

H₂-BAROMETER

Unabhängige Bewertung der
Wasserstoffwirtschaft in der Schweiz

Ausgabe 2
Oktober 2022

«Grüner H₂ kann als flexibler Energieträger erneuerbare Energien in allen Sektoren nutzbar machen und so die Sektorenkopplung als zentrales Element einer dekarbonisierten Energiewirtschaft ermöglichen.»

BFE, Thesen zur künftigen Bedeutung von Wasserstoff in der Schweizer Energieversorgung, 27.09.2022

«Die EU will zwar einen gemeinsamen europäischen Wasserstoffmarkt schaffen und gibt ihm als 'Important Project of Common European Interest' (IPCEI) auch höchste Priorität. Die Realisierung kommt aber nur schleppend voran.»

Handelsblatt, 22.06.2022

Vorwort



Mit der angespannten Lage in den Energiemärkten zeigt sich, wie verletzlich eine Energieversorgung ist, wenn sie zu einseitig ausgerichtet ist. Der Umbau des heutigen Energiesystems Richtung Netto-Null gelingt nur, wenn er auf einem breiten Mix von Energieträgern und Infrastrukturen basiert. Neben Elektronen werden wir auch Moleküle benötigen, wie Biomethan und Wasserstoff (H₂). Die EU geht voran und hat mit dem Programm REPowerEU die Ambitionen im Bereich der H₂-Verwendung nochmals gegenüber den Zielen aus «fit for 55» erhöht. In der Schweiz hat das Bundesamt für Energie Ende September 2022 nun erstmals Thesen zur zukünftigen Bedeutung von H₂ in der Schweizer Energieversorgung vorgelegt.

Ob die Arbeiten des Bundes das Investitionsklima in der Schweiz schon bald beeinflussen werden? Die zweite Ausgabe unseres H₂-Barometers vermittelt Ihnen neben den Einschätzungen der Autoren zu einzelnen Themen auch ein direktes Stimmungsbild der Akteure im Schweizer Markt. Wir planen diese Umfrage in regelmässigen Abständen zu wiederholen.

Die Analysen wurden erneut in einer Kooperation von Polynomics und E-Bridge Consulting vorgenommen. Wir bedanken uns für die vielen Reaktionen auf unseren «Erstling». Die dritte Ausgabe planen wir im Frühjahr 2023 zu veröffentlichen.

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldungen und den weiteren Austausch.

Mit besten Grüssen

Daniela Decurtins

Herausgeber

Verband der Schweizerischen Gasindustrie

Daniela Decurtins

Grütlistrasse 44 | 8002 Zürich

<https://gazenergie.ch/de/>

Tel. +41 44 288 31 31



Thesen und Gesamtstimmung

Neun Kernaussagen aus dem H₂-Barometer

1. Die Nutzung von grünem H₂ soll in der EU bis 2030 auf 20 Mio. t hochgefahren werden. Die Hälfte davon soll importiert werden. Um die ambitionierten Ziele zu erreichen, sind grosse Anstrengungen und pragmatische Rahmenbedingungen erforderlich.
2. Der H₂-Vollkostenindex Hydex ist 2022 deutlich volatil als 2021. Grüner H₂ ist durch die stark gestiegenen Strompreise gegenüber grauem H₂ derzeit nicht konkurrenzfähig.
3. Der Preis von lokal erzeugtem grünem H₂ ist derzeit so hoch, dass er aktuell gegenüber Diesel und Strom keine wettbewerbsfähige Option an schweizerischen Tankstellen ist.
4. In der längeren Frist ist im globalen H₂-Markt eine regionalisierte Versorgungsstruktur mit nicht zu langen Transportwegen wahrscheinlich.
5. Künftig wird importierter H₂ günstiger sein als inländisch produzierter H₂. Der Kostenvorteil ergibt sich vor allem aus den deutlich höheren Volllaststunden der Stromerzeugung in klimatisch begünstigten Regionen.
6. Umfrage – Stimmungsbild: Rund 60 % der Befragten – überwiegend Energieversorger – schätzen das Investitionsklima in der Schweizer H₂-Wirtschaft negativ ein. Die staatlichen Rahmenbedingungen werden durchwegs als noch ungünstiger wahrgenommen.
7. Umfrage – Upstream: Künftig wird Upstream mit steigenden H₂-Volumina gerechnet, sowohl bei der inländischen Produktion als auch etwas verhaltener bei den Importen. Im Vordergrund steht dabei klar grüner H₂.
8. Umfrage – Midstream: Mittelfristig sehen die Befragten eine grössere Rolle für den containerbasierten Transport. Langfristig wird jedoch eher beim netzbasierten Transport und der Speicherung mit einem mindestens starken Ausbau gerechnet.
9. Umfrage – Downstream: Mittel- und langfristig rechnet eine deutliche Mehrheit der Befragten mit einem (sehr) starken Anstieg von H₂ Anwendungen im Schwerverkehr. Langfristig wird eine grössere Rolle von H₂ bei der industriellen Produktion sowie der Stromproduktion erwartet.

Einschätzung der Stimmung in der H₂-Wirtschaft



In der EU bestehen grosse Ausbauambitionen für H₂ bereits bis 2030, wobei unklar ist, ob die Rahmenbedingungen geeignet sind, um diese zu erreichen. Die H₂-Wirtschaft in der Schweiz schätzt die aktuellen Investitions- und Rahmenbedingungen als schlecht ein, sieht aber mittel- und insbesondere langfristig eine wichtige Rolle für grünes H₂. Vor allem im Upstreambereich ist die Stimmung aktuell auch aufgrund der Situation am Strommarkt eher negativ.

Wasserstoffwelt im Wandel

REPowerEU-Plan vom 18. Mai 2022

Die EU-Kommission verfolgt mit ihrem Plan zwei Ziele: Den Umbau des europäischen Energiesystems zur Beendigung der Importabhängigkeit von Russland und besseren Klimaschutz. H₂ und Biomethan gelten als 4. Säule und Schlüssel für nachhaltige Versorgungssicherheit neben Energieeffizienz, Erneuerbaren-Ausbau und diversifizierten gemeinsamen Erdgasbezügen.

Bis 2030 wird die EU-weite Nutzung von jährlich 20.1 Mio. t grünem H₂ (666 TWh) angepeilt. Jeweils die Hälfte aus eigener Produktion und Import. Dies ist ein massiver Ausbau im Vergleich zum «Fit for 55»-Programm von 2021 mit geplanten 6.7 Mio. t. Neben grünem H₂ ist auch die Nutzung anderer Erzeugungsformen vorgesehen, einschliesslich H₂ aus Atomstrom. Dafür nötige Arbeiten zu technischen H₂-Standards für alle Wertschöpfungsstufen sollen beschleunigt werden.

Insgesamt sind Investitionen von rund 300 Mrd. EUR vorgesehen, davon 28 bis 38 Mrd. für H₂-Leitungen innerhalb der EU und 6-11 Mrd. für H₂-Speicher. Nach «H₂-Tech» hat die EU-Kommission im September unter «Hy2Use» über 5 Mrd. EUR an H₂-Beihilfen genehmigt und ausserdem eine europäische Wasserstoffbank angekündigt. Diese soll für bis zu 3 Mrd. EUR H₂ kaufen können, um dazu beizutragen, dass H₂ «vom Nischen- zum Massenprodukt» wird.

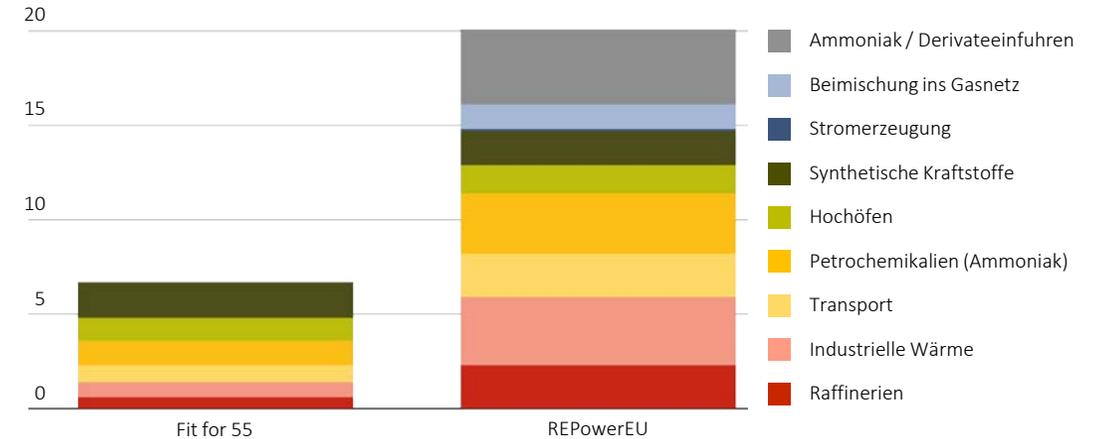
Die Umsetzung der ambitionierten REPowerEU-Pläne ist keineswegs sicher und bedarf einer raschen Entwicklung der notwendigen Infrastrukturen sowie weiterer Anstrengungen auf Seiten Produktionskapazitäten und Nachfrage. Dazu ist auch ein – bisher nicht vorhandener – pragmatischer Regulierungsrahmen erforderlich.

Stand in der Schweiz

Die Schweiz ist inmitten des geplanten europäischen H₂-Leitungsnetzes gelegen. Sie ist im privaten Europäischen Komitee für Normung (CEN) eingebunden, welches für technische Standards zuständig ist. Ebenfalls wird das in Aufbau befindliche System der Herkunftsnachweise mit der EU abgestimmt.

Mit den «Thesen zur künftigen Bedeutung von H₂ in der Schweizer Energieversorgung» hat das BFE am 27. September 2022 erste Grundlagen für die weiteren Entwicklungen geliefert. Im Vordergrund steht grüner H₂ aus Importen.

Anvisierter H₂-Verbrauch nach Branche im Jahr 2030 (Mio. t H₂)



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Figure 4 des Staff Working Document «SWD(2022) 230 final» der EU-Kommission.

«European Renewable Gas Registry» (ERGaR) nimmt Fahrt auf

Mit dem «CoO Scheme» hat der ERGaR ein internationales Handelssystem für Herkunftsnachweise (HKN) erneuerbarer Gase aufgesetzt, das auch H₂ umfasst. 2021 wurden erstmals kleinere Mengen darüber gehandelt. Im ersten Halbjahr 2022 umfassten die Transfers 582 GWh. Der VSG ist als Schweizerische Clearingstelle bereit und auch in anderen europäischen Ländern sind HKN-Register für flüssige und gasförmige Treibstoffe bereits eingerichtet oder im Aufbau.

Weitere Harmonisierungen und die Schaffung verbindlicher Rahmenbedingungen wurden angekündigt, müssen aber in den nächsten Jahren noch konkretisiert werden. In der EU besteht mit der Richtlinie 2018/2001 (RED II) dazu eine rechtliche Grundlage.

Die Nutzung von grünem H₂ soll in der EU bis 2030 auf 20 Mio. t hochgefahren werden. Die Hälfte davon soll importiert werden. Um die ambitionierten Ziele zu erreichen, sind grosse Anstrengungen und pragmatische Rahmenbedingungen erforderlich.

Der Hydex Schweiz und die Abhängigkeit von den Strompreisen

Der Hydex ist ein kostenbasierter Spotpreisindex für die wichtigsten H₂-Technologien. Er gibt die Vollkosten (fixe und variable Kosten) der H₂-Produktion ohne Transport- und Vertriebskosten an und ist damit ein Indikator für die Wirtschaftlichkeit von Investitionen in H₂.

Die wichtigsten variablen Eingangsparameter sind die kurzfristigen (tagesaktuellen) Strompreise für den grünen Hydex und Gasmarktpreise sowie der zukünftige Marktpreis für CO₂-Emissionen (EUA) für den grauen Hydex.

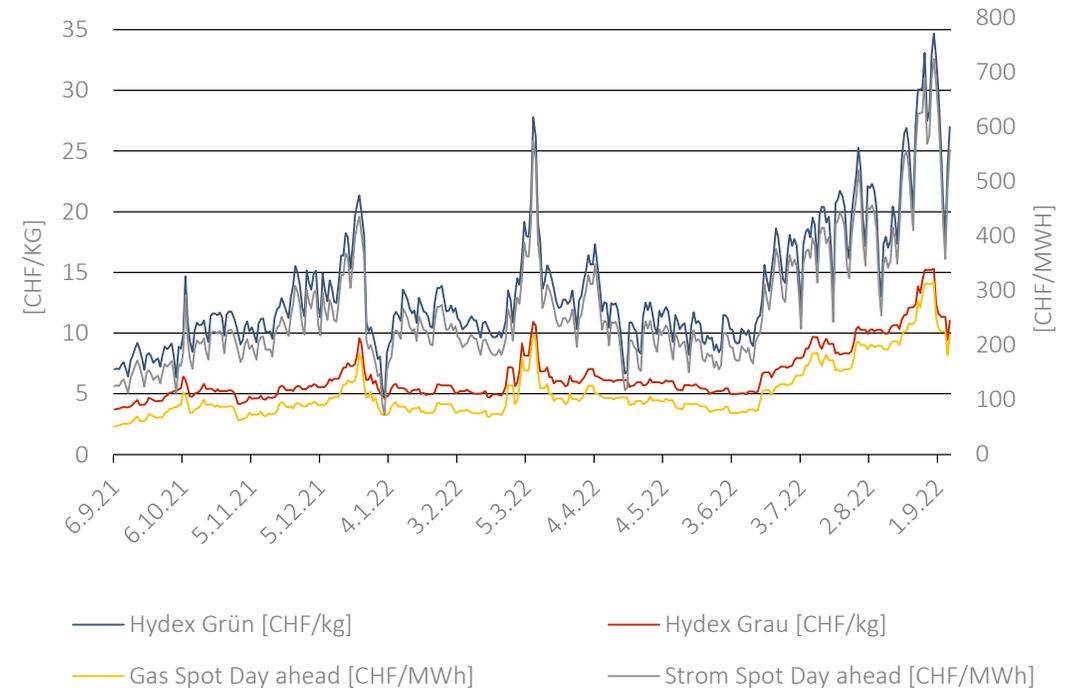
Im Rahmen der Vollkosten sind auch die CAPEX der Elektrolyse mit 1'200 CHF je kW_{el} berücksichtigt. Die Gesamtinvestitionen sind mit 8% auf 20 Jahre abgezinst. Anhand eines angenommenen Wirkungsgrades von 60 % bezogen auf den unteren Heizwert des H₂ können die CAPEX dann spezifisch auf die H₂-Mengen bezogen werden.

Grundsätzlich sorgt neben niedrigen Strompreisen eine hohe Anzahl an Volllaststunden für Anreize, grünen H₂ zu produzieren. Aufgrund der sehr niedrigen Grenzkosten erneuerbarer Energien (EE) bedeutet hohe EE-Verfügbarkeit i.d.R. niedrige Stromkosten. Aufgrund der aktuell angespannten geopolitischen Lage sowie dem Ausfall von Kraftwerken sind die Strom-, Gas- und CO₂-Preise im Jahr 2022 stark gestiegen. Dadurch liegt auch der Hydex für alle Technologien und insbesondere der «Hydex Grün» auf einem erheblich höheren Niveau und ist sehr volatil.

| Durchschnittswerte im Vergleich [in CHF/kg] | 2. Halbjahr 2021 | 1. Halbjahr 2022 | 100-Tage- Durchschnitt |
|--|------------------|------------------|---------------------------|
| Hydex Grün | 11.22 | 14.72 | 18.82 |
| Hydex Grau | 5.31 | 7.15 | 9.05 |

Die Volatilität der Erzeugungskosten von grünem H₂ kann über eine strukturierte Strombeschaffung oder «Power purchasing agreements» (PPAs) gesenkt werden. Ein solches Hedging wäre in Anbetracht der aktuellen Spotpreisentwicklung retrospektiv sehr vorteilhaft gewesen.

Hydex Schweiz



Datenquellen:
EPEX Spot CH; EEX-THE-Day-Ahead; EEX European Carbon Futures

Der H₂-Vollkostenindex Hydex ist 2022 deutlich volatil als 2021. Grüner H₂ ist durch die stark gestiegenen Strompreise gegenüber grauem H₂ derzeit nicht konkurrenzfähig.

H₂ an der Tankstelle

Auf Basis des Hydex (s. Folie 5) kann ein synthetischer Index der H₂-Bereitstellungskosten an der Tankstelle berechnet werden. Die H₂-Bereitstellungskosten umfassen neben den Vollkosten der H₂-Produktion (Hydex 1/2022) die Infrastrukturkosten sowie die Kosten für den Tankstellenbetrieb. Die Infrastrukturkosten bestehen aus Transmissions- und Distributionskosten via Lkw sowie der LH₂-Tankspeicherung.

Einfache Aussagen zur Wettbewerbsfähigkeit von H₂ gegenüber anderen Treibstoffen lassen sich durch einen Vergleich der Kosten pro 100 km ableiten. Dabei werden die effektiven Tankstellenpreise von Diesel und Elektrizität den berechneten H₂-Bereitstellungskosten gegenüber gestellt. Die Abgaben auf Diesel und Elektrizität sind separat ausgewiesen. Im Vergleich rechts ist die Mehrwertsteuer nicht enthalten.

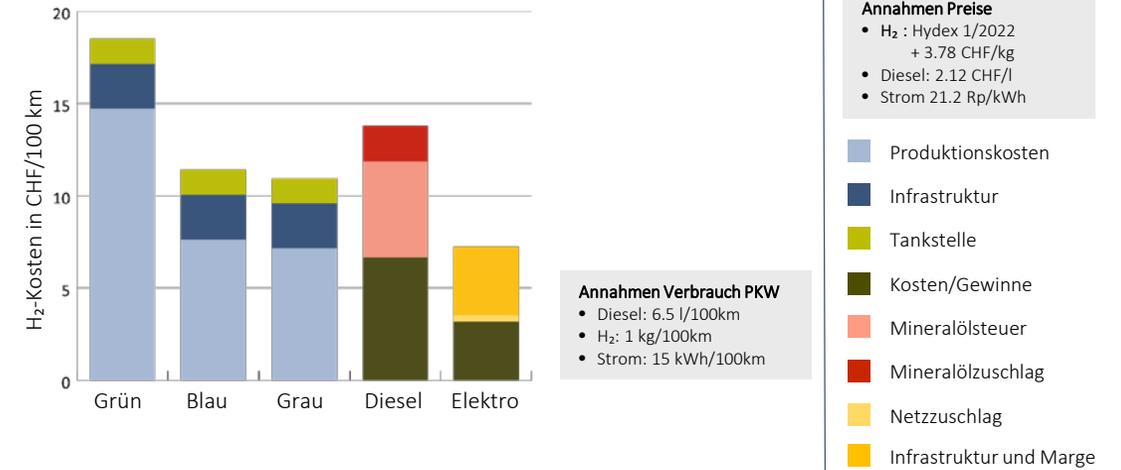
Sowohl für PKWs als auch für den Schwerlastverkehr liegen aktuell nur die Bereitstellungskosten für blauen und grauen H₂ unter denen des Referenzwerts für Diesel. Die Wettbewerbsfähigkeit von grünem H₂ für PKWs wäre aktuell bei einem Dieselpreis von 2.85 CHF/l oder einem Strompreis von 1.23 CHF/kWh gegeben.

Im Schwerlastverkehr wäre die Wettbewerbsfähigkeit ab einem Dieselpreis von 3.29 CHF/l gegeben, wenn beim Vergleich die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) nicht einbezogen wird. Die Befreiung von H₂-LKWs von der LSVA steigert die Wettbewerbsfähigkeit dieser gegenüber dieselbetriebenen LKWs.

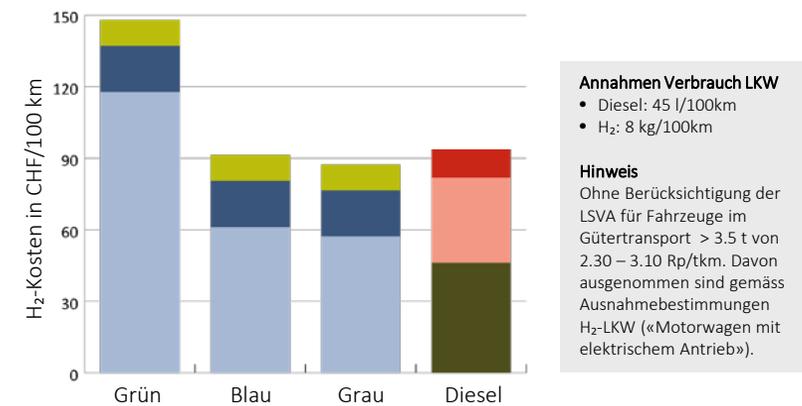
Zu beachten ist, dass für genauere Aussagen zur Wettbewerbsfähigkeit aus Kundensicht weitere Kosten wie Anschaffungs- und Unterhaltskosten der Fahrzeuge sowie Komfortaspekte zu berücksichtigen sind.

Der Preis von lokal erzeugtem grünem H₂ ist derzeit so hoch, dass er aktuell gegenüber Diesel und Strom keine wettbewerbsfähige Option an schweizerischen Tankstellen ist.

PKW an der Tankstelle:
H₂-Bereitstellungs- im Vergleich zu Diesel- und Stromkosten

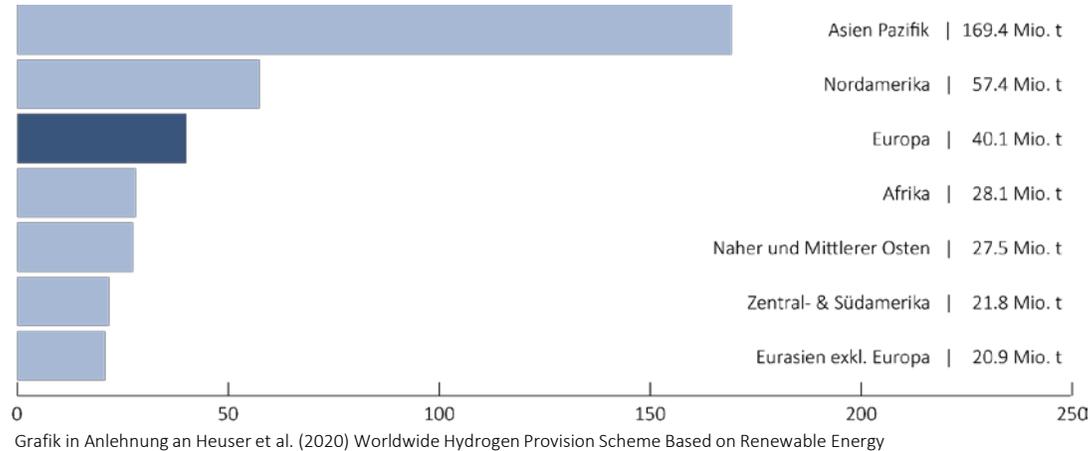


Schwerlastverkehr an der Tankstelle:
H₂-Bereitstellungs- im Vergleich zu Dieselpreisen



Struktur des weltweiten H₂-Bedarfs und der Importe im Jahr 2050

Prognostizierter globaler H₂-Bedarf: 365.2 Mio. t

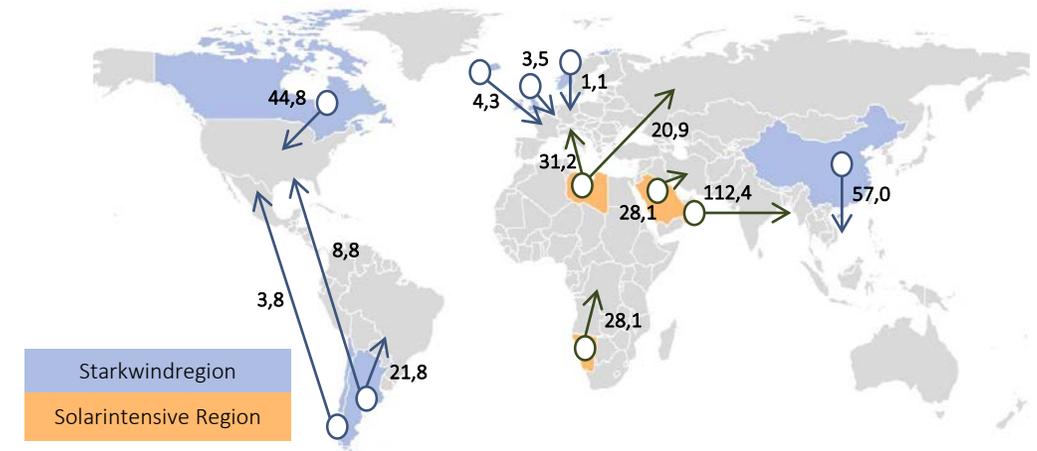


Der voraussichtliche langfristige weltweite Importbedarf an H₂ beläuft sich 2050 auf mehr als 365 Mio. t H₂ pro Jahr. Europa benötigt mit 40 Mio. t H₂ pro Jahr ca. 1/9 des weltweiten Bedarfs, der asiatisch-pazifischen Raum benötigt rund viermal soviel.

H₂ aus Ländern mit hohem Wind- oder hohem Solarangebot kann aufgrund der hohen Volllaststunden der Stromerzeugung zu sehr geringen Kosten produziert werden.

Das weltweite H₂-Angebotspotenzial übersteigt den prognostizierten Bedarf um den Faktor 4. Der Transport des H₂ über weite Strecken ist jedoch mit hohen Kosten verbunden. Während bei der Optimierung der Importinfrastruktur auch H₂-Derivate berücksichtigt werden, wird bei der Endanwendung von H₂ ausgegangen.

Langfristige kostenoptimale H₂-Flüsse zur Deckung der erwarteten Nachfrage



Quelle: Heuser et al. (2020) Worldwide Hydrogen Provision Scheme Based on Renewable Energy

Aufgrund der substantiellen Kostenanteile für den H₂-Transport ist im globalen und eingeschwungenen H₂-Markt in der langen Frist mit einer regionalisierten Versorgungsstruktur zu rechnen.

Die aktuellen Absichtserklärungen europäischer Staaten der Zusammenarbeit in Sachen H₂ mit z. T. weit entfernten Ländern zeigen, dass in der mittleren Frist durchaus andere Importmuster möglich sein können. Die Ausprägung der Importströme hängt letztlich nicht nur von der Entwicklung der Umwandlungs- und Transportkosten sondern auch von geopolitischen Überlegungen und Abhängigkeiten ab.

In der längeren Frist ist im globalen H₂-Markt eine regionalisierte Versorgungsstruktur mit nicht zu langen Transportwegen wahrscheinlich.

Künftige Importpotenziale für grünen H₂

Der geschätzte europäische Gesamtimportbedarf von rund 40 Millionen Tonnen im Jahr 2050 wird voraussichtlich zu etwa 75 % aus Nordafrika gedeckt. Die restliche Menge stammt aus der Eigenversorgung vor allem aus nordeuropäischen Ländern.

Aufgrund einer angenommenen Senkung der Investitionskosten für die Elektrolyse (2050: 500 CHF/kW_{el}) belaufen sich die durchschnittlichen Importkosten für Europa auf etwa 3.80 CHF/kg im Jahr 2050. Diese Kosten beinhalten keine inländischen Transport- und Finanzierungskosten oder Margen und sind eine Projektion bis 2050.

Geht man von den heutigen Elektrolyse-Investitionskosten (1'200 CHF/kW_{el}) aus, lägen die Vollkosten um 1.40 CHF/kg höher, d. h. bei 5.20 CHF/kg. Hohe Volllaststunden der Stromerzeugung in klimatisch günstigen Regionen bewirken über zwei Kanäle tiefe H₂-Erzeugungskosten: Einerseits über niedrige Strompreise und andererseits über eine hohe Anzahl Volllaststunden bei der Elektrolyse.

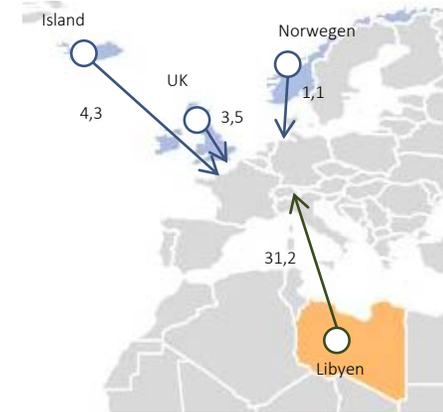
Unter Berücksichtigung der heutigen Investitionskostenprognose für das Jahr 2050 für die periphere Infrastruktur wie Umwandlung, Lagerung und Transport, bleiben die Vollkosten des H₂-Imports unter den aktuellen Kosten einer schweizerischen Produktion (11.22 und 14.72 CHF/kg, s. Folie 5).

Damit europäischer mit importiertem grünem H₂ kostenmässig konkurrenzfähig sein kann, müsste der Strompreis auch im Vergleich zum 2. Halbjahr 2021 deutlich sinken. Die Kosten für den Transport und die Lagerung in Europa wären zusätzlich zu berücksichtigen. Klimatisch günstigere Regionen hätten jedoch weiterhin den Vorteil höherer Volllaststunden.

Künftig wird importierter H₂ günstiger sein als inländisch produzierter H₂. Der Kostenvorteil ergibt sich vor allem aus den deutlich höheren Volllaststunden der Stromerzeugung in klimatisch begünstigten Regionen.

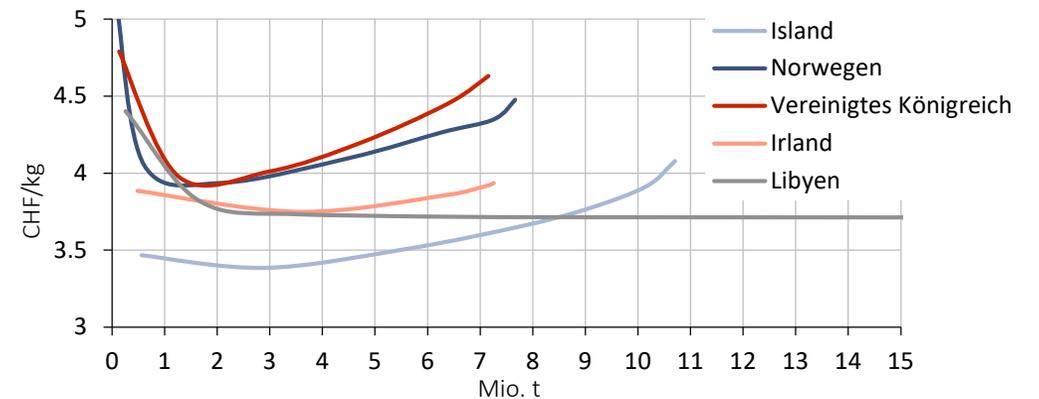


Importrouten für Europa (H₂-Flüsse in Mio. t)



Quelle: Heuser et al. (2020) Worldwide Hydrogen Provision Scheme Based on Renewable Energy

Versorgungspotenziale und Kostenkurven für ausgewählte klimatisch günstige Regionen, H₂ Bereitstellungskosten an EU Grenze

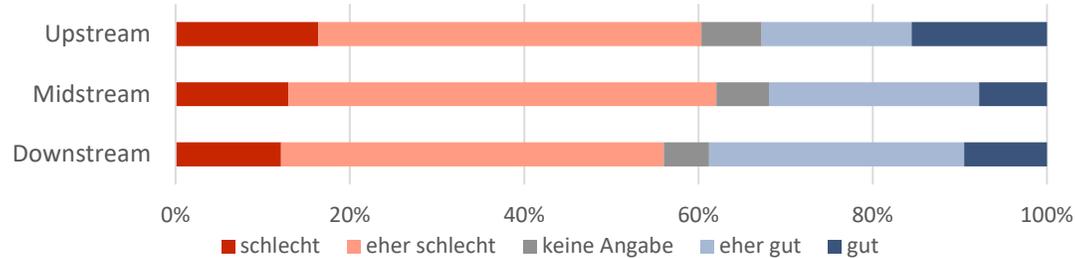


Quelle: Heuser et al. (2020) Worldwide Hydrogen Provision Scheme Based on Renewable Energy

Umfrage – Stimmungsbild in der Schweizer H₂-Wirtschaft

Aktuelles Investitionsklima

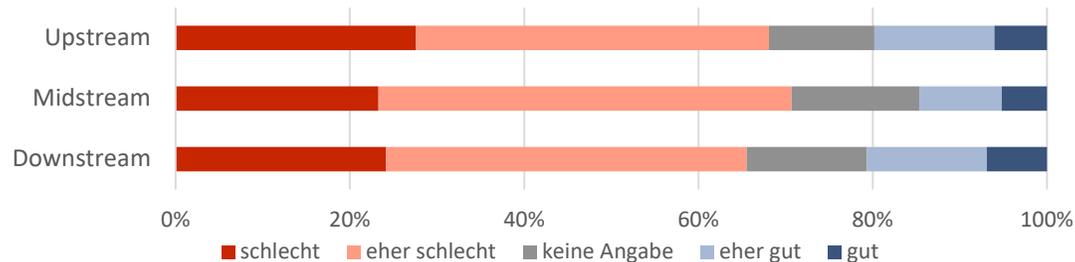
Das aktuelle Investitionsklima wird von 60 % der 116 Befragten als «eher schlecht» oder «schlecht» eingeschätzt. Dies gilt für jede Wertschöpfungsstufe. Im Bereich Upstream ist der Anteil der klaren Einschätzungen als «gut» oder «schlecht» am Grössten.



Einschätzung zu staatlichen Rahmenbedingungen

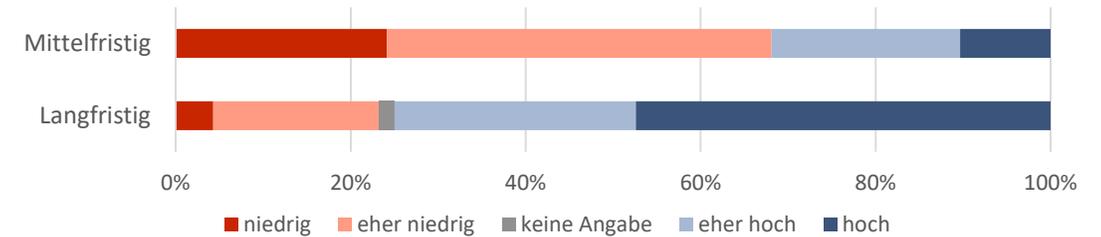
Die staatlichen Rahmenbedingungen werden durchwegs schlechter als das Investitionsklima wahrgenommen: Für jede Wertschöpfungsstufe sind mindestens 2/3 der Befragten der Meinung, dass diese «eher schlecht» oder «schlecht» sind.

Rahmenbedingungen wurden in den offenen Fragen zu den Wertschöpfungsstufen häufig direkt oder indirekt als wesentlicher Faktor für die zukünftige Entwicklung erwähnt. Genannte Stichworte sind fehlende Rahmenbedingungen, fehlende Gesamtsicht auf den Energiesektor, fehlender Förderrahmen, Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom, CO₂-Kosten, sowie Herkunftsnachweise.



Blick in die Zukunft: Beitrag der H₂-Wirtschaft zur Energieversorgung

Für die mittlere Frist, d. h. in den nächsten 5-10 Jahren, denkt nur jeder Dritte, dass die H₂-Wirtschaft einen «hohen» oder «eher hohen» Beitrag zur Energieversorgung in der Schweiz leisten wird. Für die lange Frist, d. h. bis 2050, geben dagegen 3/4 der Befragten an, dass die H₂-Wirtschaft einen «hohen» oder «eher hohen» Beitrag leisten wird.



Details zur Umfrage

Die Onlineumfrage wurde im August und September 2022 durchgeführt. Anonym befragt wurden Mitglieder des VSG, des VSE, Industrieunternehmen sowie Produzenten. Die Auswertung berücksichtigt 116 vollständig ausgefüllte Fragebögen. Rund 80 % davon kommen von Energieversorgungsunternehmen. Über die Hälfte der Teilnehmer gab an, in der Geschäftsführung oder Produktion (einschliesslich techn. Betrieb) tätig zu sein. Ein Viertel der Befragten beantwortete die französischsprachige Version, alle anderen die deutschsprachige.

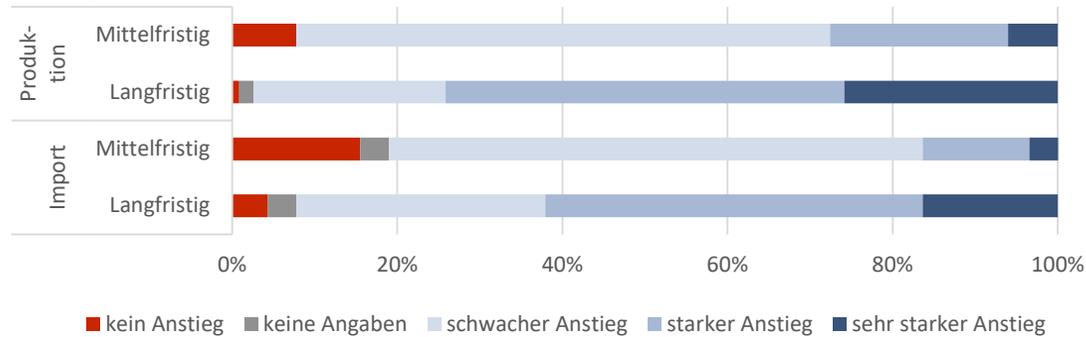
Rund 60 % der Befragten – überwiegend Energieversorger – schätzen das Investitionsklima in der Schweizer H₂-Wirtschaft negativ ein. Die staatlichen Rahmenbedingungen werden durchwegs als noch ungünstiger wahrgenommen.

Umfrage – Upstream

Allgemeine Einschätzung Produktion und Import

Die 116 Befragten schätzen die Zukunft der H₂-Produktion in der Schweiz als zunehmend positiv ein: Während nur rund jeder Vierte angibt, dass diese mittelfristig (in den nächsten 5-10 Jahren) zumindest stark ansteigt, gehen 3/4 der Befragten von einem «starken» oder «sehr starken» Anstieg bis 2050 aus.

Beim Import sind die Erwartungen verhaltener: Vier von fünf Befragten gehen hier in den nächsten 5-10 Jahren höchstens von einem «schwachen Anstieg» aus. Und jeder Dritte glaubt, dass die Importmengen auch bis 2050 höchstens schwach steigen werden.



Künftig wird Upstream mit steigenden H₂ Volumina gerechnet, sowohl bei der inländischen Produktion als auch etwas verhaltener bei den Importen. Im Vordergrund steht dabei klar grüner H₂.

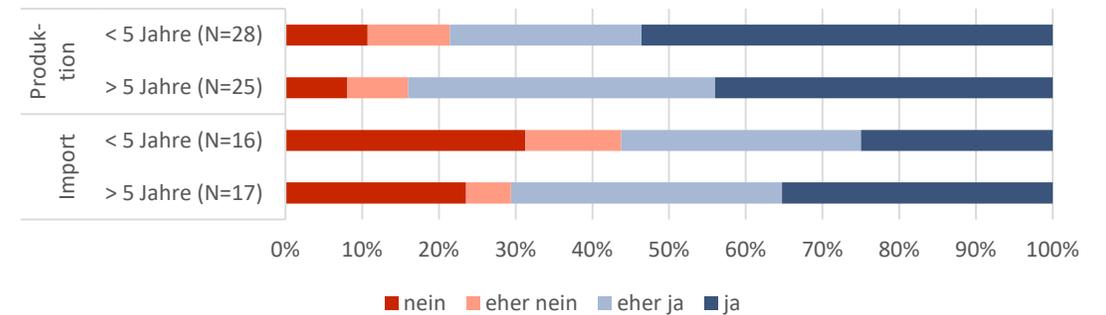
Fokus auf die Akteure im Bereich Upstream

28 Befragte haben ihr Unternehmen dem Bereich Upstream zugeordnet. Die weit überwiegende Mehrheit plant einen (weiteren) Ausbau der Produktions- oder Importkapazitäten.

Besonders in die H₂-Produktion möchten rund vier von fünf Unternehmen bereits in den nächsten fünf Jahren investieren.

Auch hier hält der positive Zeittrend an. So steigt im Bereich Import der Anteil Unternehmen, die die Importmenge für H₂ erhöhen möchten, von rund 55 % auf über 70 % an.

(Weiterer) Ausbau bei Upstream-Akteuren?



Grüner H₂

Mehr als 90 % der Befragten mit Produktionsanlagen (N=21), produzieren grünes H₂ mittels Wasserelektrolyse mit grünem Strom. Vereinzelt wird noch grauer H₂ produziert.

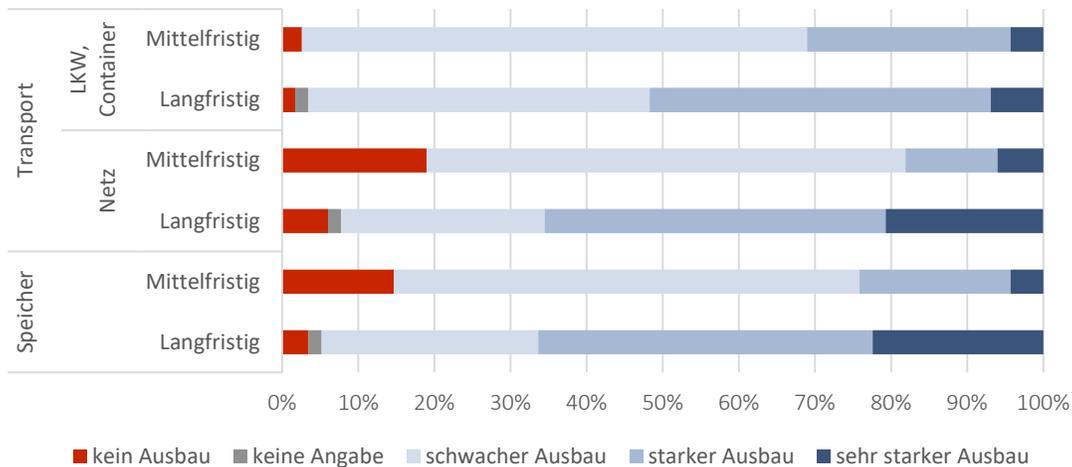
Ebenfalls 90 % der Befragten, die neue Importmöglichkeiten (N=18) und Produktionskapazitäten (N=26) schaffen wollen, gehen davon aus, dass es sich in mehr als fünf Jahren mehrheitlich um grünes H₂ handelt. In den nächsten fünf Jahren liegt der Anteil von grünem H₂ an den Importen noch für ein Drittel dieser Befragten unter 50 %.

Umfrage – Midstream

Allgemeine Einschätzung Transport und Speicherung

Die grosse Mehrheit der 116 Befragten ist von einem mindestens schwachen Ausbau der Transport- und Speicherkapazitäten überzeugt. Für die mittlere Frist (nächste 5 bis 10 Jahre) sind jedoch nur 20 bis 30 % der Befragten der Meinung, dass der Ausbau «stark» oder «sehr stark» sein wird.

Mit einem Ausbau des containerbasierten und des netzgebundenen Transports sowie der Speicher von H₂ wird allgemein gerechnet. Während mittelfristig mehr Befragte von einem mindestens starken Ausbau des containerbasierten Transports ausgehen (30 %), erwarten mehr Befragte (65%) langfristig einen mindestens starken netzbasierten Ausbau sowie der Speicher.



Mittelfristig sehen die Befragten eine grössere Rolle für den containerbasierten Transport. Langfristig wird jedoch eher beim netzbasierten Transport und der Speicherung mit einem mindestens starken Ausbau gerechnet.

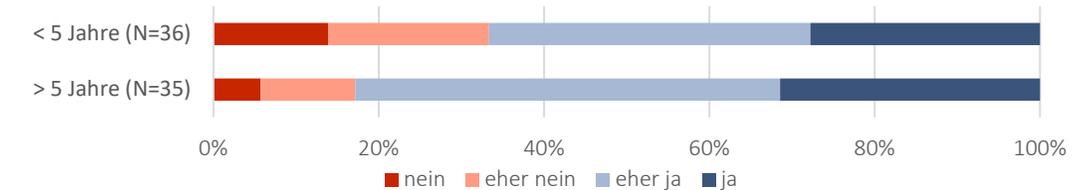
Fokus auf die Akteure im Bereich Midstream

36 Befragte haben ihr Unternehmen einem oder mehreren Midstream-Bereichen zugeordnet.

| Tätigkeitsbereiche Midstream (N=36, Mehrfachantwort möglich) | |
|--|----|
| Netzgebundener Gastransport mit Beimischung von H ₂ | 20 |
| Exklusiver H ₂ -Netztransport | 10 |
| H ₂ -Speicherung | 10 |
| H ₂ -Transportlogistik (Strasse oder Schiene) | 8 |

Rund 30 % der befragten Midstream-Akteure haben (weitere) Investitionen im Bereich des H₂-Transports bzw. der H₂-Speicherung bereits geplant. Längerfristig halten 80 % weitere Investitionen für möglich. Rund jeder Dritte gibt an, in den nächsten fünf Jahren keine weiteren Investitionen zu beabsichtigen.

(Weitere) Investitionen bei Midstream-Akteuren?



Gasnetzbetreiber als H₂-Midstream-Akteure

78 % der befragten Midstream-Akteure betreiben ein Gasnetz.

Mehr als die Hälfte der Gasnetzbetreiber investiert bereits teilweise «H₂-ready». Gut die Hälfte (ein Drittel) gibt an, dass in mehr als fünf Jahren mehr als 50 % (100 %) der Ersatzinvestitionen «H₂-ready» sein werden.

Knapp die Hälfte kann sich den Betrieb reiner H₂-Leitungen in mehr als fünf Jahren vorstellen.

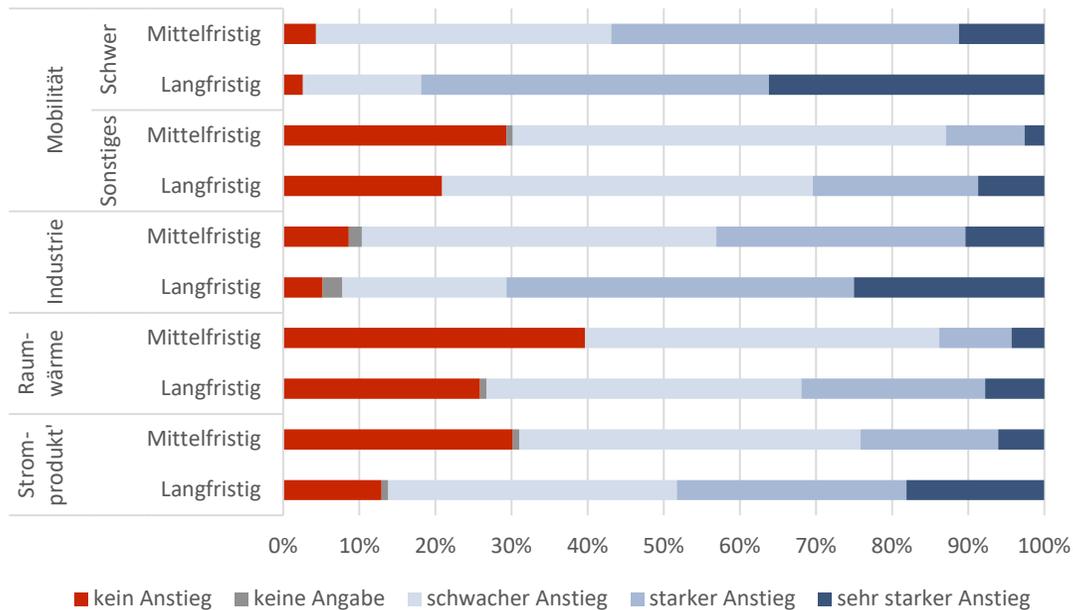
Umfrage – Downstream

Allgemeine Einschätzung H₂-Verwendung

Die 116 Befragten haben unterschiedliche Erwartungen je nach Verwendungszweck des H₂. Für jeden der abgefragten Verwendungen ist eine Mehrheit überzeugt, dass die H₂-Nutzung ansteigt.

Eine deutliche Mehrheit der Befragten erwartet einen (sehr) starken Anstieg im Schwer-, Langstrecken- und Luftverkehr («Mobilität, schwer»). Etwas weniger ausgeprägt ist dies in langfristiger Optik auch für die H₂-Verwendung in der Industrie der Fall. Der Anteil der Befragten, der gar keinen Anstieg in diesen Bereichen erwartet, liegt im einstelligen Prozentbereich.

Am skeptischsten sind die Teilnehmer bezüglich der Verwendung von H₂ im Bereich Raumwärme. Für sonstige Mobilität und etwas mehr noch für die Stromproduktion können sich im Vergleich dazu mehr Befragte einen Anstieg vorstellen. Bei der Stromproduktion rechnen langfristig 50 % der Befragten mit mindestens einem starken Anstieg der H₂-Verwendung.

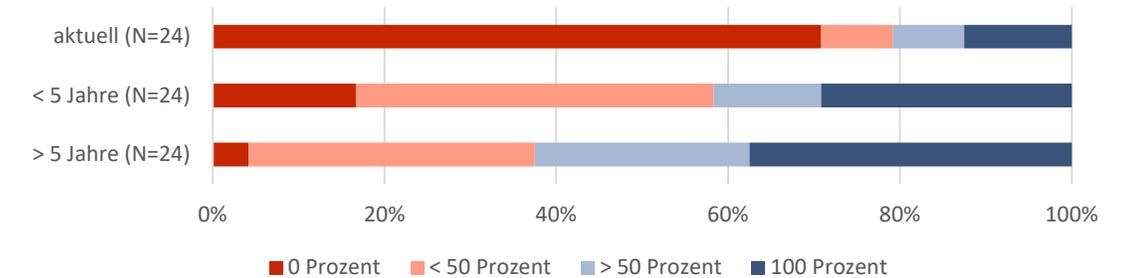


Fokus auf die Akteure im Bereich Downstream

29 Befragte haben ihr Unternehmen dem Bereich Downstream zugeordnet, wobei nur 17 davon H₂ bereits nutzen oder die Nutzung konkret planen. Vier von fünf Befragten denken, die Nutzung von H₂ in mehr als 5 Jahren (weiter) auszuweiten. Innerhalb der nächsten 5 Jahren plant dies nur jeder Zweite.

Anteil grüner H₂ bei neuen Aktivitäten von Downstream-Akteuren

Aktuell verwenden noch rund 70 % der Befragten H₂-Verbraucher keinen grünen H₂. Drei von vier davon rechnen damit, bei neuen Projekten in den nächsten 5 Jahren zumindest auch grünen H₂ einzusetzen. Langfristig gehen fast zwei Drittel davon aus, für neue Projekte mehrheitlich grünen H₂ zu verwenden.



Mittel- und langfristig rechnet eine deutliche Mehrheit der Befragten mit einem (sehr) starken Anstieg von H₂ Anwendungen im Schwerverkehr. Langfristig wird eine grössere Rolle von H₂ bei der industriellen Produktion sowie der Stromproduktion erwartet.

Glossar

Elektrolyse

Die Elektrolyse ist ein chemischer Prozess, bei dem durch elektrischen Strom (Elektronenfluss) die Aufspaltung einer chemischen Verbindung – zum Beispiel von Wasser in H_2 und Sauerstoff – stattfindet. Der Strom wird über zwei Elektroden (Anode und Kathode) in eine leitfähige Flüssigkeit (Elektrolyt) geführt. Die Reaktionsprodukte entstehen abhängig von den im Elektrolyten enthaltenen Stoffen an den Elektroden.

Brennstoffzelle

Brennstoffzellen sind Energiewandler. Die chemische Energie eines Brennstoffes – z.B. H_2 – wird in Elektrizität umgewandelt. Dieser Prozess läuft genau umgekehrt zur Elektrolyse. Aber auch die Brennstoffzelle besteht aus zwei gasdurchlässigen Elektroden sowie einer die Gase trennenden Elektrolytschicht.

Dampfreformierung

Die Dampfreformierung ist ein industrielles Verfahren zur Produktion von H_2 , bei dem ein kohlenstoffhaltiger Brennstoff – meist Erdgas – mit Wasserdampf reagiert. Aktuell entstehen noch rund 96 % des weltweit hergestellten H_2 auf diese Weise.

Power-to-X

Bei Power-to-X (P2X) wird Strom genutzt, um Energie in eine für bestimmte Anwendungen nützlichere Form umzuwandeln – zum Beispiel um Gase (Power-to-Gas), Wärme (Power-to-Heat) oder flüssige Energieträger (Power-to-Liquid) herzustellen.

Grauer H_2

Aus fossilen Brennstoffen (vornehmlich Erdgas) gewonnener H_2 . In der Regel wird bei der Herstellung Erdgas unter Hitze in H_2 und CO_2 umgewandelt (Dampfreformierung).

Blauer H_2

Blauer H_2 ist grauer H_2 , bei dessen Erzeugung ein Grossteil des anfallenden CO_2 abgeschieden und gespeichert wird (engl. Carbon Capture and Storage, CCS).

Türkiser H_2

Türkiser H_2 ist H_2 , der über die thermische Spaltung von Methan (Methanpyrolyse) hergestellt wurde. Anstelle von CO_2 entsteht dabei fester Kohlenstoff. Voraussetzungen für die CO_2 -Neutralität des Verfahrens sind die Wärmeversorgung des Hochtemperaturreaktors aus Erneuerbaren Energiequellen sowie die dauerhafte Bindung des Kohlenstoffs.

Grüner H_2

Grüner H_2 wird durch Wasser-Elektrolyse mittels erneuerbarem Strom hergestellt. Unabhängig von der gewählten Elektrolysetechnologie erfolgt die Produktion von H_2 CO_2 -arm, da der eingesetzte Strom zu 100 % aus Erneuerbaren Quellen stammt. Das Verfahren wird auch als Power-to-Gas bezeichnet und ist eine der P2X-Technologien.

Heizwert

Der Heizwert H_i (inferior; früher unterer Heizwert H_u) ist die bei einer Verbrennung maximal nutzbare thermische Energie, bei der es nicht zu einer Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes kommt, bezogen auf die Menge des eingesetzten Brennstoffs. Der Heizwert von H_2 liegt bei etwa 33.3 kWh/kg bzw. 120 MJ/kg.

Brennwert

Der Brennwert H_s bezeichnet die Wärmeenergie, die durch Verbrennung und Kondensation des Wasserdampfes von einem Kilogramm Brennstoff entsteht. Es handelt sich dabei um die chemisch im flüssigen, gasförmigen oder festen Brennstoff enthaltene Energie. Der Brennwert von H_2 liegt bei etwa 39.4 kWh/kg bzw. 142 MJ/kg.

Impressum

Polynomics AG
Baslerstrsse 44
CH-4600 Olten
www.polynomics.ch
Tel. +41 62 205 15 70



Dr. Heike Worm
heike.worm@polynomics.ch



Dr. Janick Mollet
janick.mollet@polynomics.ch



Dr. Florian Kuhlmeiy
florian.kuhlmeiy@polynomics.ch

E-Bridge Consulting GmbH
Baumschulallee 15
D-53115 Bonn
www.e-bridge.de
Tel. +49 228 90 90 65 0



Dr. Philipp Heuser
pheuser@e-bridge.com



Herausgeber
Verband der Schweizerischen Gasindustrie
Daniela Decurtins
Grütlistrasse 44
8002 Zürich
<https://gazenergie.ch/de/>
Tel. +41 44 288 31 31