

Policy Paper

Aurora - Kurzanalyse zum geplanten Wasserstoff-Kernnetz und der damit verbundenen Importinfrastruktur

1. Einführung

Im Rahmen der nationalen Wasserstoffstrategie und gemäß § 28r des EnWG-E haben die Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) am 15. November 2023 der Bundesnetzagentur einen Antragsentwurf für den Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur vorgelegt. Der Entwurf schlägt die Schaffung eines Wasserstoffnetzes mit einer Leitungslänge von 9.721 km vor. Die Leitungen sollen überwiegend (bis zu 60%) durch Umstellungen bestehender Erdgasleitungen entwickelt werden. Das vorgeschlagene Wasserstoffnetz würde insgesamt über 13 Grenzübergangspunkte (GÜP) verfügen, die Wasserstoffimporte und -exporte ermöglichen sollen. Das geplante Wasserstoffnetz soll bis 2032 vollständig in Betrieb genommen werden.

Die Initiative Energien Speichern e.V. (INES) hat Aurora Energy Research damit beauftragt, eine Kurzanalyse des FNB-Entwurfes vorzunehmen, um die Eckpunkte des vorgeschlagenen Wasserstoffnetzes zu durchleuchten. Die Ersteinschätzung von Aurora kommt zu dem Schluss, dass das Risiko eines vorschnellen Überbaus der Pipeline-Importinfrastruktur besteht. Die damit verbundenen Kosten könnten die Wettbewerbsfähigkeit von Wasserstoff gegenüber anderen Energieträgern reduzieren und stünden somit einem zügigen Hochlauf des Wasserstoffmarktes entgegen.

2. Kurzanalyse der Wasserstoffnetzplanung („Kernnetz“)

2.1 Wasserstoffnachfrage in Deutschland

Für das Kernnetz wird ein Wachstum der Wasserstoffnachfrage in Deutschland von heute 56 TWh auf 279 TWh bis 2032 angenommen. Rund 38% (105 TWh) der Nachfrage im Jahr 2032 entfällt dabei auf die Stromerzeugung. Gemäß dem aktuellen Aurora Central-Szenario¹ verbraucht Deutschland im Jahr 2030 Wasserstoff im Umfang von 73 TWh. Der weit überwiegende Teil entfällt dabei auf industrielle Verbraucher. Somit liegt die mittelfristige Schätzung von Aurora weit unter dem Niveau des angenommenen Nachfragevolumens für die Wasserstoffnetzplanung.

Bis 2050 steigt der von Aurora im Central-Szenario erwartete Bedarf auf rund 303 TWh und somit deckt sich die längerfristige Prognose mit der mittelfristigen Annahme zur Wasserstoffnetzplanung. Allerdings unterscheidet sich weiterhin die Zusammensetzung der Abnehmer zwischen dem Aurora-Central-Szenario und den Annahmen zur Wasserstoffnetzplanung.

Im Unterschied zum Aurora-Central-Szenario, beschreibt das Aurora-Net-Zero-Szenario² einen deutlich höheren Wasserstoffbedarf, weil es die relevanten Regierungsziele, insbesondere das Erreichen der

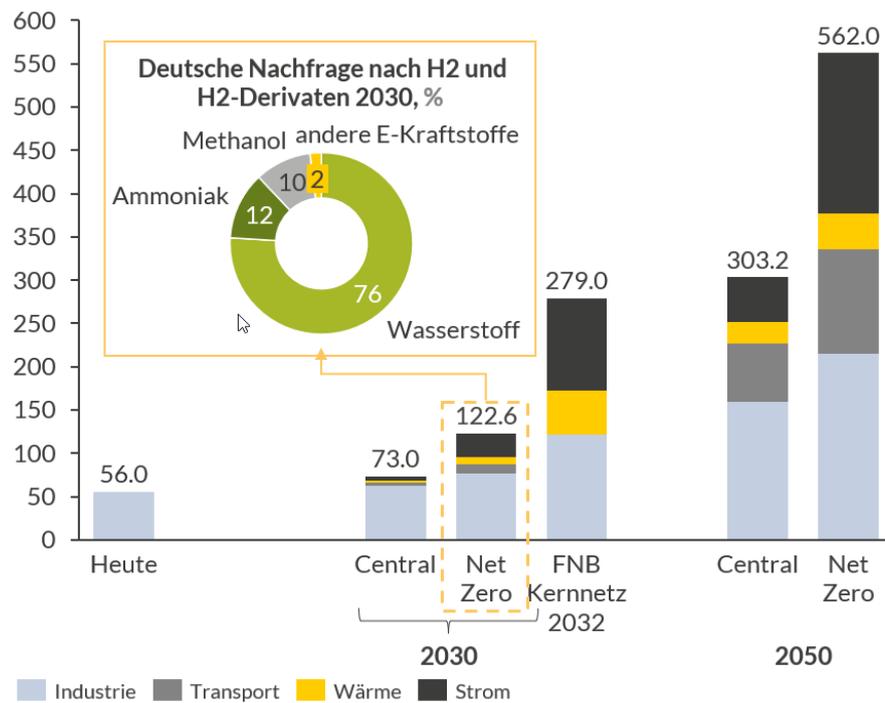
¹ Das Central-Szenario beruht auf einer wirtschaftlichen Analyse und exogenen Annahmen bezüglich der Wasserstoffmarktentwicklung in Deutschland

² Im Net-Zero-Szenario werden die energiepolitischen Regierungsziele eingehalten

Treibhausgasneutralität bis 2045 berücksichtigt. Doch auch in diesem Szenario liegt die Nachfragerwartung für das Jahr 2030 nur bei 123 TWh – die Hälfte des für 2032 angenommenen Bedarfs zur Wasserstoffnetzplanung.

Die Nachfrageschätzungen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) in der Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS) für 2030 fallen – vergleichbar mit den Aurora-Szenarien – ebenfalls niedriger aus als die von den FNB vorgeschlagenen Annahmen. Die NWS geht von einer Nachfrage zwischen 95 und 130 TWh im Jahr 2030 aus.

Wasserstoffbedarf (einschließlich H₂-Derivate) in Deutschland nach Sektoren
TWh_{HHV}, Endenergieverbrauch



Die Spanne der Gesamtnachfrage und deren Entwicklung bis 2050 in den verschiedenen Szenarien definiert eine erhebliche Unsicherheit für die Wasserstoffnetzplanung in Deutschland. Auch die Zusammensetzung der Abnehmer unterscheidet sich zwischen den Szenarien teilweise erheblich und hat einen großen Einfluss auf die Netzplanung. Aus der Zusammensetzung der Abnehmer ist insbesondere das unterjährige Nachfrageprofil abzuleiten, welches letztlich die benötigte Angebotsstruktur in Arbeit und Leistung vorgibt. Um eine effiziente Entwicklung der Wasserstoffnetze zu erreichen, müssen auf Basis des unterjährigen Nachfrageprofils die inländische Wasserstoffproduktion, Importkapazitäten und Speicher im Planungsprozess in ihrem Zusammenspiel betrachtet und ein optimaler Einsatz angenommen werden.

2.2 Wasserstoffangebot in Deutschland

Eine grobe Angebotsanalyse des deutschen Wasserstoffmarktes auf Basis von Auroras globalem Wasserstoffmarktmodell im Central-Szenario weist eine Elektrolyseurkapazität im Umfang von 6 GW_{el} in Deutschland bis 2030 aus. Diese Elektrolyseure könnten gemäß ersten Berechnungen von Aurora ca. 17 TWh (23%) des Wasserstoffbedarfs in Deutschland decken. Die übrigen Angebotsanteile

(56 TWh) werden in Form von importiertem Wasserstoff oder importierten Wasserstoff-Derivaten und teilweise weiterhin durch grauen Wasserstoff bereitgestellt.

Im Jahr 2050 könnte die inländische Wasserstoffproduktion aus Elektrolyse ca. 84 TWh (28%) zur Deckung der Nachfrage (303 TWh) beitragen. Schätzungsweise 148 TWh könnten über den Seeweg (davon 29 TWh in Form von Derivaten) nach Deutschland gelangen. Lediglich 73 TWh Wasserstoff würden demnach pipelinegebunden nach Deutschland importiert werden.

Als mögliche mittel- bis längerfristige pipelinegebundene Importvektoren identifiziert Aurora:

- Norwegen und Dänemark über Direktverbindungen und
- die Mittelmeerregion (insbesondere Spanien und Marokko) über die Südrouten (Frankreich und Italien).

Eine Angebotsanalyse, die spezifisch auf die Wasserstoffimportrouten nach Deutschland abzielt, fehlt in der Wasserstoffnetzplanung der FNB. Diese erscheint allerdings grundlegend, um eine angemessene Dimensionierung und Priorisierung der Importkapazitäten vornehmen zu können.

2.3 Wasserstoffnetzplanung in Deutschland

Die FNB nehmen für die Netzplanung eine Wasserstoffnachfrage für das Jahr 2032 im Umfang von 279 TWh an. Sie legen darüber hinaus in den betrachteten Lastfällen eine maximale Ausspeiseleistung in Höhe von rd. 80 GW zugrunde. Dies entspricht rund 3.500 Volllastbenutzungsstunden (VBH) des Wasserstoffnetzes durch die Abnehmer. Für eine substantielle Analyse der Wasserstoffnetzplanung bedarf es einer detaillierteren Beschreibung der konkreten Nachfrageprofile in Kombination mit einer detaillierten Modellierung der Angebotsvektoren, um daraus die notwendige Wasserstoffinfrastruktur (inländische Elektrolyseure, Import-Terminals, Speicherkapazitäten und Grenzübergangspunkte) fundiert ableiten zu können. Anhand der angenommenen Vollbenutzungsstunden und ersten Schätzungen zum Angebotsmix (siehe 2.2.) kann die Netzplanung allerdings einer groben Prüfung unterzogen werden.

Bei Beibehaltung der angenommenen Vollbenutzungsstunden würde im Aurora Central-Szenario eine Importkapazität an Grenzübergangspunkten von weniger als 10 GWh/h ausreichen, um den Wasserstoffbedarf in Deutschland im Jahr 2032 vollständig zu decken. Diese Kapazitäten werden im Szenario für den Import von Wasserstoff aus Dänemark, Norwegen, sowie in Süddeutschland aus Frankreich und Italien benötigt. Die für diese Importrouten geplanten Kapazitäten im vorgeschlagenen Wasserstoffnetz sind allerdings deutlich größer dimensioniert (insgesamt mit knapp 37 GWh/h). Darüber hinaus sieht der aktuelle Planungsstand für das Jahr 2032 sechs weitere Grenzübergangspunkte mit einer Gesamtleistung von rd. 24 GWh/h vor, die im Aurora Central-Szenario gar nicht benötigt werden.

Letzten Verlautbarungen folgend, wird eine deutliche Überbauung der tatsächlichen Netzbedarfe bewusst in Kauf genommen, um die notwendigen Infrastrukturen bereits für spätere Wasserstoffbedarfe frühzeitig vorzubereiten. Allerdings offenbart auch ein längerfristiger Blick das Risiko einer Überdimensionierung von Importpipelinekapazitäten. Dies ist bemerkenswert, da die Aurora Nachfrageprognosen für 2050 im Central-Szenario sich mit denen der FNB für 2032 decken. Ursächlich für die Überdimensionierung sind deshalb nicht unterschiedliche Nachfragevolumen, sondern vielmehr die unterschiedlichen Annahmen zur Angebotsstruktur. Da im Aurora-Central-Szenario bis 2050 Importe von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten über den Seeweg einen großen Teil des Angebotsmix bereitstellen könnten, bleiben in diesem Szenario viele der von den FNB vorgeschlagenen GÜP auch in der langen Frist ungenutzt. Von der erwarteten Wasserstoffnachfrage in Höhe von 303 TWh werden im Aurora Central-Szenario in 2050 lediglich bis zu 24% pipelinegebunden importiert. Dies würde einer

Pipeline-Importkapazität von rd. 28 GWh/h³ entsprechen. Im vorgeschlagenen Wasserstoffnetz planen die FNB hingegen eine Importkapazität an Grenzübergangspunkten im Umfang von 59 GWh/h. Selbst in Auroras Net-Zero-Szenario, das einen Wasserstoffbedarf von rd. 560 TWh im Jahr 2050 beschreibt, betragen die benötigten Grenzübergangskapazitäten nach grober Schätzung nur 52 GWh/h im Jahr 2050.

Dabei ist zu beachten, dass die Importanalysen auf den angenommenen Vollbenutzungsstunden beruhen, die der Wasserstoffnetzplanung von den FNB zugrunde gelegt wurden. Die Vollbenutzungsstunden deuten auf ein sehr stark strukturiertes Importprofil hin. Ob diese starke Strukturierung über Importe tatsächlich angeboten werden wird, ist mit großer Unsicherheit verbunden. Vor dem Hintergrund des großen geologischen Potenzials zur Wasserstoffspeicherung in Deutschland ist von einer stärker inländischen Bereitstellung von Flexibilität auszugehen. Bei einer detaillierteren Analyse sollte daher eine stärkere Bereitstellung von Leistungen durch Speicher in Deutschland untersucht werden, um die Importkapazitäten der Grenzübergangspunkte und damit die Netzinvestitionskosten zu reduzieren.

3. Politische Handlungsempfehlungen

Die aktuelle Wasserstoffnetzplanung folgt einer sehr unsicheren Planungsperspektive, da sich der Markthochlauf für grünen Wasserstoff noch in seinen Anfängen befindet. Eine mittelfristige Überdimensionierung des Netzes könnte zwar vermeiden, dass infrastrukturelle Engpässe den Markthochlauf behindern. Angesichts der erheblichen Unsicherheiten in der Planung besteht damit aber auch das große Risiko nicht nur mittelfristig, sondern insbesondere auch in der langen Frist Überkapazitäten zu entwickeln.

Mit Blick auf die Ergebnisse der Aurora-Kurzanalyse ist allerdings zu beachten, dass das Aurora Central- und Net Zero-Szenario nur beispielhaft für viele realistische Szenarien sind. Um die Risiken einer Überbauung zu minimieren, empfiehlt es sich, im weiteren Planungsprozess ein „No-Regret“-Szenario zu formulieren, für das möglichst viele unterschiedliche Szenarien bei der Planung des Wasserstoffnetzes und der daraus abzuleitenden Importkapazitäten betrachtet und zugrunde gelegt worden sind. Damit ist es möglich diejenigen Teile des Wasserstoffnetzes zu identifizieren, für die sich eine Relevanz über mehrere Szenarien als robust darstellt. Für diese Netzteile erscheint eine Dimensionierung auf längerfristige Bedarfe sinnvoll.

Auroras grobe Prüfung im Rahmen der Kurzanalyse zeigt, dass eine weitergehende detaillierte Analyse notwendig ist, um die Auswahl robuster Kernnetz-Teile zu identifizieren und die Überbauung des Netzes und der Importkapazitäten zielgerichtet vorzunehmen. Die Nachfragevolumina und insbesondere das unterjährige Nachfrageprofil sollten dabei konkretisiert werden, um die Spanne der möglichen Abnahmeleistungen zu verstehen. Darüber hinaus sollte eine klare Aufarbeitung des zukünftigen Wasserstoffangebotsmixes unternommen werden. Die potentiellen Volumina und Routen von Importen spielen für die Netzplanung eine bedeutsame Rolle.

Auroras Kurzanalyse zeigt, dass die aktuelle Wasserstoffnetzplanung im Bereich der Grenzübergangspunkte risikoreich ist und die Gefahr der Überdimensionierung und der Schaffung von nicht genutzten Kapazitäten auch längerfristig besteht. Der derzeit geplante Umfang bildet insofern

³ Bei Beibehaltung der angenommenen VBH im Kernnetzentwurf

keinen robusten Pfad ab. Eine Bereitstellung von Leistung durch inländische Speicherkapazitäten sollte in der weiteren Planung deshalb geprüft werden, da Speicher es ermöglichen, die anderenfalls erforderlichen Kapazitäten von Importrouten zu reduzieren. Sie helfen einige der im Kernnetz geplanten GÜP zu ersetzen und die Importmengen in das benötigte Angebotsprofil zu übersetzen. Ein verstärkter Fokus auf Speicher kann also zentrale Risiken bei der Netzplanung reduzieren.