



Stiftung
Klimaneutralität

Wasserstoffstrategie 2.0: Mehr Tempo beim Markthochlauf

Ein programmatischer Vorschlag

Berlin, 26. Mai 2021





Mehr Tempo beim Markthochlauf mit einer Wasserstoffstrategie 2.0

Auf dem Weg zur Klimaneutralität ist Wasserstoff ein unverzichtbarer industrieller Rohstoff und Energieträger. Klimaneutralität kann ohne Wasserstoff nicht gelingen, vor allem weil prozessbedingte Emissionen sich nicht durch Effizienz und erneuerbaren Strom vermeiden lassen; außerdem werden wir in Zukunft Wasserstoff als Energiespeicher für die Zeiten benötigen, in denen kein Strom aus Wind- und Sonnenenergie zur Verfügung steht. Unsere Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (KNDE2045) prognostiziert schon für das Jahr 2030 einen Bedarf von gut 60 TWh Wasserstoff. Selbst bei einem sehr schnellen Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland und einer Erhöhung der Elektrolysekapazität auf 10 GW, kann nur knapp ein Drittel des Bedarfs durch inländische Produktion gedeckt werden. Die Wasserstoffnachfrage steigt bis 2045 auf über 260 TWh; etwa ein Drittel dieser Menge kann aus erneuerbaren Energien im Inland erzeugt, zwei Drittel müssen aus dem Ausland importiert oder aus anderen Quellen bereitgestellt werden.

Mit Strom aus erneuerbaren Energien mittels Elektrolyse erzeugter Wasserstoff kostet gegenwärtig drei- bis viermal so viel wie Wasserstoff, der mit der gegenwärtig in der Industrie weit verbreiteten Dampfreformierung hergestellt wird. Bei letzterer kommt Erdgas zum Einsatz und es werden große Mengen Treibhausgase freigesetzt. Auch wenn wir technologischen Fortschritt, Lernkurven und günstigere Erzeugungskosten in sonnen- und windreichen Ländern unterstellen – klimaneutral erzeugter Wasserstoff wird auf absehbare Zeit ein knappes und entsprechend teures Gut sein.

Vor diesem Hintergrund haben wir das Öko-Institut beauftragt zu untersuchen, mit welchen Schwerpunkten die derzeitige Nationale Wasserstoffstrategie weiterentwickelt werden sollte, damit die Klimaziele erreicht werden. Die Studie beziffert die realistischen Potenziale des Wasserstoffaufkommens in den kommenden 10-15 Jahren für Deutschland, die zu erwartenden Kosten und begründet die Notwendigkeit einer aktiven Sektorallokation.

Auf der Grundlage dieses Gutachtens schlagen wir folgende Eckpunkte für eine Wasserstoffstrategie 2.0 vor:

1. Sektorallokation: Priorisierung auf Industrie, Stromerzeugung und Langstreckenverkehr

Klimaneutral erzeugter Wasserstoff wird auf absehbare Zeit nur mit erheblicher staatlicher Förderung zum Einsatz kommen. Die Politik wird Prioritäten setzen müssen. Gefördert werden sollte der Einsatz in denjenigen Bereichen unserer Volkswirtschaft, wo es keine oder keine effizienteren und kostengünstigeren Alternativen zu Wasserstoff gibt.

- **Die höchste Priorität** sollten Sektoren genießen, in denen die Wasserstoffnutzung einen Technologiewechsel erfordert und das Risiko von Fehlinvestitionen besteht. Hier steht die Transformation der **Stahl- und Chemieindustrie** im Vordergrund. Bei der Eisen- und Stahlproduktion geht es darum, Reinvestitionen von der emissionsintensiven, auf Kohlekoks basierten Hochofenroute hin zu wasserstoffbetriebenen Direktreduktionsanlagen zu lenken. In der Grundstoffindustrie steht in den kommenden zehn Jahren ca. die Hälfte aller



Industrieanlagen zur Reinvestition an. Auch hier gilt es, auf fossilen Energieträgern basierende Produktionsprozesse auf erneuerbare Energien und Wasserstoff umzustellen.

- **Eine hohe Priorität** sollte Sektoren eingeräumt werden, bei denen die Umstellung einen erheblichen zeitlichen Vorlauf für den Aufbau von Infrastruktur und Produktionsanlagen hat. Relevant in diesem Kontext sind **Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK)** zur Ausbalancierung von Wind- und Solarstromerzeugung und der Einsatz von **synthetischen Treibstoffen im Flug- und Schiffstransport**.
- Eine **gezielte Förderung** empfiehlt sich ebenfalls für die Bereiche, wo sich Wasserstoff in einem Technologiewettbewerb befindet und die Verfügbarkeit von Infrastruktur und der notwendige Technologiewechsel hinreichend abgesichert werden sollten. Relevant sind hier vor allem die **Langstreckenverkehre** mit Blick auf **Schwerlast-Lkw**, aber auch Busse oder nicht elektrifizierbare Eisenbahnen. Aufgrund des laufenden Technologiewettbewerbs für elektrische Antriebskonzepte (Oberleitung, Batterie, Brennstoffzelle) sollten Förderinstrumente innerhalb dieses Rahmens möglichst technologieneutral sein.

Im **Heizungsbereich** oder im **Pkw-Verkehr** gibt es deutlich effizientere Alternativen als den Einsatz von Wasserstoff. Der Einsatz von synthetischem Methan in einem Gasbrennwertkessel erfordert etwa die sechsfache Menge an erneuerbarem Strom gegenüber einer Elektro-Wärmepumpe. Um ein mit synthetischen Kraftstoffen betriebenes Verbrennungsfahrzeug zu betreiben, benötigt man etwa die fünffache Menge an erneuerbarem Strom, der für den Einsatz in einem E-Pkw erforderlich ist.

Der **Förderbedarf für die prioritären Bereiche** zum Ausgleich der Betriebskostendifferenzen wird bis 2035 etwa **3 bis 5 Mrd. € pro Jahr** betragen. Hinzu kommen notwendige Unterstützungsmaßnahmen für Investitionen in den Technologiewechsel.

Klarstellend wollen wir hervorheben, dass in einer Marktwirtschaft natürlich jeder frei ist, auf eigene Kosten, klimaneutralen Wasserstoff auch in anderen Bereichen einzusetzen. Wir schlagen keine staatliche Beschränkung der Einsatzgebiete vor, sondern einen zielorientierten Einsatz begrenzter öffentlicher Fördermittel.

2. Herstellung: Sicherung des notwendigen Wasserstoff-Aufkommens

Es können insgesamt vier mögliche Quellen für Wasserstoff und Derivate unterschieden werden. Diese haben jeweils unterschiedliche Aufkommenspfade über die Zeit.

- **Produktion mit Strom aus erneuerbaren Energien in Deutschland:** Unsere Studie „Klimaneutrales Deutschland“ sieht für 2030 eine Erzeugung von etwa 30 TWh Strom aus erneuerbaren Energien für die Wasserstoffproduktion vor, hierfür muss das deutsche Elektrolyseziel auf 10 GW im Jahr 2030 angehoben werden; bis 2045 steigt diese Menge auf knapp 150 TWh.
- **Produktion mit Strom aus erneuerbaren Energien in der EU:** Ein erhebliches Potential sehen wir im Aufbau einer Wasserstoffproduktion in der Nordsee in Kooperation mit unseren Nachbarländern Dänemark und den Niederlanden, die über weit größere „Außenwirtschaftszonen“ (ausschließliche Wirtschaftszone, AWZ) als Deutschland verfügen.



Wasserstoff könnte Offshore erzeugt und per Pipeline an Land gebracht werden. Auch Importe aus Süd- und Osteuropa stellen vielversprechende Optionen dar. Allerdings wird der Bau der nötigen Pipeline-Infrastruktur Zeit kosten, so dass die Import-Potentiale kurzfristig stark begrenzt sind.

- **Importe von mit erneuerbarem Strom hergestelltem Wasserstoff und Derivaten von außerhalb der EU:** In den kommenden Jahrzehnten kann Wasserstoff via Pipelines auch aus Ländern außerhalb der EU z.B. aus Marokko oder der Ukraine importiert werden. Darüber hinaus gibt es in anderen Weltregionen mit günstigen Wind- und Sonnenverhältnissen ein großes Potential für eine kostengünstige Erzeugung von Wasserstoff. Weil Wasserstoff für den Schifftransport allerdings aufwendig verflüssigt oder in geeigneten Trägerstoffen gebunden werden muss, werden die günstigen Erzeugungskosten durch die hohen Transportkosten zunichte gemacht. Wahrscheinlicher ist daher auf mittlere Sicht der Import von Wasserstoff-Derivaten wie Ammoniak. Die heimische (fossile) Ammoniakproduktion wird durch diese Importe voraussichtlich verdrängt werden.
- **Weitere Optionen zur Aufkommens-Absicherung:** Falls es nicht gelingen sollte, die für die Erreichung des Klimaziels für 2030 (-65 %) erforderlichen Wasserstoffmengen durch Elektrolyse mit zusätzlich aus erneuerbaren Energien hergestelltem Strom zu produzieren („grüner Wasserstoff“), bliebe als zeitlich befristete Übergangslösung die Produktion von Wasserstoff aus Erdgas mit gleichzeitiger Abscheidung des CO₂ und Einlagerung in geologischen Speichern in der Nordsee („blauer Wasserstoff“). Diese Option ist nicht vollständig klimaneutral, weil bei der Abscheidung nicht 100, sondern „nur“ etwa 90 % des CO₂ abgeschieden werden. Der Nachteil dieses Weges muss mit einem möglichen Verfehlen des Klimaziels für 2030 abgewogen werden. Eine weitere Option zur Erzeugung von Wasserstoff ist die Pyrolyse, bei der fester Kohlenstoff als Nebenprodukt anfällt („türkiser Wasserstoff“). Dieser Technologieansatz befindet sich jedoch noch einem frühen Entwicklungsstadium, so dass kurzfristig keine relevanten Erzeugungsmengen zu erwarten sind.

3. Zertifizierung vorantreiben

Klimawirksamkeit und Kosten von Wasserstoff hängen von der Art der Erzeugung ab. Für eine wirksame Treibhausgasmindering und den effizienten Einsatz öffentlicher Fördergelder ist ein robustes Zertifizierungssystem unerlässlich. Da Wasserstoff über Grenzen hinweg gehandelt werden wird, benötigen wir eine europäische Lösung. Die derzeit laufenden Diskussionsprozesse sollten schnell zum Abschluss gebracht und ein EU-Zertifizierungssystem geschaffen werden.

4. Transport: Aufbau der notwendigen Infrastruktur

Bislang fehlt es an einer Wasserstoff-Infrastruktur. Diese sollte schrittweise aufgebaut werden. Soweit möglich sollten bestehende Erdgasnetze zu Wasserstoffnetzen umgebaut werden.

- **On-Site-Projekte:** Eine erste Generation von Wasserstoffprojekten kann durch die direkte räumliche Kopplung von Erzeugung und Nutzung (on-site) umgesetzt werden. Allerdings



ergeben sich schon hier mögliche Synergien durch die Verknüpfung verschiedener Erzeuger und Nutzer über Punkt-zu-Punkt-Verbindungen durch isolierte Leitungsstränge.

- **Fernleitungs-Startnetz:** Aus Gründen der Versorgungssicherheit und Kosteneffizienz sollte der Anschluss einer wachsenden Zahl von Industrieclustern und Untergrundspeichern an ein Startnetz im Zeitraum bis 2035 erfolgen. Dieses kann auch Wasserstoffimporte aus dem Nordseeraum und den Niederlanden und in weiteren Schritten aus Süd- und Osteuropa ermöglichen.
- **Langfristiges H₂-Netz:** Für den Zeitraum nach 2035 muss der Ausbau eines vermaschten EU-weiten H₂-Fernleitungsnetzes angegangen werden. Ein Teil der bisherigen Erdgas-Verteilnetze wird benötigt, um die Versorgung von KWK- Anlagen und Industriekunden sicher zu stellen.

5. Hochlauf: Förderprogramme

Der oben beschriebene Markthochlauf bedarf einer Reihe gezielter Förderprogramme:

- **Transformationspaket Industrie:** Für den Umbau der Stahl- und Chemieindustrie wird ein Transformationsfonds (Sondervermögen) geschaffen. Mit einem Fördervolumen von 10 Mrd. Euro werden bis 2035 Anlageninvestitionen unterstützt. 50 Mrd. Euro werden über einen Zeitraum von 15 Jahren bereitgestellt, um Differenzkosten zu decken. Diese Mittel werden über projektspezifische Carbon-Contracts-for-Difference (CCfDs) vergeben, die den Einsatz von klimaneutralem Wasserstoff in Industrieanlagen fördern. Im Rahmen der aktuellen EU-ETS-Reform werden Regelungen wie z.B. die Mechanismen für die kostenlose Zuteilung so angepasst, dass der Förderbedarf reduziert wird.
- **Markthochlaufinstrument Wasserstoff-KWK:** Das Kraftwärmekopplungsgesetz (KWKG) wird zunächst um einen Fördertatbestand „wasserstoffbasierte KWK-Anlagen“ ergänzt. Nach einer Übergangszeit werden ausschließlich wasserstoffbasierte KWK-Anlagen gefördert. Eine Kombination aus Investitionszuschüssen und einer Differenzkostenfinanzierung für eine begrenzte Zahl von Betriebsstunden sichert die Wirtschaftlichkeit und den systemdienlichen Betrieb.
- Der Einsatz von **synthetischen Flüssigkraftstoffen zur Dekarbonisierung des Flugverkehrs** wird durch eine Quote angereizt. Im **Schwerlastverkehr** sorgen eine Verschärfung der Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge auf EU-Ebene und eine ambitionierte CO₂-basierte Ausgestaltung der Lkw-Maut für einen Hochlauf an elektrischen Antrieben, auch mit der Brennstoffzellen-Technologie auf Wasserstoffbasis.
- **Förderprogramm On-Site-Erzeugung:** Damit der Hochlauf der Elektrolyse nicht auf den Ausbau des Wasserstoffnetzes warten muss, wird durch Ausschreibungsverfahren die verbrauchsnahe Erzeugung gefördert.



- **Beschleunigte Umsetzung Wasserstoff Startnetz:** Die Genehmigungsverfahren werden radikal verkürzt und es wird ein Finanzierungsmechanismus für *no-regret* Wasserstoffleitungen zum schnellstmöglichen Aufbau eines Startnetzes geschaffen. Die Infrastrukturplanung für die Strom-Übertragungsnetze, den Aufbau eines Wasserstoffnetzes und den Um- bzw. Rückbau der Erdgasnetze werden aufeinander abgestimmt. Auch auf EU-Ebene sollte sich die Bundesregierung für einen integrierten Planungs- und Regulierungsansatzes für Erdgas- und Wasserstoffnetze einsetzen.
- Ergänzt werden diese Maßnahmen durch eine **systematische Analyse zu den Erdgas-Verteilnetzen** mit dem Ziel der Ausarbeitung eines nationalen Um- und Rückbaukonzeptes, dem Aufbau eines **Basis-Netzes für Schwerlast-Wasserstoff-Tankstellen** und einem Paket zur Erforschung und Erprobung unterschiedlicher Optionen für den **interkontinentalen Langstreckentransport von Wasserstoff**.

Worin bestehen die Vorteile einer Weiterentwicklung der Wasserstoffstrategie?

1. Die Wasserstoffstrategie 2.0 baut auf der bestehenden Nationalen Wasserstoffstrategie auf, passt diese dem neuen Ziel der Klimaneutralität bis 2045 an und ergänzt die bestehende Strategie durch spezifische Maßnahmen.
2. Die Fortschreibung basiert auf einer fundierten und realistischen Abschätzung von Potenzialen und Kosten des Wasserstoffaufkommens in den kommenden 10-15 Jahren.
3. Durch die klare Priorisierung der Anwendungssektoren wird sichergestellt, dass der Markthochlauf dort stattfindet, wo Wasserstoff für die Umstellung auf klimaneutrale Technologien gebraucht wird.
4. Die Fokussierung auf priorisierte Bereiche schafft gleichzeitig die notwendige kritische Masse, um den Hochlauf abzusichern.
5. Die Maßnahmen decken systematisch die Bereiche Nachfrage, Aufkommen und Infrastruktur ab und werden so den besonderen Herausforderungen für einen erfolgreichen Markthochlauf gerecht.