes: https://www.mannesmann-linepipe.com/de
Rehau: https://www.rehau.com/de-de/wasserstoff-energietraeger-der-zukunft

Wasserstofftankstellen

Technologiereife

Forschung | Entwicklung | alltagsnahe Anwendung | Alltag

Funktionsweise

An Wasserstofftankstellen (HRS) werden Nutzfahrzeuge mit 350 bar und Pkw mit 700 bar betankt. Es gibt öffentliche sowie nicht öffentliche HRS (z. B. auf Betriebsgeländen), die beide oder eine Druckstufe anbieten. Der Wasserstoff kann über Trailer oder Pipelines angeliefert oder vor Ort (per Elektrolyse oder Gasreformierung) produziert werden. Bei beiden Bereitstellungsarten wird ein Niederdruck-Wasserstoffspeicher benötigt, in dem der Wasserstoff zwischengespeichert wird. Im weiteren Prozess wird der Wasserstoff auf bis zu 900 bar verdichtet und im Nachgang gekühlt, um ihn mit 350 oder 700 bar für die jeweilige Fahrzeugklasse bereitzustellen. Mobile HRS werden von dem Hersteller Wystrach angeboten.

Praxisbeispiele

Alle öffentlichen HRS in Europa: https://h2-map.eu

Hersteller u. a.

Air Liquide: https://de.airliquide.com
Wystrach: https://www.wystrach.gmbh
H2 Mobility: https://h2-mobility.de
Linde: https://www.linde-gas.de/shop/de/de-ig/home
Und Weitere

POLITISCHE **HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN**

Alle neun HyStarter der ersten Runde des HyLand-Programms (2019–2021) sind motiviert, das Potential von Wasserstoff für ihre Regionen zu erschließen, und die regionalen und lokalen Akteure haben ihre unterschiedlichen Ideen und Perspektiven in die Diskussionen zur strategischen Ausrichtung und Entwicklung ihrer Wasserstoffregion eingebracht. Im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge wurden auch Hemmnisse identifiziert, die das eigene Engagement zum aktuellen Zeitpunkt oder aber auch perspektivisch begrenzen.

Zur Überwindung dieser Hemmnisse und zur Beschleunigung der Prozesse in den Regionen ist eine politische Unterstützung erforderlich, die folgende Punkte adressiert:

1. Einen fairen Wettbewerb ermöglichen
2. Die Handlungsfähigkeit kommunaler Akteure herstellen: Experimentierklauseln erlauben
3. Den Hochlauf unterstützen: „H_2ready“- Regionen entwickeln
4. Mehr Technologieoffenheit wagen: Bedarfsorientierte Systemlösungen initiieren und unterstützen

1 Einen fairen Wettbewerb ermöglichen

Die aktuellen regulativen Rahmenbedingungen der Energiewirtschaft sind historisch gewachsen und orientieren sich größtenteils noch an den Erfordernissen, Interessenslagen, Strukturen und Prozessen der „alten Energiewirtschaft“. Mit erneuerbaren Energien und Wasserstoff kommen nicht nur neue Technologien in den Markt, welche die Logik des bestehenden Energiesystems „auf den Kopf stellen“, es betreten auch neue Akteure die Bühne, die einen anderen Handlungs- und Gestaltungsspielraum und folglich auch andere Interessen haben als die etablierten Akteure der Energiewirtschaft.

Um die Potentiale und Kapazitäten, das Engagement und die Ideen dieser neuen Akteure zur Realisierung einer wasserstoffbasierten Energiewende zu nutzen, sollten die regulativen Rahmenbedingungen einen fairen Wettbewerb ermöglichen und Formate für die stärkere Beteiligung kommunaler Akteure im nationalen Diskurs zur Wasserstoffstrategie geschaffen werden.

Wasserstofffarben neu denken

Die aktuelle Farbgebung des Wasserstoffs folgt der Logik einer technologieverknüpften Herkunft: Da der Wasserstoff mit unterschiedlichsten Verfahren unter Nutzung verschiedener Ressourcen hergestellt werden kann, ergibt sich schnell ein Regenbogen an Alternativen. In der Alltagsdiskussion und den Entscheidungsfindungsprozessen der Regionen verstellt diese Vielfalt an Möglichkeiten den Blick auf das Wesentliche: Den Beitrag des produzierten Wasserstoffs zur Limitierung des Anstiegs der CO_2-Emissionen in der Atmosphäre. Der elektrolytisch produzierte „grüne“ Wasserstoff wird gemeinhin als „gut“ bewertet und erfährt eine Bevorzugung in Gesetzgebung und Förderung. Andere Verfahren, die einen vergleichbaren oder sogar größeren Beitrag zur Emissionsreduzierung leisten (z. B. die Biomethan- Plasmalyse unter dauerhafter Abscheidung von atmosphärischem CO_2), werden regulativ benachteiligt und sind schwieriger in die Förderung zu bekommen.

Anstelle des Regenbogens sollte zukünftig ein Indikator bzw. eine Bezeichnung für Wasserstoff entwickelt werden, der technologieoffen den Beitrag zur Emissionsreduzierung transparent bezeichnet. Ein Beispiel ist die europäische Einordnung von „grünem“ und „CO_2-armem“ Wasserstoff des CertifHy-Prozesses.

Eine alternative Nomenklatur wäre H_2(0) für den grauen Wasserstoff der fossilen Methanreformierung, H_2(-20) für einen Wasserstoff, der mit 20% weniger CO_2-Emissionen produziert wurde als der graue Wasserstoff und Verfahren der Wasserstofferzeugung, die atmosphärisches CO_2 dauerhaft binden, würden einen Indikator von > 100 haben (z. B. H_2(-130)). Somit könnte der Betrag zum Klimaschutz auch für Wasserstoffprodukte transparent für den Endkunden dargestellt werden, die auf unterschiedliche Produktionspfade zurückreifen.

CO_2-Senken einen Preis geben

In mehreren HyStarter-Regionen wurde ein hohes Interesse an Produktionsverfahren für Wasserstoff festgestellt, die gleichzeitig Stoffkreisläufe in der Region schließen („chemisches Recycling“). Viele der Verfahren sind geeignet, CO_2 in Form von elementarem Kohlenstoff dauerhaft der Atmosphäre zu entziehen (als Cfix oder „carbon black“). Im Fall der Nutzung von biogenen Ressourcen entstehen so CO_2-Senken, die einen Wert haben, aber noch keinen Preis am Markt besitzen. Um die Wasserstofferzeugung wirtschaftlich(er) für die Betreiber zu machen, ist es wichtig, alle Nebenprodukte des Herstellungsprozesses zu verkaufen. Da es sich bei den regionalen Akteuren häufig um kleinere, dezentral organisierte Einheiten handelt, die Wasserstoff nicht als Hauptgeschäftsfeld betreiben, ist es wichtig, die Transaktionskosten zum Handel bzw. Verkauf der Dienstleistung „CO_2-Senke“ möglichst niedrig zu halten.

Keine Bevorzugung von Importwasserstoff

Mit der BMWi-geförderten Initiative H2Global wird momentan ein steuerfinanziertes Konkurrenzsystem zur heimischen, regionalen Wasserstoffproduktion aufgebaut. Zur Sicherstellung des Engagements der Wasserstoffregionen in Deutschland muss vermieden werden, dass durch die Subvention des Importwasserstoffs von H2Global die heimische H_2-Produktion unwirtschaftlich wird und sich wettbewerblich nicht am Markt behaupten kann. Es ist sicherzustellen, dass die Mechanismen zum finanziellen Ausgleich von Fehlbeträgen zwischen Produktionskosten (Beschaffungskosten) und Zahlungsbereitschaft der Märkte auch für klimaneutralen Wasserstoff aus heimischer Produktion gelten.

Kraftstoff-Förderung statt Investitionsförderung

Die zum Zeitpunkt der Strategiedialoge vorherrschenden Fördermechanismen zielen auf eine Reduzierung von Investitionskosten ab, einige wenige Förderprogramme bezuschussen auch betriebliche Aufwendungen während der Projektlaufzeit. Diese Fördermechanismen „belohnen“ ineffiziente und teure Systeme mit hohen Zuschüssen. Die Motivation der Kostensenkung in Systemdesign und Betriebsführung steigt, wenn ein konstanter, ergebnisorientierter Fördermechanismus etabliert wird. Konkret: Ein staatlicher Zuschuss je verkaufter Einheit Wasserstoff erhöht den Druck auf Industrie und Betreiber, die Anlagen effizient zu planen und zu betreiben, und die Nachfrage nach Wasserstoff von Beginn an mitzudenken bzw. zu maximieren. Sie belohnt Akteure, die nicht nur das Potential zur Reduzierung von CO_2-Emissionen besitzen, sondern dieses auch aktiv realisieren.

Ein weiterer Vorteil dieses Fördermechanismus ist, dass die Kreditwürdigkeit von Vorhaben steigt und Investoren bzw. Banken motiviert sind, zusätzliches Kapital zu investieren.

2 Die Handlungsfähigkeit kommunaler Akteure erweitern: Experimentierklauseln erlauben

Die regionale Energiewende und der geplante Hochlauf der Wasserstofftechnologien kann durch kommunale Akteure eine Unterstützung und Beschleunigung erfahren, wenn diese sich aktiv als Anbieter oder Nachfrager von regional produziertem Wasserstoff platzieren dürfen. Die Motivation von regionalpolitischen und kommunalen Akteuren basiert neben der Klimaschutzwirkung auf den erwarteten Wertschöpfungs- und Arbeitsplatzeffekten der Wasserstoffwirtschaft für die Region. Dieser für die Zukunft erwartete Nutzen rechtfertigt das heutige Engagement und monetäre Mehraufwendungen, die der Regionalentwicklung und somit perspektivischen Lebensqualität zugutekommen.

Kommunale Beschaffung von regional erzeugtem Wasserstoff ermöglichen

Im Rahmen der Strategiedialoge haben kommunale Akteure in mehreren Regionen angemerkt bzw. bemängelt, dass das aktuelle Vergabe- und Beschaffungsrecht sowie das Kommunalrecht einem abgestimmten Hochlauf von Angebots- und Nachfrageseite in der Region entgegenstehen. Der Kommune als potenziellem Ankerkunden, der eine signifikante Nachfrage nach Wasserstoff generieren und somit die Wirtschaftlichkeit der dezentral organisierten Wasserstoffproduktion in der Region verbessern könnte, ist es aktuell vergaberechtlich untersagt bzw. erschwert, langfristige Abnahmevereinbarungen mit regionalen Akteuren einzugehen.

Zielführend wäre eine Experimentierklausel, die eine temporär begrenzte Bevorzugung regionaler Akteure sowie langer Vertragslaufzeiten auch unter Vorliegen des nicht wirtschaftlichsten Angebots für die kommunale Beschaffung von Wasserstoff ermöglicht. Die temporäre Begrenzung dieser Experimentierklausel würde es den regionalen Akteuren ermöglichen, im „geschützten" Umfeld einer gesicherten Nachfrage Wasserstoffproduktionskapazitäten aufzubauen und zu optimieren.

Kommunale Unternehmen am Energiemarkt platzieren

Unter aktuellen regulativen Rahmenbedingungen können kommunale Unternehmen trotz der hohen Potentiale, die sie im Rahmen einer lokalen und klimaneutralen Energie- und Kreislaufwirtschaft spielen könnten, ohne einen Hauptgeschäftszweck im Bereich der Energieversorgung nicht oder nur sehr begrenzt als Anbieter am Energiemarkt teilnehmen. Klärwerke z. B. verfügen über große Mengen an Biomethan und Ammonium, die mittels Plasmalyse zu Wasserstoff abgebaut und veräußert werden könnten. Busbetriebshöfe mit elektrolytischer Wasserstofferzeugung vor Ort könnten die Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen verbessern, wenn es ihnen erlaubt wäre, überschüssigen Wasserstoff an ihren Tankstellen auch anderen Fahrzeugen anzubieten.

Zielführend wäre eine Experimentierklausel, die es kommunalen Unternehmen ohne Hauptgeschäftszweck des Energiehandels erlaubt, ihre überschüssigen Energien den regionalen Energiemärkten zur Verfügung und in Rechnung zu stellen.

EEG-Anlagen zur Nutzung des Überschussstroms öffnen

Momentan müssen Betreiber von Erneuerbare-Energien-Anlagen sich monatlich entscheiden, ob sie den produzierten Strom direkt vermarkten oder über eine EEG-Vergütung in das öffentliche Netz einspeisen. Solange sie ihre Anlagen im EEG gemeldet haben, ist es ihnen verboten, Überschussmengen an Strom, die das Netz aus Kapazitätsgründen oder aufgrund einer fehlenden Nachfrage nicht abnehmen kann, anderweitig einzusetzen. In diesem Fall werden z. B. die Windräder abgeschaltet und die Betreiber erhalten eine Entschädigungszahlung, ohne dass sie Strom einspeisen. Wenn es rechtlich erlaubt wäre, würden viele Anlagenbauer den Strom, der aus Kapazitätsgründen oder aufgrund fehlender Nachfrage nicht sinnvoll im Strommarkt eingesetzt werden kann, via Elektrolyse in Wasserstoff wandeln und anderen Energiemärkten bereitstellen.

Zielführend wäre auch hier eine Experimentierklausel, die Betreiber von Erneuerbare-Energien-Anlagen erlaubt, einen Anteil der Nominallast flexibel Anwendungen jenseits des Netzbetriebs zur Verfügung zu stellen. Als Beispiel könnten 80 % der Nennlast eines Windparks EEG-vergütet konstant ins Netz eingespeist und 20 % flexibilisiert werden. Der Betreiber könnte dann selbst entscheiden, ob er diese 20 % anderweitig vermarktet oder zu Strombörsenpreisen einspeist. Dieses Vorgehen würde vermeiden, dass die Stromnetze „geflutet" werden und zu einem Preisverfall an der Strombörse führen, der eine Erhöhung der EEG-Umlage nach sich zieht.

3 Den Hochlauf unterstützen: „H_2ready"-Regionen entwickeln

Die regionalen Akteure sehen ein großes Potential in einer dezentralen Wasserstoffwirtschaft und würden diesen Markt gerne strategisch erschließen. Auch die nationalen und europäischen Förderprogramme unterstützen momentan die Entwicklung und Beschaffung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien mit milliardenschweren Programmen. Um Wildwuchs zu vermeiden und Investitionen zügig umzusetzen, müssen Regionen „H_2ready" werden: Die Aktivitäten der Wasserstoffakteure müssen auf ein Umfeld treffen, das die Integration der neuen Technologien in den bestehenden regionalen Kontext lenkt und unterstützt, dabei die strategische Perspektive der Regionalentwicklung im Auge behält und Synergien zwischen Akteuren, Projekten und Vorhaben auf regionaler Ebene herstellt.

Projektentwicklung unterstützen

Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie besitzt das Potential, bestehende fossile Infrastrukturen klimaneutral zu ergänzen und perspektivisch abzulösen. Um dieses Potential zu erschließen, müssen unterschiedlichste Akteure der „alten" und der „neuen" Energiewelt zusammenarbeiten, ihre Aktivitäten aufeinander abstimmen und Erkenntnisse teilen. In der Regel geschieht dies im Rahmen von Projekten, die momentan individuell und vereinzelt geplant und umgesetzt werden. Um Synergien zwischen Akteuren und Projekten einer Region zu erschließen und vorhandene nationale und europäische Fördermechanismen optimal zu nutzen, ist eine regionale, vorhabenübergreifende Steuerung erforderlich. Eine regionale Projektentwicklungsgesellschaft kann diese Funktion übernehmen und sollte darüber hinaus im operativen Alltag unterstützend tätig werden, um akteurseitige Engpässe bei Personal und Expertise im Rahmen der Projektentwicklung, Fördermittelbeantragung und Projektbegleitung zu reduzieren.

Zum Zeitpunkt der Strategiedialoge existieren nur unzureichende Fördermechanismen zur Etablierung von regionalen H2-Projektentwicklungsgesellschaften, eine institutionelle (Teil-)Finanzierung könnte den abgestimmten Hochlauf der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in den Regionen nachhaltig sichern und beschleunigen.

Regionalplanung integrieren

Um nicht nur Einzelprojekte zu realisieren, sondern den strukturellen Wandel in einer Region voranzutreiben, müssen Infrastrukturen zur Erzeugung und Verteilung von

Wasserstoff inklusive ihrer vor- und nachgelagerten Prozesse Teil der Landes- und Regionalplanung werden. Die Erschließung von Grundstücken bedarf der planerischen Vorbereitung in Raumordnung und Flächennutzung, die Anbindung an Energieinfrastrukturen und Straßen- bzw. Schienenwege muss gesichert und der geplante Anlagenbetrieb genehmigungsfähig sein.

Um die Wasserstofftechnologien sinnvoll in die Regionalplanung zu integrieren, bedarf es sektorenübergreifender Bestands- und Bedarfsanalysen zur Definition möglicher Handlungsräume und den resultierenden Anforderungen an die Raumordnung und Flächennutzungsplanung. Momentan existieren kaum Möglichkeiten und Anreize für die Regionalplanung, diese Aktivitäten gemeinsam mit Akteuren aus der (Energie- und Wasserstoff-)Wirtschaft im Rahmen von Förderprogrammen konkret für den unterstützenden Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft zu entwickeln und umzusetzen.

Genehmigungsbehörden fit machen

Die Erteilung der Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb der Wasserstoffinfrastrukturen erfordert eine detaillierte Fachkenntnis seitens der genehmigenden Behörden. Bei unzureichender Expertise oder Erfahrung besteht die Gefahr von langwierigen Genehmigungsprozessen und / oder hohen Kosten aufgrund von „Sicherheitsaufschlägen“. Ein erster Genehmigungsleitfaden für Wasserstofftankstellen wurde von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) erarbeitet und unter h2-genehmigung.de veröffentlicht. Dieser Leitfaden adressiert jedoch ausschließlich die Perspektive des Antragstellers und gibt keine fachliche Unterstützung für die behördeninternen Genehmigungsprozesse.

Eine Schulung von Mitarbeitern der Genehmigungsbehörden zu technischen und sicherheitsrelevanten Hintergründen der Wasserstofftechnologien, Erfahrungsberichten anderer Behörden (mit vergleichbaren Genehmigungsverfahren), Best-Practice-Beispielen sowie bei Bedarf themenspezifische Vernetzung mit Experten und Fachleuten wäre hilfreich und könnte Genehmigungsprozesse vereinfachen und beschleunigen.

Fördermechanismen vereinfachen und flexibel platzieren

Die finanzielle Unterstützung der regionalen Akteure ist essenziell für den erfolgreichen Hochlauf der regionalen Wasserstoffwirtschaft. Kommunale Unternehmen haben nur eine begrenzte Befugnis, finanzielle Risiken einzugehen und viele KMU müssen die neuen Märkte neben ihrem Alltagsgeschäft entwickeln und die entsprechenden personellen Kapazitäten freimachen.

Obwohl eine Vielzahl an Förderprogrammen auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene existiert, werden diese von regionalen Akteuren nur begrenzt wahr- bzw. in Anspruch genommen. Dies ist insbesondere der Fall, wenn z. B. technologiespezifische Beschaffungsprogramme sehr kurze Antragsfristen haben, und regionale Akteure in einen Beschaffungszyklus forciert werden, der nicht ihren eigentlichen Bedürfnissen und Investitionszeiträumen entspricht. Besser wäre ein langfristiges Förderprogramm, in dem die Akteure unabhängig von Förderaufrufen agieren und gestalten können.

Ein weiterer Grund für eine limitierte Inanspruchnahme von Fördermitteln sind die fehlende Expertise und die fehlenden personellen Kapazitäten zur Erstellung von qualitativ hochwertigen Anträgen, die im Wettbewerb um die Fördermittel bestehen können. Einige Akteure haben berichtet, dass mehrere Anträge in Folge ablehnend beschieden wurden, bei gleichzeitig hohem Personalaufwand, was das zukünftige Engagement reduziert. Insgesamt besteht der Wunsch, die Komplexität der Beantragung von Fördermitteln sowie die Berichtslegung deutlich zu verringern und auch für „Anfänger“ anwendungsfreundlicher zu gestalten.

Mehr Technologieoffenheit wagen: Bedarfsorientierte Systemlösungen initiieren und unterstützen

4

Alle vorhandenen Ressourcen, Kapazitäten, Infrastrukturen und Expertise der Regionen müssen in den Transformationsprozess eingebracht werden, um Kosten zu sparen sowie Investitions- und Betriebsrisiken der Energiewende zu minimieren. Nur so kann die erforderliche Beschleunigung in der Dekarbonisierung der Energiemärkte erreicht werden.

Vor diesem Hintergrund favorisieren mehrere HyStarter-Regionen eine technologieoffene Herangehensweise, sowohl auf Angebots- wie auch auf Nachfrageseite. Es bleibt keine Zeit für ideologische Grundsatzdiskussionen – unterschiedliche Strategien und Technologiekonzepte zur Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Nutzung des Wasserstoffs in mobilen und stationären Anwendungen können und sollten diskriminierungsfrei erprobt werden. Konkret bedeutet dies: Sowohl Elektrolyse wie auch Reformierung und chemisches Recycling organischer Reststoffe zur Wasserstoffproduktion, sowohl Brennstoffzelle wie auch Gasmotoren zur Nutzung des Wasserstoffs in mobilen und stationären Anwendungen, sowohl Neukauf wie auch Umrüstung von Fahrzeugen und Infrastrukturen.

Modularität, Flexibilität und Skalierbarkeit ermöglichen

Der Aufbau von Wasserstoffregionen erfordert aufgrund der noch unzureichenden Erfahrungen und fehlenden Blaupausen eine zügige aber gleichzeitig auch zielführende Integration in existierende Strukturen und Prozesse. Um die Risiken der Transformationsphase zu minimieren und unnötige Pfadabhängigkeiten von einmal getroffenen Entscheidungen zu vermeiden, sollten die Systeme idealerweise modular und skalierbar geplant, errichtet und betrieben werden. Somit können Regionen kleinskalig Erfahrungen sammeln, Systeme optimieren und bedarfsweise skalieren. Die getätigten Investitionen der ersten Phasen bilden idealerweise das Fundament der weiteren Skalierung. Investitionsruinen, die durch eine bedarfsunabhängige „vorausschauende“ Skalierung entstehen können, werden vermieden.

Aktuelle Förderprogramme zielen häufig auf großskalige Investitionen bzw. bevorzugen großskalige Projekte (z. B. mit einem hohen CO_2-Reduktionspotential in kürzester Zeit). Die Gefahr besteht, dass die so etablierten Infrastrukturen die erwarteten Lernkurven der nächsten Jahre nicht mitnehmen können, unverhältnismäßig teuer und nur noch beschränkt kompatibel mit zukünftigen Technologien und Infrastrukturen sind. In jedem Fall müssen hersteller- und technologieübergreifende Schnittstellen sicherstellen, dass eine modulare Erweiterung bestehender Systeme jederzeit möglich bleibt und Pfadabhängigkeiten vermeidet.

Mehrere HyStarter-Regionen haben sich gewünscht, im Anschluss an HyStarter als „Mini-HyPerformer“ kleinskalige Projekte in der Region zu realisieren, um die Wasserstofftechnologie in ihren Funktionalitäten und Potentialen schnell sichtbar werden zu lassen und erste (eigene) Erfahrungen in der Region im Alltag zu machen.

Kreislaufwirtschaft integrieren

Die zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge vorherrschende Diskussion zur klimaneutralen Produktion von Wasserstoff folgt der Logik einer separaten Energiewirtschaft: Erneuerbare Energien müssen ausgebaut werden, um ausreichend Strom zur elektrolytischen Erzeugung von Wasserstoff bereitzustellen. Ein „Mehr“ an grünem Wasserstoff bedeutet automatisch ein „Mehr“ an erneuerbaren Energien und Wasserstofftechnologien stehen damit in direktem Wettbewerb zu alternativen Stromnutzern (Wärmepumpen, batterieelektrische Antriebe, etc.). Die Argumentation um den erforderlichen Import von Wasserstoff folgt dieser Logik und wirkte auf den ersten Blick alternativlos.

Die Diskussionen in den HyStarter-Regionen haben eine zusätzliche Perspektive in die Diskussion gebracht: Durch chemisches Recycling von organischen Reststoffen (Biomasse, Klärschlämme und Abwässer, Kunststoffabfälle, Altreifen…) lässt sich CO_2-arm, CO_2-frei oder sogar unter Abscheidung von atmosphärischem CO_2 Wasserstoff herstellen. Verschiedene in der Entwicklung und Demonstration befindliche Anlagen zeigen, dass Wasserstoff aus diesen Prozessen vermutlich deutlich kostengünstiger und energieeffizienter hergestellt werden kann als mit der Elektrolyse. Gleichzeitig lösen diese integrierten Wasserstoffverfahren aktuelle Herausforderungen der Kreislaufwirtschaft: Nährstoffe aus Klärschlämmen und landwirtschaftlichen Abfällen verbleiben in der Region, überregionale Abfalltransporte werden reduziert, aus Reststoffen werden Ressourcen, die eine zusätzliche regionale Wertschöpfung initiieren.

Mit der im Sommer 2021 durch das BMVI veröffentlichten „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Entwicklung regenerativer Kraftstoffe“ wurde ein erster Schritt in die finanzielle Unterstützung der Schließung von regionalen Energie- und Stoffkreisläufen gemacht. Allerdings scheinen hier momentan nur ausgewählte Verfahren der Kraftstofferzeugung aus Biomasse förderfähig. Wichtig wäre es, zukünftig eine Technologieoffenheit bei der Wahl der Prozesse sicherzustellen, um möglichst viele alternative Reststoffe und Verfahren zu kombinieren und die Ausbeute von Wasserstoff zu maximieren.

Wasserknappheit berücksichtigen

Eine Vielzahl an geplanten oder in Umsetzung befindlichen Projektaktivitäten zur Wasserstofferzeugung in den Regionen basiert auf der großskaligen Wasserelektrolyse in Kombination mit benachbarten Wind- und/oder Solarparks. Die Standorte werden heutzutage vornehmlich in Abhängigkeit der Eignung bzw. Genehmigungsfähigkeit der geplanten Erneuerbare-Energien-Anlagen und nachrangig in Bezug auf mögliche Abnehmer des Wasserstoffs geplant (Industrie, Verkehr). Weitestgehend unberücksichtigt bleibt derzeit die Integration der Elektrolyse in die regionalen wasserwirtschaftlichen Strukturen und die Analyse der Auswirkungen von großen Entnahmemengen auf die regionale Wasserwirtschaft. Es ist zu erwarten, dass nicht alle Standorte gleich gut geeignet sind, um Wasser für die elektrolytische Wasserstoffproduktion bereitzustellen. Manche Standorte können ertüchtigt werden, andere sind nicht oder nur begrenzt erschließbar. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der erwarteten Anpassungsmaßnahmen sollten Elektrolyseanlagen hinsichtlich ihrer perspektivischen Kapazität und der Standortwahl vorausschauend geplant werden, um zukünftige „Tank-Becher-Diskussionen“ zu vermeiden.

Neben der Elektrolyse müssen daher andere, weniger wasserintensive Wasserstoffproduktionspfade erschlossen werden, welche die regional verfügbaren Ressourcen nachhaltig nutzen. Eine Förderung im Bereich der Forschung und Entwicklung und der Beschaffung von H_2-Produktionsanlagen sollte daher stets technologieoffen erfolgen. Die Integration von Elektrolysevorhaben in das regionale Wassermanagement sollte zwingend Gegenstand aller entsprechenden Projekt- und Investitionsvorhaben sein. Darüber hinaus sollten die Entscheidungsfindungsprozesse in der Region Unterstützung finden, indem Analysen der Ressourcenverfügbarkeiten (Wasser, EE-Potentiale, Reststoffe) im Rahmen von Machbarkeitsstudien förderwürdig sind.

Fehlende Produkte in die Entwicklung und Anwendung bringen

Die Energiewende in den Regionen folgt den individuellen Interessen sowie Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten der Akteure. Ein Grundprinzip ist, dass Investitionen dann und dort stattfinden bzw. einfacher durchzusetzen sind, wo Ersatzinvestitionen anstehen. Die Förderung der Technologie- und Produktentwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie folgte in den vergangenen Jahren vornehmlich in Reaktion auf bzw. Anlehnung an die technologischen Innovationsprozesse der Industrie sowie die politischen und regulativen Rahmenbedingungen.

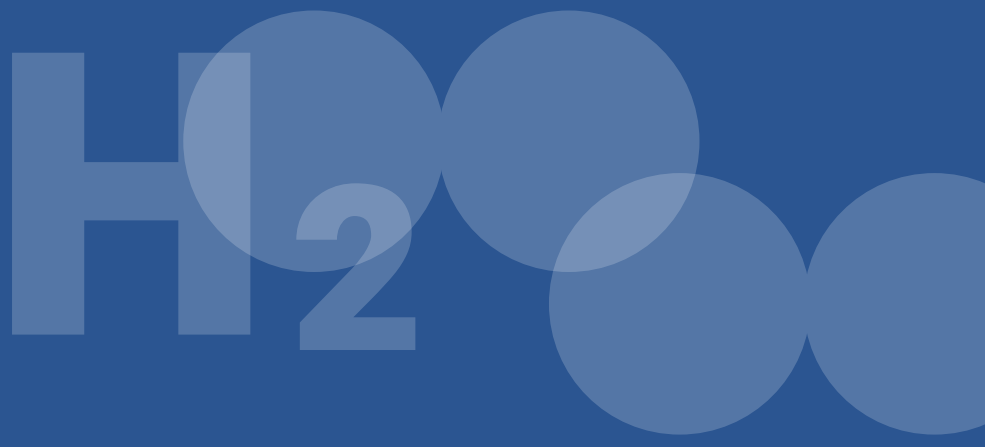
Die Marktnachfrage nach den von der Industrie entwickelten Produkten war und ist im Rahmen von Beschaffungsprogrammen förderfähig. Nicht förderfähig und auch nicht marktverfügbar sind momentan Produkte und Anwendungen, die weniger stark im Fokus der Industrie und Politik stehen, jedoch für die regionale Energiewende mit Wasserstoff einen wichtigen Treiber darstellen können. In den HyStarter-Strategiedialogen wurden Bedarfe insbesondere in folgenden Technologiefeldern festgestellt:

- Blockheizkraftwerke zur stationären Energieversorgung (10 kW–1 MW),
- landwirtschaftliche Maschinen,
- Sonderfahrzeuge in Straßenbaumeistereien/Bauhöfen,
- Baumaschinen,
- Verfahren zur H_2-Erzeugung aus (Bio-)Methan und Reststoffen.

Im Gespräch mit Unternehmen der Industrie zur Entwicklung bzw. Umrüstung von entsprechenden Anlagen und Fahrzeugen wurde ein grundsätzliches Interesse auch seitens der Industrie festgestellt. Aufgrund der noch unsicheren späteren Marktsituation bzw. der fehlenden Dringlichkeit, hier neue Märkte zu entwickeln, war die Bereitschaft der Industrie jedoch teilweise noch zögerlich.

Zur Schließung dieser „Lücken“ sollten Innovationspartnerschaften zwischen Industrie und Regionen angestoßen und finanziell unterstützt werden, die das Gesamtsystem im Blick haben und fehlende Bausteine für die wasserstoffbasierte Energiewende in den Regionen bereitstellen (Produkte, Anlagen, Verfahren, technische Schnittstellen). Diese Innovationspartnerschaften könnten als Blaupausen für weitere Regionen dienen und die Marktnachfrage nach bislang vernachlässigten Produkten demonstrieren.
In Kombination mit den zuvor genannten Experimentierklauseln können sich hieraus „Mini-Reallabore“ für Wasserstoffregionen entwickeln.

© Olivier Le Moal/shutterstock.com


H2O