



ZUSAMMENFASSUNG DER CLUSTERTREFFEN 2023 FORSCHUNGSNETZWERK WASSERSTOFF





WASSERSTOFF

FORSCHUNGSNETZWERKE
ENERGIE

Impressum

Herausgeber

Projekträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Redaktion und verantwortlich für den Inhalt

Forschungsnetzwerk Wasserstoff

Gestaltung und Produktion

Projekträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Stand

Mai 2024

Bildnachweise:

Titel: ©SmirkDingo – stock.adobe.com



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INHALT

	Zusammenfassung	3	
1.	Clustertreffen Sicherheit, Akzeptanz und nachhaltige Markteinführung	6	
2.	Gemeinsames Clustertreffen Erzeugung von Wasserstoff und Folgeprodukten sowie Nutzung	8	
3.	Clustertreffen Infrastruktur und Systemintegration	12	
	Abkürzungsverzeichnis	16	

ZUSAMMENFASSUNG

Das Forschungsnetzwerk Wasserstoff umfasst mehr als 1.500 aktive Mitglieder aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden. Es deckt mit seinen vier Themenclustern Erzeugung von Wasserstoff und Folgeprodukten; Infrastruktur und Systemintegration; Nutzung sowie Sicherheit, Akzeptanz und nachhaltige Markteinführung die gesamte deutsche Wasserstoffkompetenz im Bereich der angewandten Energieforschung ab.

Die Fachleute tauschen sich regelmäßig untereinander aus. 2023 fanden drei Clustertreffen in Präsenz statt. Die zentralen Themen und Ergebnisse werden in dieser Publikation zusammengefasst.

Den Auftakt hatte das Cluster Sicherheit, Akzeptanz und nachhaltige Markteinführung gemacht: Die Expertinnen und Experten hatten sich am 25. und 26. Oktober in den Räumlichkeiten der Bundesanstalt für

Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin getroffen. Die Mitglieder der Cluster Erzeugung von Wasserstoff und Folgeprodukten sowie Nutzung waren zu einem gemeinsamen Austausch am 13. und 14. November bei thyssenkrupp Steel in Duisburg zusammengekommen. Vom 27. bis 28. November fand schließlich das Treffen des Clusters Infrastruktur und Systemintegration im EWE Forum Alte Fleiwa in Oldenburg statt.

Die Clustersprechenden möchten sich bei allen Teilnehmenden und für die Unterstützung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) bedanken. Die Impulse aus den drei Clustertreffen werden unter anderem in das Programm des clusterübergreifenden Netzwerktreffens im November 2024 in Berlin einfließen.



**Erzeugung von Wasserstoff
und Folgeprodukten**



Nutzung



**Infrastruktur und
Systemintegration**



**Sicherheit, Akzeptanz
und nachhaltige Markteinführung**

Forschungsnetzwerk Wasserstoff

Das Netzwerk besteht aus vier Clustern, die sich in Arbeitsgruppen unterteilen.





Blauer
& Türkiser
H₂

Methan,
Methanol,
Ammonika, Olefine,
Ether. Synth.
Kerosine, Diesel &
Ottokraftstoffe

Integration
ins Energiesystem
mit Strombezug

Pipelinetransport
Verteilernetze

**INFRASTRUKTUR
UND SYSTEM-
INTEGRATION**

Transport-
Infrastruktur
für straßen-, schiffs-
und schienenge-
bundenen
H₂-Transport

Gesamtsystem-
integration
und
-modellierung

Pipelinetransport
Fernleitungsnetze

Mittel-
und großskalige
H₂-Speicherung

Mobil:
PKW, LKW, NFZ,
Schienenverkehr,
Schiffahrt,
Flugverkehr

ERZEUGUNG
& FOLGE-
EFFEKTE

ANWENDUNG

Stationär:
Industrie, Handel,
Wohnquartier,
Wärmehaube,
Gebäude

Wann: 25. & 26. Oktober 2023

Wo: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

1. Einleitung

Wie können sich Sicherheit, Akzeptanz und Markteinführung in der Wasserstoffwirtschaft gegenseitig unterstützen? Diese Frage haben sich die Mitglieder des Clusters 4 des Forschungsnetzwerks Wasserstoff während ihres Treffens im Oktober 2023 gestellt. In sieben Workshops und fünf Vorträgen wurden aktuelle Erkenntnisse von Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft zu relevanten Themen ausgetauscht und diskutiert, wie der Normung, Sicherheit, Akzeptanz von Wasserstoff-Technologie, der Zertifizierung von Wasserstoff, den Anforderungen an Materialien für Wasserstoffanwendungen, Richtlinien in der Bauteilauslegung sowie Auktionsmechanismen und Geschäftsmodellen in der Wasserstoffwirtschaft.

2. Zusammenfassung der Vorträge

Die Vorträge sollten einen Überblick über wichtige übergeordnete Entwicklungen in verschiedenen Themenbereichen von Wasserstoff geben. Im ersten Beitrag wurde die Transformation der Chemieindustrie beschrieben, die in Zukunft auf Wasserstoff angewiesen sein wird. In der Folge wurde mit der Allianz für Wasserstoffsicherheit ein Projekt vorgestellt, das eine Austauschplattform für Sicherheitsthemen ermöglichen und zentral koordinieren wird. Die Vorträge zur Zertifizierung von Wasserstoff, internationale Wasserstoffkooperationen der Bundesregierung sowie zum Doppelauktionsmechanismus H2Global rundeten die Vortragssession ab und gaben einen Einblick auf die Vorbereitungen des zukünftigen Wasserstoffimports

3. Ergebnisse der Workshops

Im Workshop zur Normung in den Wasserstofftechnologien wurde nach einem Impulsvortrag über die Normungsroadmap und den mit ihr verbundenen Umsetzungsprojekten in drei Gruppen über folgende Fragen diskutiert: Welche Projekte/Initiativen/relevanten Stakeholder müssen mit der "Normungsroadmap Wasserstofftechnologien" vernetzt werden? In welchen Bereichen bestehen Lücken im technischen Regelwerk? Welche konkreten Bedarfe sollten priorisiert werden? Welche H₂-Derivate sind neben Wasserstoff

zukunftsträchtig und inwieweit fehlen hier Normen und Standards?

In der Akzeptanzforschung muss ein breites Spektrum abgedeckt werden, welches die Objekte (Gegenstand einer Bewertung), die Subjekte (Akzeptanzträger) und der Kontext der Untersuchung (zum Beispiel räumliche Begrenzung auf lokaler, nationaler, globaler Ebene) beinhaltet. Hierzu stehen vielfältige Methoden zur Auswahl. Die Diskussionen zu den Projektbeispielen H₂Mare, HYPAT und TransHyDe ergaben, dass die meisten Akzeptanzfaktoren nicht unmittelbar mit der Technologie an sich verbunden sind, sondern systemische Aspekte wie Nachhaltigkeitskriterien in den Erzeugungsländern oder mit der Nutzung von Wasserstoff verbundene Kosten adressieren. Obgleich grundsätzlich eine hohe Akzeptanz in der Bevölkerung vorherrscht, ist diese jedoch mit einem noch sehr niedrigen Wissensstand verbunden. Somit besteht die Gefahr, dass eine unrealistisch hohe Erwartungshaltung an die Wasserstofftechnologie zu großen Enttäuschungen führt.

Im Workshop Richtlinien zur Bauteilauslegung wurde erarbeitet, dass ein Fokus der Aktivitäten in Zukunft auf der Speicherung liegen sollte. Hierbei liefern Richtlinien wie die Druckbehälter-Richtlinie eine sehr wichtige Orientierung. Insbesondere haben Druckbehälter mittlerer Größe (ca. 100 kg H₂) eine hohe Relevanz. Es wurde außerdem diskutiert, welche Einflüsse die Reinheit von H₂ auf die Bauteilauslegung haben kann.

Der Workshop zur Wasserstoffsicherheit war in vier zentrale Fragen unterteilt, die die Teilnehmenden in Gruppen erarbeitet haben. Die Fragen lauteten: Mit welchen Themen/Aufgaben soll sich die Allianz für Wasserstoffsicherheit auseinandersetzen? Welche sicherheitstechnischen Fragestellungen sind derzeit noch ungeklärt? Welche Kommunikationswege und -arten halten Sie für wichtig, um das Bewusstsein für die Sicherheit bei H₂-Anwendungen zu erhöhen? Welche Rolle spielt die Sicherheit für die Akzeptanz von Wasserstofftechnologien? Außerdem wurde darüber gesprochen, wie durch eine offene Risikokommunikation Vertrauen geschaffen werden kann. Die Ansprache der Öffentlichkeit sollte auf kognitiver und emotionaler Ebene erfolgen und beachtet werden, dass eine wissenschaftliche Kommunikation potenziell Überforderung auslösen kann.



Die Kernaussagen des Workshops zu Materialanforderungen für Wasserstoffanwendungen können wie folgt zusammengefasst werden: Existierende Forschungsergebnisse und -erkenntnisse sind häufig nur dezentral in einzelnen Institutionen (einzelne Unternehmen, Forschungsinstitute, Verbände, ...) oder gar einzelnen Experten vorhanden. Daher sollten bessere Zugriffsmöglichkeiten auf vorhandenes Wissen für die breite Masse geschaffen werden. In den existierenden Regelwerken werden die Einsatzmöglichkeiten von Werkstoffen häufig unzureichend berücksichtigt beziehungsweise nur für sehr spezielle Anwendungen beschrieben. Auch hier können Maßnahmen der Wissensbündelung und Vereinheitlichung (zum Beispiel Normungsroadmap), vielversprechend sein. Es wird durchweg gefordert, dass das vorhandene Wissen etwa durch Kompendien besser und zentral zugänglich gemacht wird. Als Hemmnis wurde hier eine mangelnde langfristige Finanzierungsmöglichkeit für entsprechende Vorhaben identifiziert.

Im Workshop Zukunft "Wasserstoffwirtschaft: Wie können Geschäftsmodelle durch Wertschöpfungsnetzwerke und Anreizmechanismen ermöglicht werden?" wurden die Geschäftsmodelle hinter dem Elektrolyseurbetrieb näher untersucht. Im Anschluss an einen Impulsvortrag zu Anreizmechanismen und Wertschöpfungsnetzwerken wurde in drei Gruppen zunächst das Geschäftsmodell des Elektrolyseurbetriebs aufgestellt, dann Hürden identifiziert und zuletzt Lösungsmöglichkeiten diskutiert. Im Allgemeinen wurde ein dynamisches, agiles und vernetztes Denken für sinnvoll befunden. Lokale beziehungsweise kommunale Partnerschaften haben aktuell einen hohen Stellenwert. Darüber hinaus sollten die Themen Digitalisierung und Speicherung bei Elektrolyseprojekten mitgedacht werden.

Danksagung

Die beiden Clustersprecher Kai Holtappels (BAM) und Simon Pichlmaier (FFE) möchten sich bei allen Fachleuten für ihre Teilnahme bedanken. Spezieller Dank gilt zudem den Referierenden Florian Ausfelder, Eva Schmid und Jan Klenke sowie den Workshop-Leitenden Lydia Vogt (DIN), Jan Hildebrand (izes), Torsten Michler (FhG IWM), Manuela Jopen (GRS), Oded Sobol (BAM), Valerie Ziemsky (FFE) und Julian Heinrich (FhG IMW). Ohne sie wäre die Veranstaltung in dieser Form nicht möglich gewesen.

Wann: 13. & 14. November 2023

Wo: thyssenkrupp Steel, Duisburg

1. Einleitung

Welche aktuellen Entwicklungen sind zu beobachten und welche zukünftigen Entwicklungen für den Hochlauf einer H₂-gestützten Gesellschaft sind zu berücksichtigen? Diesen Fragen haben sich die Mitglieder des Clusters 1 und 3 des Forschungsnetzwerks Wasserstoff während ihres ersten gemeinsamen Treffens im November 2023 in Duisburg am Standort der thyssenkrupp Steel Europe AG gestellt. In vier Workshops und drei Vorträgen wurden aktuelle Erkenntnisse von Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft zu relevanten Themen ausgetauscht und diskutiert, wie der Erzeugungstechnologien, Qualität, Hochlauf und Nutzung von Wasserstoff-Technologien, den Anforderungen an Materialien für Wasserstoffanwendungen und Geschäftsmodellen in einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft.

2. Zusammenfassung der Vorträge

Die Vorträge sollten einen Überblick über wichtige übergeordnete Entwicklungen in verschiedenen Themenbereichen von Wasserstoff geben. Im ersten Beitrag wurde von Stefan Besser, Leiter des BMWK-Referats „Energieforschung - Projektförderung und Marktbereitung; Schlüsseltechnologien der Energiewende“, die Entwicklung des Hochlaufs einer Wasserstoffwirtschaft eingeordnet und ein Ausblick auf die Umsetzung des 8. Energieforschungsprogrammes des BMWK gegeben. Im zweiten Vortrag gab Dr. Arnd Köfler, CTO der thyssenkrupp Steel Europe AG und Mitglied des Nationalen Wasserstoffrates, einen Blick auf die noch notwendigen Ergänzungen der nationalen Wasserstoffstrategie und die Anforderungen an die politischen Rahmenbedingungen, damit die Unternehmen in die Lage versetzt werden, die notwendigen Investitionen in eine zukünftige Wasserstoffwirtschaft vorzunehmen. Im dritten Referat stellte Thomas Hild aus dem Fachbereich Energie und Klima der DECHEMA e.V. die Struktur und Inhalte des Werkzeuge H₂-Kompasses vor. Hier ist neben der aktuellen Übersicht eine spannende Frage, ob es gelingt, mit einem Nachfolgeprozess die Aktualität des Werkzeuges zu gewährleisten.

3. Cluster-interne Treffen

In den sich anschließenden separaten Clustertreffen wurden die Arbeitsprogramme in den Clustern 1 und 3 diskutiert und ein Anforderungskatalog für die weitere Arbeit im Forschungsnetzwerk erarbeitet.

4. Ergebnisse der Workshops

In insgesamt vier Workshops am zweiten Tag wurden die folgenden Themen vertieft:

Workshop 1:

Welche Qualitätsanforderungen gibt es an H₂?

These: Zu hohe Reinheitsanforderungen an Wasserstoff stehen der wirtschaftlichen Verwendung entgegen.

Wichtigste Aussagen im Workshop:

- Aktuelle Szenarien gehen davon aus, dass der überwiegende Teil regenerativ erzeugten Wasserstoffs mittels Elektrolyse hergestellt wird. Der so erzeugte Wasserstoff ist typischerweise sehr rein.
- Wird für die weitere Prozessierung neue, H₂-spezifische Infrastruktur verwendet (Trailer, neue H₂-Pipeline, neue H₂ Speicherbehälter), ist nicht mit Verunreinigungen zu rechnen.
- Verunreinigungen können in der gesamten weiteren Prozesskette bis zur Anwendung auftreten:
 - Beim Transport, zum Beispiel durch verschmutzte, umgewidmete Pipeline oder ungeeignete Aggregate, über die Nutzung von H₂-Trägern wie LOHC, NH₃ und die damit verbundene Dehydrierung.
 - Über eine gegebenenfalls geforderte Odorierung.
 - Bei der Speicherung in Kavernen
- Als Treiberinnen für die Erzeugung sehr großer Wasserstoffmengen werden verschiedene Industriezweige gesehen, die typischerweise eher "geringe" Anforderungen an die H₂-Qualität haben.



- Die Kosten einer möglichen Aufreinigung von gegebenenfalls verunreinigtem Wasserstoff für Anwendungen mit sehr hohen Qualitätsanforderungen werden eher gering eingeschätzt.

In dem Workshop wurden vier mögliche Handlungsfelder für die Zukunft benannt:

- Weitere Ausgestaltung von Normen und anderen Vorgaben für die Industriezweige; Analyse/Schaffung von EU-Regelwerk
- Analyse möglicher Einflüsse von Ablagerungen in Pipelines und Odorierungen auf die H₂-Qualität
- Analyse möglicher Einflüsse von Rückständen bei der Dehydrierung verschiedener H₂-Träger
- Skalierung H₂-Wertschöpfungskette zur Kostenreduzierung

Workshop 2:

Wie können H₂-Derivate effizient eingesetzt werden?

Um diese Frage beantworten zu können, wurde eine These aufgestellt: H₂-Derivate sind teuer und machen nur in Bereichen Sinn, in denen es keine klimaneutralen Alternativen gibt.

Weiterhin erörterten die Teilnehmenden, welche Rolle H₂-Derivate in Zukunft spielen könnten, welche Einsatzbereiche es dafür gibt und ob und wenn ja welche Forschungslücken existieren.

Zusammenfassung der Vorträge:

Die Vorträge sollten einen Überblick über die Erzeugung und die Anwendung von H₂-Derivaten geben. Im ersten Beitrag (Michael Steffen, Zentrum für Wasserstoff und Brennstoffzellen) wurde Ammoniak als Brennstoff, Kraftstoff und Wasserstoffträger vorgestellt.

In der Folge stellte Stefan Fahrholz (AIDA Maritime: Manager Research & Development) die Planung des Umbaus einer ganzen Schiffflotte samt den damit einhergehenden Herausforderungen vor (Towards zero emission - a cruise operator's perspective).

Ergebnisse der Workshops:

Im Workshop 2 wurde nach zwei Impulsvorträgen über die Erzeugung von Ammoniak als H₂-Derivat und die Anwendungsmöglichkeiten verschiedener H₂-Derivate in maritimen Anwendungen über folgende Fragen diskutiert: Wie können H₂-Derivate effizient eingesetzt werden?

Welche Rolle spielen die verschiedenen H₂-Derivate in der Zukunft? Welche Einsatzbereiche gibt es? Gibt es Forschungslücken und wenn ja welche?

Dabei ergab die Diskussion, dass Ammoniak unter Berücksichtigung der Klimaneutralität und der Technologiereife eine mittelfristige Lösung darstellen könnte, und zwar für Schiffe, Landmaschinen, eventuell auch für LKWs und für die Erzeugung von Prozesswärme.

Für Methanol ergibt sich ein Anwendungsgebiet in der chemischen Industrie (20 Millionen/Jahr), für Schiffe und Landmaschinen. Unter Berücksichtigung von „air capture“, Klimaneutralität und der Technologiereife stellt es eine kurz bis mittelfristige Lösung dar.

Zusammenfassung:

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Workshops waren sich einig, dass Ammoniak und Methanol für verschiedene Anwendungen aufgrund der Verfügbarkeit und der Technologiereife eine kurz- bis mittelfristige Lösung darstellen. Die Diversität und Technologieoffenheit sollten beibehalten werden. Der Fokus sollte nicht nur auf H₂ gelegt werden. Eine parallele Entwicklung ist zielführend. Außerdem sollte der Prozess als Ganzes betrachtet werden (Sektorkopplung, Abwärmenutzung), um die Primärenergie optimal zu nutzen. Dringender Forschungsbedarf besteht bezüglich Skalierbarkeit, Technologiedemonstratoren/Pilotprojekte und „Direct use“ von Ammoniak (Verbrennungsprozesse).

Workshop 3:

Wie gelingt ein abgestimmter Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft?

In diesem Workshop wurden Kernthesen in verschiedenen Formaten (World-Café light, Fishbowl) diskutiert und im Hinblick auf den Einfluss durch die Gesetzgebung eingeordnet. Die These, nach welcher der sinn-

volle Investitionszeitpunkt in die Wasserstoffwirtschaft schon verpasst ist, wurde mehrheitlich nicht unterstützt. Es bedarf jedoch der geeigneten Rahmenbedingungen, damit die privaten Investitionen auch tatsächlich getätigt werden können. Aktuell besteht die Herausforderung für die Unternehmen, dass sie für die geplanten Investitionen in Wasserstofftechnologien aufgrund der unsicheren Wirtschaftlichkeit keine Kredite bekommen. Die technologische Position und die ramp-up Fähigkeit deutscher Firmen bei einem anspruchsvollen Wasserstoffmarkt wurde als sehr gut bewertet. Es wurde jedoch auch der internationale Druck unter anderem durch den Inflation Reduction Act in den USA angesprochen und die damit verbundenen Herausforderungen für die deutsche Industrie. Zur Frage der synchronen Skalierung der H₂-Herstellung, des Imports, des Transports und der Nutzung erscheinen mehrere Initiativen gleichzeitig notwendig zu sein. Genannt wurden unter anderem Großprojekte-Förderung, bestenfalls in no-regret H₂-Anwendungen, aber auch internationale Kooperationen und ein stabiles Rechtssystem sind unabdingbar zum Gelingen des Wasserstoffmarkthochlaufs in Deutschland. Insbesondere im Bereich der Wasserstoffherzeugung ist das Scale-up der Produktion zur Erreichung der Ausbauziele erforderlich, wobei für eine Produktion von grünem Wasserstoff der zügige Ausbau der erneuerbaren Energien und der Ausbau der Wasserstoffspeicher wichtige Voraussetzungen darstellen.

Workshop 4:

Ist die Systemeffizienz der wichtigste Faktor für unser Energiesystem?

Im Zentrum des Workshops stand die Frage nach der Bedeutung der Systemeffizienz für das Energiesystem Deutschlands.

Um Energieproduktion und -verbrauch bei steigendem Anteil der erneuerbaren Energieerzeugung ins Gleichgewicht zu bringen, stehen im Wesentlichen folgende Optionen zur Verfügung:

- Direktelektrifizierung der Sektoren Industrie, Verkehr, Transport und Haushalte
- Sektorkopplung (Power-to-Heat, Power-to-Gas) mit anschließender
- Stoffliche Nutzung (H₂ und e-fuels, zum Beispiel für chemische Industrie)

- Re-Elektrifizierung (Heat-to-Power, Gas-to-Power, zum Beispiel H₂-Backupkraftwerke)
- Netzausbau, Speicherung, Systemflexibilisierung, Laststeuerung, Abregelung

In einer vorab durchgeführten Mentimeter-Umfrage waren 14 von 16 Teilnehmer der Meinung, die Systemeffizienz sei nicht der wichtigste Faktor für das nationale Energiesystem. Als unvermeidbar wurde der Einsatz von Wasserstoff in den Sektoren Industrie und Kraftwerke gesehen; der Einsatz in den Sektoren Mobilität und Wärme wurde demgegenüber als weniger wichtig erachtet.

Ergebnisse des Workshops:

Ausgehend von den Alternativoptionen „Direktelektrifizierung“ und „Sektorkopplung“ wurde die Relevanz der zur Verfügung stehenden Optionen entlang des Zeitstrahles diskutiert. Unter Systemeffizienzgesichtspunkten stellt die Direktelektrifizierung die vorrangige Option dar. Dies erfordert neben einem starken EE-Ausbau den zügigen Ausbau der Ladeinfrastruktur, eine Erüchtigung der Stromnetze und eine begleitende Digitalisierung der gesamten Prozesskette. Mittelfristig muss auch das Strommarktdesign angepasst werden.

Es wird von einer stetigen Zunahme der Direktelektrifizierung über alle Sektoren hinweg ausgegangen. Zeitversetzt ist von einer Zunahme des Anteils von Wasserstoff und seinen Derivaten auszugehen. Diese können entweder heimisch produziert (idealerweise aus Überschussstrom) oder importiert werden.

Damit der notwendige Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft gelingen kann, müssen zahlreiche Voraussetzungen erfüllt sein:

- Erhaltung der Gasnetze (inklusive Verteilnetze)
- Aufbau von H₂-Speicherkapazitäten (ca. 100 TWh) – Speicherkapazität der vorhandenen Salzkavernen in Deutschland reicht dafür nicht aus, es müssten neue Speicherkapazitäten erschlossen werden.
- Errichtung von H₂-Backupkraftwerken (40 GW bis 70 GW) – Stichwort „Dunkelflaute“
- Sicherstellung H₂-Readiness der Endgeräte (Gaskessel, Motoren, BHKW etc.)

- H₂-Verfügbarkeit: Studien zufolge müssen mehr als 70 Prozent des benötigten Wasserstoffs importiert werden.

Fazit: Die Sicherstellung einer hohen Systemeffizienz (vor allem durch Direktelektrifizierung und einer effizienten Energiewandlungskette) ist aus volkswirtschaftlicher Sicht erstrebenswert. Mindestens ebenso wichtig ist es, die notwendigen Voraussetzungen für den H₂-Hochlauf zu schaffen. Von besonders hoher Dringlichkeit ist dabei der Aufbau von H₂-Backupkraftwerken, die Erschließung neuer H₂-Speicherkapazitäten und die Ausarbeitung und Umsetzung einer H₂-Importstrategie.

5. Besichtigung Stahlgewinnung und grüne Transformation

Zum Abschluss des Treffens wurde die Möglichkeit geboten, sich im Rahmen einer Führung im Produktionsbereich von tkSE persönlich ein Bild von der Stahlerzeugung im Stahlwerk sowie im Warmbandwerk zu verschaffen. Mit vier Bussen wurde bei der Werksführung außerdem der Stand der Arbeiten zum Bau der ersten Direktreduktionsanlage in Duisburg gezeigt, mit dem die grüne Transformation durch den Wasserstoffeinsatz in der Primärstahlerzeugung ab 2026 ermöglicht werden soll.

6. Danksagung

Die vier Clustersprecher Isabel Kundler (DECHEMA), Philipp Perrin (Bosch), Jens Reichel (tkSE) und Tom Smolinka (FhG ISE) wollen sich bei allen Fachleuten für ihre Teilnahme bedanken. Spezieller Dank gilt zudem den oben genannten Referierenden sowie den Workshop-Leitenden Bernd Oberschachtsiek (ZBT), Markus Ohnmacht (Bosch), Gerlind Wagner-Vogel (HY. SH), Bettar El Moctar (Uni DUE), Matthias Jahn (FhG IKTS), Thomas Hild (DECHEMA), Julia Seitz (FhG ISE), Stefan Martin (Bosch) sowie Beate Wörz und dem Team vom Ptj, ohne die die Veranstaltung in dieser Form nicht möglich gewesen wären.

Wann: 27. & 28. November 2023

Wo: EWE Forum Alte Fleiwa,
Oldenburg

1. Einleitung

Das Motto und die Zielsetzung der Tagung des Clusters 2 des Forschungsnetzwerks Wasserstoffs waren:

- Was sind die möglichen Bottlenecks auf dem kritischen Pfad der Entwicklung bis 2030?
- Wo sind die Stellen, an denen wir tatsächlich zurückfallen und gebremst werden, wenn etwas nicht rechtzeitig klappt?

In sieben Themenräumen mit jeweils einem Impulsvortrag sowie teilweise Posterbeiträgen wurden Bottlenecks identifiziert sowie für ausgewählte Themen nötige Maßnahmen daraus abgeleitet. Im Folgenden sind diese aus Sicht des gesamten Clusters zusammengefasst. Angelehnt an die Gliederung des Clusters wurde in den Themenräumen zu den folgenden Themen diskutiert: Gesamtsystemverständnis, Wasserstofftransport Schiff-Schiene-Straße, Pipelinetransport Fernleitungs- sowie Verteilnetz, Wasserstoffspeicherung, Sektorenkopplung und Rückverstromung.

2. Identifizierte Bottlenecks

Ausbau Infrastruktur

- Mögliche Lock-Ins auf Grund einer fehlenden Gesamtstrategie bzgl. Aus-, Um- und Rückbau der Strom-, Wasserstoff- und Erdgasinfrastruktur. Dies beinhaltet unter anderem die Transportinfrastruktur (Gasleitungen, Schiffe, Tanklastzüge, Häfen, Flughäfen, Straßen) den Umbau und die Anbindung von Gasspeichern (Speicherstrategie) sowie Standortfragen von H₂-Kraftwerken.
- Ausbau der erneuerbaren Strombereitstellung sowie die Identifizierung geeigneter Standorte für Elektrolyseanlagen mit (Ab-)Wärme- und Sauerstoffnutzung, Strom- und Gasinfrastrukturanschluss.
- Transparente und klare Kommunikation der Ausbau- und Markteinführungspläne.

- Entwicklung von Hubs für Wasserstoff und Derivate sowie eine Clusterung der Logistik fehlen aktuell.
- Technische Schnittstellen zwischen Fernleitungsnetz- und Verteilnetzbetreibern.
- Kosten für den Wechsel der Wärmeversorgung (Verteilnetz) sowie technische Geräteausstattung und Transformation (unter anderem Gebäudewärmeversorgung).
- Konzepte für sektorenggekoppelte Betriebsführungen von Infrastrukturkomponenten.

Regulatorik

In vielen Bereichen gibt es noch Anpassungsbedarf in Bezug auf uneinheitliche Regulatorik, technische Regelwerke und Normen. Hieraus ergibt sich eine mangelnde Planungssicherheit für zum Beispiel die Themen: Gasleitungen, Grenzübertritt, Zulassung für Schiffe, RED II/III Kompatibilität sowie Bundesimmissionsschutzverordnung, Zertifizierung von Anlagen, Zertifizierung von Speicherequipment über und unter Tage, OPEX-Förderung zum Beispiel von Elektrolyse, Wasserstoffqualität und Anforderungen an Kavernen.

- Fachwissen bei Behörden sowie Austausch zwischen Behörden (Land, Bund).
- Fördermittel und Marktanreizmechanismen (unter anderem Geschwindigkeit der Fördermittelbereitstellung, H₂ Einspeisevergütung, unklarer Marktrahmen).
- Getrennte Verfahren für einzelne Sektoren zum Beispiel: Rahmenbedingungen Elektrolyse <-> Wärmenutzung sowie doppelte/ungekoppelte Planungsprozesse.
- Möglichkeiten zur Beschleunigung der Verordnungen sowie Planungszulassungen.

Große Varianz in den Prognosen für Erzeugung und Nachfrage von Wasserstoff

- Globale Abstimmung zur Erzeugung von Wasserstoff.



- Gesicherte Verfügbarkeit von Importmengen (auch zeitlich).
- Unklare Nachfrage nach Wasserstoff in Bezug auf unterschiedliche Anwendungssektoren wie der Mobilität.
- Anforderungen an Gleichzeitigkeit.

Gesellschaftliche Integration

- Ausbildung von Fachkräften und Fachpersonal.
- Akzeptanz für Wasserstofftechnologien (unter anderem für neue Kavernenfelder).
- Wissenstransfer und diskriminierungsfreier Datentransfer sowie Verfügbarkeit fehlt. Zu wenig Austausch zwischen unterschiedlichen Akteuren.

Vorgeschlagene Maßnahmen

Abgestimmte Entwicklung des Strom-, Wärme- und Gassystems

- Entwicklung einer Systementwicklungsstrategie sowie ein Abgleich von Top-Down/Bottom-Up-Szenarien zur Unterstützung des Markthochlaufs. Hierzu zählen auch die Entwicklung von Hubs für Wasserstoff und Derivate. Des Weiteren auch die Entwicklung von Transformationsstrategien für Raffinerien.
- Entwicklung einer Logistikstrategie aus den verschiedenen Transportwegen und daraus folgend der Ausbau der Infrastruktur für den Transport.
- Koordinierte Beschaffung von Komponenten, um große Losgrößen zu erreichen und Preisentwicklungen zu beschleunigen.
- Globale Abstimmung zur Erzeugung von H₂ und eine zentrale Marktabfrage für den Speicherbedarf.
- Stetige Bewertung des CH₄-Ausstiegs unter Berücksichtigung der KWP, Neubau und Umrüstung orchestrieren.

Entwicklung und Vereinheitlichung von Regulatorik, auch über Sektorengrenzen hinweg

- Langfristige Planungssicherheit in der Regulatorik unter anderem H₂ Einspeiseregulierung und Vergütung sowie die Definition der H₂-Speicher im Energiesystem. Des Weiteren die Einspeiseregulierung und Vergütung sowie Beihilfen. Fortführung der Netzentgeltbefreiung.
- Anreize sowie evtl. die Festlegung eines Mindestmaßes an heimischer H₂-Produktion.
- Entwicklung von Marktmodellen für zum Beispiel Handel von Zertifikaten.
- Politische Strategie zur Sektorenkopplung. Kopplung der Regulatorik in den verschiedenen Sektoren (unter anderem Multifunktionale Flächennutzung, sektorübergreifende konsistente Förderregime).

Wissensaustausch und Entwicklung von Humanressourcen

- Etablierung von Mechanismen für Wissenstransfer zwischen unterschiedlichen Akteuren sowie Behörden (Land/Bund).
- Weiterentwicklung und Anpassung von Studiengängen sowie Ausbildungsberufen.
- Open-Source-Datenbereitstellung für eine sektorenübergreifende Zusammenarbeit.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich als Ergebnis des Clustertreffens festhalten, dass das Design und die zeitliche Realisierungs-Roadmap der H₂-Infrastruktur einen großen Einfluss auf das Gelingen des H₂-Markthochlaufes haben. Das Potenzial von H₂ zur Flexibilisierung eines zukünftigen klimaneutralen Energiesystems kann nur voll ausgeschöpft werden, wenn die identifizierten Bottlenecks auf dem kritischen Pfad der Entwicklung bis 2030 behoben werden.

6. Danksagung

Die beiden Clustersprecher Carsten Agert (DLR) und Urban Keussen (EWE) wollen sich bei allen Fachleuten für ihre Teilnahme bedanken. Spezieller Dank gilt zudem den Referierenden Selina Breilmann (OGE), Alexander Dyck (DLR), Hans Christian Gils (DLR), Jonas Höckner (EWE), Arne Jacobsen (Shell), Mathias Koch (Agora), Uwe Krüger (Uniper), Elisabeth Ziemann (Gasnetz Hamburg), sowie dem Organisationsteam bestehend aus Anne-Katrin Faasch (DLR), Carsten Hoyer-Click (DLR), Hendrik Langnickel (DLR), Geert Tjarks (EWE) des Weitem Beate Wörz (Ptj) und dem Team vom Ptj, ohne die die Veranstaltung in dieser Form nicht möglich gewesen wären.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH ₄	Methan
CTO	Chief Technology Officer
DIN	Deutsches Institut für Normung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
FfE	Forschungsstelle für Energiewirtschaft
FhG	Fraunhofer-Gesellschaft
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit
GW	Gigawatt
H ₂	Wasserstoff
izes	Institut für Zukunftsenergie- und Stoffstromsysteme
KWP	Kraft-Wärme-Pumpe
NH ₃	Ammoniak
OGE	Open Grid Europe
OPEX	Operational Expenditures
Ptj	Projektträger Jülich
RED	Renewable Energy Directive
tkSE	Thyssenkrupp Steel Europe
TWh	Terawattstunde
Uni DUE	Universität Duisburg-Essen
ZBT	Zentrum für Brennstoffzellen-Technik



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages