

Rahmenbedingungen für Wasserstoff in der Schweiz

Empfehlungen
Fragen und Antworten

14. September 2023

Empfehlungen

Erneuerbarer Wasserstoff als Energieträger ist als Option bei der Erreichung des Netto-Null-Ziels auch für die Schweiz von Bedeutung. Die Wasserstoffmoleküle eignen sich als saisonaler Speicher für die CO₂-neutrale Energiebereitstellung auch im Winter wie auch für die Dekarbonisierung eher schwer elektrifizierbarer Anwendungen. In welchen Bereichen Wasserstoff zukünftig in der Schweiz eingesetzt wird, ist heute nicht abschliessend vorhersehbar. Um die Wasserstoff-Option offen zu halten, sollen die Rahmenbedingungen so gestaltet werden, dass sie die Nutzung von Wasserstoff nicht ex ante einschränken. Unsere Empfehlungen für die Massnahmen eines Regulierungsrahmens für Wasserstoff sind in Tabelle 1 für die vier betrachteten Regulierungsbereiche zusammengefasst. In der Studie finden sich darüber hinaus Details zu drei Varianten eines Regulierungsrahmens mit unterschiedlicher politischer Zielsetzung und zur Zuordnung der Massnahmen zu drei Phasen des Markthochlaufs. Bereits heute sind zahlreiche Weichenstellungen und Entscheidungen erforderlich, so dass der Grossteil der Massnahmen in der Anfangsphase zu ergreifen ist.

Tabelle 1 Zusammenfassung der Rahmenbedingungen für Wasserstoff

Politische und technische Voraussetzungen für H₂-Markt
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verlässliche Rahmenbedingungen (Wasserstoffstrategie) und Monitoring ▪ EU-kompatible Herkunftsnachweise für Wasserstoff und Strom ▪ EU-kompatible technische Standards für Wasserstoff ▪ Etablierung sicherheitsrelevanter Regeln speziell für Wasserstoff ▪ Klare Bewilligungsverfahren ▪ Offenhalten von Importmöglichkeiten
Marktzugangsregulierung Strom und Gas (mit H₂)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Horizontale Entflechtung soll integrierte Gas- und Wasserstoffnetzplanung und-finanzierung nicht verhindern ▪ Vertikale Entflechtung analog heutiger Regeln im Strombereich und keine Netzzugangsregulierung zu Wasserstoffnetzen in der Markthochlaufphase ▪ Keine einheitlichen Abnahmepflichten oder Beimischungsquoten ohne Beachtung technischer Restriktionen ▪ Nutzbarmachung der Abgeltung von Flexibilitäten für Produktion (z. B. Elektrolyseure) und Speicher ▪ (Teil-)Befreiung der Elektrolyseure von NNE Strom in Anfangsphase, im Kontext der aktuellen Regelungen, Finanzierungsfrage separat adressierbar
Internalisierung von CO₂-Kosten
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mindestens Beibehaltung des derzeitigen CO₂-Emissionshandelssystems bzw. CO₂-Abgabe ▪ Keine Verbote bestimmter Technologien ▪ Labels und Standards für Transparenz zur CO₂-Belastung durch Produkte und Dienstleistungen ▪ Optional: Direkte Beihilfen für Endverbraucher, CO₂-Grenzwerte
H₂-Förderung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investitionshilfen für Importinfrastruktur und Saisonspeicher in Anfangsphase ▪ Zulassung von Langfristverträgen zwischen Akteuren der Wertschöpfungsstufen ▪ Je nach Zielsetzung: Förderung die am CO₂-Preis orientiert ist vs. (marktorientierte) H₂-Förderung

Quelle: Eigene Darstellung.

Politische und technische Voraussetzungen für H₂-Markt

Die Wasserstoffwirtschaft ist im In- und Ausland im Aufbau. Es gibt aber noch keinen Markt, der mit Strom oder Erdgas/Biogas vergleichbar ist. Entscheidend ist daher, dass zunächst die grundlegenden politischen und technischen Rahmenbedingungen für Wasserstoff geschaffen werden.

Zentrales Element ist eine Wasserstoffstrategie, die Marktperspektiven aufzeigt an denen sich die Akteure orientieren können. Das BFE arbeitet daran und hat die Wasserstoffstrategie für Ende 2024 in Aussicht gestellt. In der EU liegt eine Wasserstoffstrategie seit 2020 vor. Um Wasserstoff am Markt handeln zu können, sind Spezifikationen der Wasserstoffprodukte hinsichtlich CO₂-Neutralität in einem System mit Herkunftsnachweisen erforderlich. Ein nationales Herkunftsnachweissystem für erneuerbare Treib- und Brennstoffe, welches weitgehend mit der EU kompatibel ist, wird voraussichtlich bis 2025 funktionsfähig sein. Damit Wasserstofftechnologien auf allen Wertschöpfungsstufen überhaupt bewilligt und eingesetzt werden können, müssen konsistente technische Spezifikationen weiter ausgearbeitet und vor allem in die gesetzlichen Grundlagen für den Bau und Betrieb von Wasserstoffanlagen wie in der EU aufgenommen werden. Auch eine Beschleunigung von Bewilligungsverfahren ist von Bedeutung, damit grüner Wasserstoff zur Gewährleistung der dekarbonisierten Energieversorgung der Schweiz genutzt werden kann.

Grundvoraussetzung für die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft ist eine langfristige Perspektive für die Akteure. Eine Anbindung an internationale Importrouten ist aktiv zu verfolgen, um den Zugang zu günstigen H₂-Quellen zu sichern und Geschäftsmöglichkeiten im Europäischen H₂-Markt nicht zu verbauen. Die Anbindung der Schweiz an den European Hydrogen Backbone sowie die weitere Prüfung von Speichermöglichkeiten im Inland sind perspektivisch nicht nur für die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft, sondern auch für die Energieversorgungssicherheit in der Schweiz von Bedeutung. Die Investitionen für die Import- und Speicherinfrastrukturen sind bereits heute zu planen, um die zeitliche Restriktion des Netto-Null-Ziels bis 2050 zu erfüllen. Da sich der H₂-Markt erst entwickelt, bestehen besonders hohe Risiken, die staatliche Investitionshilfen für diese perspektivisch wichtigen Infrastrukturen begründen.

Marktzugangsregulierung Strom und Gas (mit H₂)

Der Regulierungsrahmen soll so gestaltet werden, dass beim Markthochlauf bestehende Infrastrukturen und Synergien zwischen den Energieträgern genutzt werden können. Dies ist bei der Gestaltung des GasVG und den Entwicklungen zur Marktregulierung Strom und Gas zu berücksichtigen, soweit dies mit Blick auf den Stand der Verhandlungen mit der EU eingerichtet bzw. beibehalten werden kann:

- In der Schweiz gibt es keine industriellen Wasserstoffnetze, die als Grundlage einer Wasserstoffinfrastruktur dienen können. Daher sind die bestehenden lokalen und regionalen Gasversorger bzw. -netzbetreiber zusammen mit ihren Kunden, die zukünftig auf dekarbonisierte gasförmige Energieträger angewiesen sind, die treibende Kraft beim Umbau der Netze. Um eine integrierte Netzplanung für die bisherigen Gasnetze und zukünftigen Wasserstoffnetze zu ermöglichen, so dass dieses Potenzial genutzt werden kann, sind rechtlich integrierte Wasserstoff- und Gasversorger zuzulassen. Dies eröffnet auch Potenzial für eine Finanzierung der Wasserstoffnetze über bestehende Infrastrukturen.
- Eine Zusammenarbeit sollte auch zwischen der Produktion, Speicherung und Strom- und Gasnetzplanung möglich sein. Die heute im StromVG geltenden und im GasVG vorgesehenen Unbundling-Regeln ermöglichen dies. Ein strenges vertikales Unbundling der Wasserstoffnetze in der Anfangsphase ist auch deshalb nicht erforderlich, weil mindestens so lange auf Netzzugangsregulierungen verzichtet werden kann, wie Inselnetze und einzelne Leitungen bestehen und damit kein zusammenhängendes Marktgebiet besteht.

Die Möglichkeit zur integrierten Planung sollte nicht nur zwischen den Wertschöpfungsstufen einzelner Unternehmen bestehen. Auch die (über-)regionale Entwicklung einer Wasserstoffinfrastruktur, sollte unter Einbezug bestehender und neuer Akteure durch die Regulierung ermöglicht werden.

Internalisierung von CO₂-Kosten und H₂-Förderung

Eine grundsätzliche Debatte und Festlegung, ob als übergeordnetes Ziel die Wirtschaftlichkeit oder die Versorgungssicherheit im Sinn einer diversifizierten Energieversorgung mit einem gewissen Selbstversorgungsgrad angestrebt wird, erleichtert die Gestaltung konsistenter Rahmenbedingungen. Dies gilt für die Grundsatzentscheidung, ob neu effiziente technologieneutrale Instrumente zur Internalisierung der CO₂-Kosten im Mittelpunkt stehen oder der Weg mit direkten Fördermassnahmen auf Angebots- und Nachfrageseite auch bei Wasserstoff fortgesetzt werden soll, z. B. auch um die Energiebezugsquellen politisch mitzusteuern. Wann immer möglich sollten unabhängig von der politischen Zielsetzung Fördermassnahmen an Marktinformationen geknüpft und der Bedarf hinsichtlich der Zielerreichung im Zeitablauf überprüft werden. Um den Bedarf an Fördermitteln möglichst gering zu halten, sollten Initiativen privater Akteure sich im Markt zu organisieren und gemäss ihrer Risikobereitschaft Verträge zu schliessen, regulatorisch gestützt werden. Das beinhaltet die Möglichkeit zum Abschluss von Langfristverträgen zwischen Akteuren der verschiedenen Wertschöpfungsstufen.

Ob und in welchem Ausmass konkrete Fördermassnahmen für den Markthochlauf von Wasserstoff erforderlich sind, die über Investitionshilfen für Import- und Speicherinfrastrukturen hinausgehen, hängt davon ab, wie es gelingt, Hürden für den Wasserstoffhochlauf durch die Gestaltung der übrigen Bereiche der Rahmenbedingungen zu beseitigen und zu vermeiden.

Fragen und Antworten zur Studie

Q&A zu Kapitel 3 der Studie:

Wasserstoff in der Energiepolitik

Welche energiepolitischen Grundlagen bestehen für die Schweizer Wasserstoffwirtschaft?

Im Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (KIG), das am 18. Juni 2023 von 59 % der Stimmbevölkerung angenommen wurde, ist das übergeordnete Ziel Netto-Null-Treibhausgasemissionen bis 2050 verankert. Wasserstoff wird zwar in den Energieperspektiven 2050+ und der Wärmestrategie des BFE 2023 erwähnt, es gibt aber noch keine Wasserstoffstrategie. Im Thesenpapier des BFE von 2022 zur künftigen Bedeutung des Wasserstoffs werden dessen Einsatzmöglichkeiten insbesondere dort gesehen, wo eine Dekarbonisierung durch Elektrifizierung nicht möglich ist, vor allem in der Industrie und für Abdeckung von Spitzenlasten der Fernwärme. Einen Bericht zum Postulat 20.4709 Candinas (Auslegeordnung) hat das BFE für den Herbst 2023 in Aussicht gestellt, eine darauf aufbauende Wasserstoffstrategie (Motion 20.4406 Suter) im 2. Halbjahr 2024. Mehr dazu in Abschnitt 3.1 der Studie.

Welche Grundlagen bestehen in der EU?

Im Green-Deal verpflichtet sich die EU auf Netto-Null-Treibhausgasemissionen bis 2050. Die EU verfügt seit 2020 über eine Wasserstoffstrategie, bei der erneuerbarer Wasserstoff bei der raschen Dekarbonisierung eine wichtige Rolle spielt. Einerseits sollen Industrien, die bereits heute auf Wasserstoff angewiesen sind, künftig grünen Wasserstoff verwenden, und andererseits soll Wasserstoff beim kostengünstigen Ausgleich eines auf erneuerbaren Energieträgern beruhenden Stromversorgungssystems eine Rolle spielen. Dazu gehören die Verwendung von Überschussstrom und saisonale Speicherung. Ziel ist der ausschliessliche Einsatz von erneuerbarem Wasserstoff bis 2050. Mittelfristig kann zur Überbrückung auch CO₂-armer Wasserstoff eingesetzt werden. Beim Markthochlauf spielen in der EU die grossen Nachfragezentren der Industrie eine wichtige Rolle, die bereits Wasserstoff als Grundstoff (nicht als Brennstoff) für die industrielle Produktion von Stahl, Düngemittel oder andere chemische Produkte nutzen. Dabei handelt es sich traditionell um «grauen» Wasserstoff, der unter Freisetzung von CO₂ mittels Dampfreformierung z. B. aus Erdgas hergestellt wird. Dieser kann durch «grünen» CO₂-neutralen Wasserstoff ersetzt werden, der durch Elektrolyse von Wasser mit CO₂-neutral erzeugtem Strom produziert wird. Mit «Fit für 55» und vor allem mit REPowerEU, das nach der russischen Invasion in die Ukraine aufgelegt wurde, hat die EU ihre Wasserstoffziele konkretisiert und auf einen Verbrauch von 20 Mio. t (Mt) bis 2030 festgelegt. Mit dem Green Deal Industrial Plan und Programmen wie der European Clean Hydrogen Alliance, dem Hydrogen Public Funding Compass

und der Einrichtung der European Hydrogen Bank wurden in der EU Plattformen und Finanzierungsmöglichkeiten für die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft geschaffen. Mehr dazu in Abschnitt 3.2 der Studie.

Welche bestehenden Regulierungen beeinflussen den Wasserstoffhochlauf?

Für grossflächige Wasserstoff-Anwendungen, -Produktion und -Transporte sind adäquate technische Spezifikationen und Sicherheitsvorschriften erforderlich, die in der Schweiz noch nicht vollständig zur Verfügung stehen. Dies beeinträchtigt den Hochlauf genauso wie langwierige Bewilligungsverfahren. Da Wasserstoff eine Sektorkopplungstechnologie ist, beeinflusst auch der Regulierungsrahmen für Strom-, Gas und CO₂ den Wasserstoffhochlauf; zu erwähnen sind insbesondere die Massnahmen zur Internalisierung von CO₂-Kosten wie das Emissionshandelssystem und die CO₂-Abgabe, die Förderung für erneuerbaren Strom, Strom-Netznutzungsentgelte, die Abgeltung für Flexibilitäten, Unbundlingvorschriften und die in der Schweiz (fehlende) Gasmarktregulierung. Mehr dazu in Abschnitt 3.3 der Studie.

Q&A zu Kapitel 4 der Studie:

Perspektiven für Wasserstoff in der Schweiz

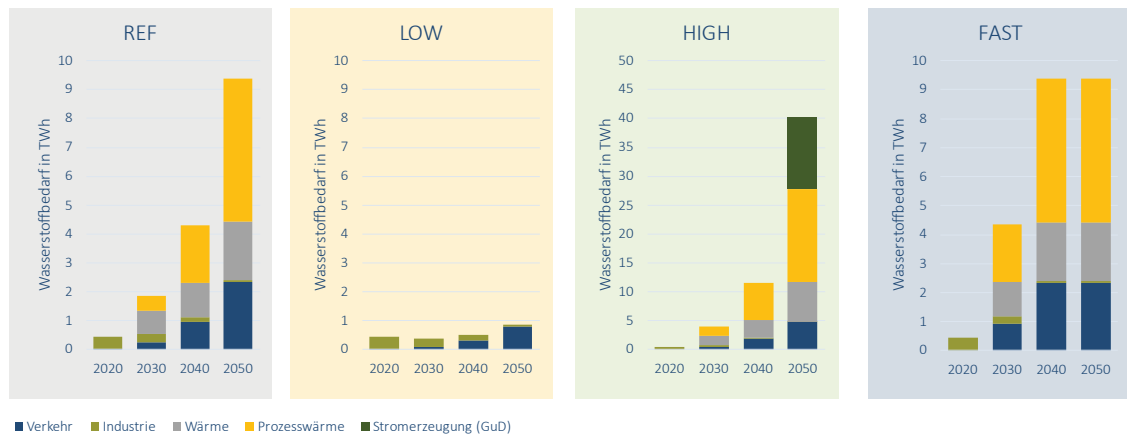
Welche Faktoren beeinflussen die Entwicklungen der Wasserstoffwirtschaft in der Schweiz?

Angebot und Nachfrage werden sich auf Wasserstoff einstellen, wenn eine langfristige Perspektive für eine Wasserstoffwirtschaft in der Schweiz besteht. Ein wesentlicher Einfluss geht davon aus, ob eine Schweizer Wasserstoffstrategie mit der Aussicht auf zukünftige Wasserstoffimporte vorliegt. Da in der Anfangsphase keine Importe über Leitungen möglich sind, ist für das Wasserstoffangebot in dieser Phase die Verfügbarkeit von (Überschuss-)Strom ein wesentlicher Faktor. In welchen Bereichen Wasserstoff in der Schweiz zukünftig genutzt wird, hängt auch davon ab, ob in der Schweiz Wasserstoffspeicher zur Verfügung stehen (inländische und/oder Zugriff auf ausländische). Speicherzugriffsmöglichkeiten begünstigen die Nutzung von Wasserstoff im Winter für die Rückverstromung und Spitzenlastabdeckung der Fernwärme und leisten so einen Beitrag zur Versorgungssicherheit. Der zukünftige Bedarf an Wasserstoff für die industriellen Prozesse hängt nicht nur vom Elektrifizierungsgrad, sondern auch von der Attraktivität der Schweiz als Industriestandort ab, die auch von den Energiepreisen und der -verfügbarkeit beeinflusst wird. Daneben werden die Entwicklungen der Wasserstoffwirtschaft von den Entwicklungen im Bereich von Technologien beeinflusst, die bei der Dekarbonisierung in Konkurrenz zu Wasserstoff stehen. Dazu gehören vor allem speicherbare Moleküle wie Wasserstoffderivate (synthetisches Methan, synthetische flüssige Brenn- und Treibstoffe), Biogas, alternative Technologien für saisonale Speicherung sowie Technologien zur CO₂-Abscheidung und Speicherung (Carbon capture and storage, CCS).

Welche Entwicklungsszenarien sind für die Wasserstoff-Nachfrage denkbar?

Aufgrund der Unsicherheiten zur Entwicklung der einzelnen Einflussgrößen, bilden wir vier Entwicklungsszenarien für die Wasserstoffnachfrage ab. Die Szenarien beinhalten unter anderem Annahmen aus den Energieperspektiven 2050+ des BFE und der Energiezukunft 2050 des VSE. Im Referenzszenario gehen wir von einem mässigen Wasserstoffeinsatz aus. Eine geringere Nachfrage im Fall einer verstärkten Elektrifizierung bzw. Nutzung alternativer Energieträger in allen Nachfragesektoren ist im Low-Szenario abgebildet, in dem kein leitungsgebundener Wasserstofftransport in der Schweiz stattfindet. Das High-Szenario geht davon aus, dass Wasserstoff in allen Sektoren verstärkt eingesetzt und ausserdem für die Stromproduktion verwendet wird. Im Fast-Szenario werden die Mengen des Referenzszenarios des Jahres 2050 bereits 2040 erreicht. Bei der Entwicklung über die Zeit nehmen wir an, dass in der Übergangsphase Beimischungen ins Gasnetz denkbar sind, ab spätestens 2050 aber reine Wasserstoffnetze bestehen. Ob sich daneben Gasnetze mit Biogas und/oder synthetischem Methan etablieren und wie hoch vor 2050 der Beimischungsgrad in den einzelnen Gasnetzen ausfällt, bleibt in unserer Studie offen.

Abbildung 1 Prognostizierter Wasserstoffbedarf für die Schweiz 2030, 2040 und 2050



Quelle: Eigene Berechnungen unter anderem auf Basis der «Energieperspektiven 2050+» des BFE (inklusive «Exkurs Wasserstoff»), der «Energiezukunft 2050» des VSE sowie weiterer Studien des BFS und BFE.

In der Schweiz ist die Wasserstoffnachfrage anders strukturiert als in der EU: Wasserstoff wird im Gegensatz zur EU in der Schweiz ausser in der Raffinerie in Cressier kaum industriell genutzt. Aktuell wird der Wasserstoffhochlauf vor allem durch den Schwerverkehr getrieben. Im Vergleich zu dem übrigen Strassenverkehr spielt Wasserstoff hier in allen Szenarien eine grössere Rolle. Im Bereich Gebäudewärme wird Wasserstoff 2050 vor allem indirekt über Fernwärme verwendet und vereinzelt in energieplanerischen Mangelgebieten. Im Low-Szenario werden Gebäudewärme und Prozesswärme nicht durch Wasserstoff bereitgestellt. Neben einer starken Elektrifizierung und der Nutzung alternativer molekülbasierter Energieträger wie synthetischen Brennstoffen, ist in diesem Szenario eine zunehmende Deindustrialisierung denkbar. Für die Stromproduktion wird Wasserstoff im High-Szenario ab 2050 verwendet, um die Stromversorgung im Winter zu sichern. Mehr dazu in Abschnitt 4.2 der Studie.

Welche Perspektiven bestehen für das Wasserstoff-Angebot?

Das inländische Angebot von Wasserstoff ergibt sich grundsätzlich aus der Verfügbarkeit von Überschussstrom. Die Überschuss-Mengen wurden unter Berücksichtigung der EP2050+, der Energiezukunft 2050 des VSE, Analysen von Swissolar, Energie Schweiz sowie EMPA hergeleitet. Der Stromüberschuss liegt im Jahr 2050 im Durchschnitt dieser Quellen bei 7 TWh (Bandbreite 0 bis 19 TWh), was bei einem Wirkungsgrad der Elektrolyse von 72 % ein Potential für grünen Wasserstoff von 5 TWh ergibt. In allen verwendeten Quellen besteht ein Stromüberschuss in der Schweiz nur im Sommer, nicht aber im Winterhalbjahr. Mittelfristig werden je nach Nachfrageszenario Importe wichtig. Wie hoch der Importanteil tatsächlich sein wird, hängt neben der dazu notwendigen Infrastruktur, von den Bereitstellungskosten und den Präferenzen für inländischen und importierten Wasserstoff ab. Die Bereitstellungskosten werden hauptsächlich durch die Strombeschaffungskosten und die Benutzungsdauer der Elektrolyseure getrieben. Gemäss unseren Berechnungen und Annahmen wäre inländischer Wasserstoff 2030 bei einer Benutzungsdauer von 3'000 Stunden und Strompreisen von 6 Rp./kWh günstiger (4.88 Fr./kg) als importierter Wasserstoff (5.93 Fr./kg). 2050 liegen bei diesen Annahmen die Kosten für inländisch produzierten Wasserstoff mit 3.95 Fr./kg über den für 2050 angenommenen Importpreisen von 3.72 Fr./kg. Mehr dazu in Abschnitt 4.1 der Studie.

Q&A zu den Kapiteln 5, 6 und 7 der Studie:

Rahmenbedingungen für Wasserstoff

Welche Rahmenbedingungen sind essenziell?

Die Akteure auf der Angebots- und Nachfrageseite werden Wasserstoff in ihre Überlegungen einbeziehen, wenn eine langfristige Perspektive für eine Wasserstoffwirtschaft in der Schweiz besteht. Ein wesentlicher Einfluss geht also davon aus, ob eine Schweizer Wasserstoffstrategie in Aussicht stellt, zukünftig Wasserstoff über Leitungen zu importieren. Essenziell ist ausserdem die Schaffung von politischen und technischen Voraussetzungen, damit Wasserstoff standardisiert und zuverlässig angeboten und nachgefragt werden kann. Neben den (sicherheits-)technischen Aspekten und erleichterten Bewilligungsverfahren gehört dazu auch ein System von Herkunftsnachweisen (HKN).

Marktzugangsregulierungen sollen so gestaltet werden, dass sie Sektor- und Wertschöpfungsstufen-übergreifende Geschäftsmodelle und eine (über-)regionale H₂-Netzplanung ermöglichen. Da für die zukünftige H₂-Nachfrage insbesondere grosse heutige Gaskunden in Frage kommen (Industrie, Fernwärme, Gas- und Dampf-Komikraftwerke), sollte bei der Entwicklung der H₂-Leitungen und -Netze die Möglichkeit bestehen, die Planung integriert mit bestehenden Gasinfrastrukturen vorzunehmen. Dies kann erreicht werden, wenn Unbundling-Vorgaben nicht über das heute im Strombereich geltende Mass hinausgehen und auf eine Netzzugangsregulierung zumindest in der Hochlaufphase mit Leitungen und Inselnetzen verzichtet wird.

Grundvoraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit von Wasserstoff und anderen Technologien, die zur Dekarbonisierung beitragen, ist die Internalisierung von CO₂-Kosten. Das CO₂-Emissionshandelssystem (EHS) ist deshalb mindestens auf dem aktuellen Niveau beizubehalten und, wie vom Bundesrat vorgesehen, weiterhin mit der mit der EU abzustimmen und weiterzuentwickeln. Konkrete Fördermassnahmen wie Investitionshilfen und Bürgschaften halten wir nur im Bereich der Import- und Speicherinfrastrukturen für essenziell, damit trotz der aktuell bestehenden Unsicherheiten das zukünftige H₂-Importpotential grossflächig via Leitungen zur Erreichung des Netto-Null-Ziels bis 2050 genutzt werden kann. Mehr dazu in Abschnitt 6.1 der Studie.

Welche Rahmenbedingungen sollten je nach politischem Richtungsentscheid unterschiedlich gestaltet werden?

Je nach politischer Zielsetzung ergeben sich Argumente, CO₂-neutrale Energien wie grünen Wasserstoff aktiv zu fördern oder den Einsatz durch eine möglichst sektorübergreifende CO₂-Bepreisung mit Emissionshandel zu beanreizen. Mehr dazu in den Abschnitten 6.2 und 6.3 der Studie.

Steht das Wirtschaftlichkeitsziel im Mittelpunkt, ist der möglichst einheitlichen CO₂-Bepreisung Vorzug zu geben, die über das heute geplante Ausmass hinausgeht. Wenn der CO₂-Preis höher ist als die Kosten der Vermeidungstechnologie, investieren die Akteure selbständig gemäss Stand der Technik in Dekarbonisierungstechnologien (Lenkungswirkung). In einem solchen System können Unsicherheiten der Marktakteure über den Preisverlauf durch sogenannte Carbon Contracts for Differences (CCfD) reduziert werden. Dabei werden Fördermittel eingesetzt, um Differenzen zwischen dem CO₂-Preis und der Vermeidungstechnologie auszugleichen. Die CCfD sollten technologieneutral ausgestaltet werden. Ergänzende Förderinstrumente spezifisch für Wasserstoffangebot oder -nachfrage sind bei dieser Zielsetzung nur dann erforderlich, wenn

bereits einzelne andere Technologien gefördert werden und durch die Wasserstoffförderung das Förderregime insgesamt technologieneutral ausgestaltet ist. Je mehr Sektoren der CO₂-Bepreisung unterliegen, umso weniger können ergänzende Förderinstrumente begründet werden.

Wird Versorgungssicherheit im Sinne strategischer Diversifikation der Energieträger und -bezugsländer angestrebt, können einzelne Energieträger wie Wasserstoff gezielt gefördert werden, um einen festzulegenden Energie- und Ländermix zu erreichen. Die Fördermassnahmen können als Investitionshilfen bei der Bereitstellung von Wasserstoff, aber auch auf der Nachfrageseite ansetzen. Um die Kosten tragbar zu halten, ist auch in einem solchen Szenario das EHS wie geplant weiterzuentwickeln. Bei der konkreten H₂-Förderung sollten, sobald vorhanden, Marktinformationen in die Förderinstrumente einfließen, wie (zweiseitige) Auktionen.

Das gleiche gilt, wenn das Netto-Null-Ziel vor 2050 erreicht werden soll, also das Ziel einer höheren Geschwindigkeit bei der Dekarbonisierung verfolgt wird. Hierfür wäre kurzfristig eine noch stärkere Nutzung aktiver Fördermassnahmen, nicht nur für Wasserstoff, erforderlich. Wasserstoff wäre aber aufgrund des Beitrags zur Energieversorgung im Winter nach heutigem Entwicklungsstand bei der Förderung zu berücksichtigen. Langfristig wäre bei einer solchen Zielsetzung die Weiterentwicklung der CO₂-Bepreisung mit EHS anzustreben.

Wie relevant sind die einzelnen Teilbereiche des Regulierungsrahmens?

Die Instrumente des Regulierungsrahmens haben wir in vier Teilbereichen zusammengefasst, deren Relevanz der folgenden Reihenfolge entspricht:

- Politische und technische Voraussetzungen für H₂-Markt
- Marktzugangsregulierung Strom und Gas (mit H₂)
- Internalisierung von CO₂-Kosten
- H₂-Förderung

Unabdingbar sind verlässliche Rahmenbedingungen. Grundelement dafür ist eine Wasserstoffstrategie, die eine Aussicht auf die geplanten Regulierungsschritte gibt und ein Monitoring, das die Entwicklungen verfolgt. Ausserdem sind für die Etablierung eines Wasserstoffmarktes adäquate technische Regeln erforderlich sowie die Handelbarkeit von Wasserstoff mittels Herkunftsnachweisen (HKN), erleichterte Bewilligungsverfahren beim Bau von Anlagen und politische Aktivitäten für die Integration in den Europäischen Hydrogen Backbone.

Marktzugangsregulierungen beeinflussen direkt die Geschäftsmodelle und Kosten der Marktteilnehmer. Sie können Hindernisse für den Markthochlauf darstellen oder dazu beitragen, Hindernisse zu vermeiden und sind deshalb zentral für den Hochlauf eines Wasserstoffmarktes. Da Wasserstoff eine Sektorkopplungstechnologie ist, ist hierbei ein übergreifender Blick über die Regulierungen der Energieträger einzunehmen.

Wichtig für die richtigen Preissignale und damit für eine effiziente Entwicklung der Märkte sind Massnahmen zur Internalisierung von CO₂-Kosten. Nur wenn die Endverbraucher von Energien, die nicht CO₂-neutral sind, die CO₂-Kosten dieser Energien tragen, werden CO₂-neutrale Energien wie grüner Wasserstoff konkurrenzfähig.

Konkrete Fördermassnahmen des Wasserstoffangebots und der -nachfrage können den Markthochlauf beschleunigen bzw. einen bestimmten Energiemix beanreizen. Sie alleine können den Markthochlauf jedoch nicht tragen, wenn sich aus den übrigen Teilbereichen Hindernisse für den Markthochlauf ergeben. Direkte Förderung mittels Investitionshilfen oder Bürgschaften sind aus heutiger Sicht vor allem im Bereich der Import- und Speicherinfrastrukturen angezeigt.

Aufgrund der zeitlichen Dimension – das Netto-Null-Ziel soll bis 2050 erreicht werden – und der heute bestehenden Unsicherheiten bei der Entwicklung des Wasserstoffmarktes sind Investitionshilfen und Bürgschaften für Speicher und Importinfrastrukturen erforderlich, um zukünftig Wasserstoff als Element der Energieversorgung nutzbar machen zu können. Wenn die übrigen Rahmenbedingungen stimmen, ist auf den weiteren Wertschöpfungsstufen eine Finanzierung durch private oder öffentliche Investoren auf Projektbasis denkbar.

Welche Rahmenbedingungen sind in welcher Phase des Markthochlaufs von Bedeutung?

Zentrales Problem bei der Etablierung eines Wasserstoffmarktes ist die Notwendigkeit, Angebot und Nachfrage unter zeitlichem Druck gleichzeitig zu skalieren. Dafür sind insbesondere in der Anfangsphase notwendige Grundlagen zu schaffen und wichtige Grundsatzentscheide zu treffen (vgl. Abbildung 2): Wichtig ist, Unsicherheiten für die Marktakteure soweit wie möglich zu reduzieren, und die Ressourcen und Dynamik der Marktakteure für den Hochlauf zu nutzen. Dies erfordert einerseits eine Schweizer Wasserstoffstrategie und andererseits Freiraum für die bestehenden und neuen Akteure im Wasserstoffmarkt, sich zu organisieren. Dazu zählt auch die Möglichkeit, Wasserstoffnetze und Gasnetze zusammen zu planen und zu finanzieren. Wenn Importkapazitäten vorhanden sind, kann geprüft werden, ob dieser Freiraum beibehalten werden kann, oder Regulierungen zur Verhinderung des Missbrauchs von Marktmacht und Verstärkung des Wettbewerbs erforderlich sind. Ein Monitoring der Marktentwicklungen hilft dabei. Investitionshilfen zur Stützung des Aufbaus einer Importinfrastruktur und etwaiger Speicher sind in der Anfangsphase relevant, um die in dieser Phase noch grossen Unsicherheiten abzufedern. Generell sollten die optional einsetzbaren (Förder-)Instrumente zur Risikoreduktion von Angebot- und/oder Nachfrage an Marktinformationen gekoppelt werden, sobald diese abrufbar sind. Sobald Importkapazitäten vorhanden sind, ist zu entscheiden, ob sich Förderungen mit politischen Zielen wie Diversifikation in der Energieversorgung (strategische Aspekte der Versorgungssicherheit) begründen lassen.

Abbildung 2 Rahmenbedingungen in den Phasen des Markthochlaufs



Quelle: Eigene Darstellung.

Welche Rahmenbedingungen sind für die einzelnen Wertschöpfungsstufen relevant?

Eine Herausforderung beim Markthochlauf des Wasserstoffs ist das «Henne-Ei-Problem», d. h. ein simultaner Hochlauf aller Wertschöpfungsstufen, vom Angebot über Transport und Speicherung bis zur Nachfrage. Es bestehen Unsicherheiten technischer und kommerzieller Art. Wichtig sind daher Rahmenbedingungen, die dazu beitragen die Risiken auf allen Wertschöpfungsstufen und damit die Finanzierungskosten zu reduzieren und die Organisation und Zusammenarbeit der Marktakteure in der Hochlaufphase zu ermöglichen. Dazu gehören einerseits politische Signale für den Markthochlauf (Wasserstoffstrategie) und verbindliche international abgestimmte technische Standards. Andererseits gehören dazu Marktzugangsregulierungen, die Sektor- und Wertschöpfungsstufen-übergreifende Geschäftsmodelle ermöglichen, was auch die Möglichkeit von Langfristverträgen über die Wertschöpfungsstufen hinweg beinhaltet.

Eine wichtige Rolle für Produktion und Verbrauch spielen Instrumente zur Internalisierung von externen CO₂-Kosten, da sie die Wettbewerbsfähigkeit aller Technologien zur CO₂-Vermeidung und -Reduktion beeinflussen. Verträge zwischen Angebot und Nachfrage mit oder ohne staatlichen Ausgleich von Preisdifferenzen betreffen ebenfalls direkt beide Marktseiten und können optional zur Reduktion von Risiken eingesetzt werden. Dies gilt auch für konkrete Förderungen wie Investitionshilfen oder Bürgschaften, die als essenziell für Import- und Speicherinfrastrukturen gesehen werden. Da grüner Wasserstoff aus erneuerbarem Strom hergestellt wird, begünstigen eine (Teil-)Befreiung von Netznutzungsentgelten und die Möglichkeiten zur Abgeltung von Flexibilitäten für Elektrolyseure bzw. Speicher die Angebotsseite. Auf der Stufe des Transports und der Verteilung in der Schweiz können während der Aufbauphase Finanzierungsmöglichkeiten durch die Gasnetze genutzt werden, wenn dafür die Marktzugangsregulierung entsprechend gestaltet wird. Dies beinhaltet, unterschiedliche Umstellungsgeschwindigkeiten der Leitungen auf Wasserstoff in Abhängigkeit der lokalen Gegebenheiten zuzulassen und auch die Möglichkeit, Netztarife im Zeitablauf zu glätten, wenn dies zur kundenverträglichen Umstellung beiträgt.

Polynomics AG
Baslerstrasse 44
CH-4600 Olten

www.polynomics.ch
polynomics@polynomics.ch

Telefon +41 62 205 15 70