

Planungsstand Wasserstoff-Kernnetz

Gelegenheit zur Stellungnahme für
die Betreiber von Gasverteilernetzen,
die Betreiber von Wasserstoffnetzen und
die Betreiber von sonstigen Rohrleitungsinfrastrukturen
gemäß § 28r Abs. 5 EnWG-Entwurf

Impressum/ Legal Disclaimer

Veröffentlichung durch die Fernleitungsnetzbetreiber

Ansprechpartnerin:

Barbara Fischer

Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V.,

Georgenstraße 23, 10117 Berlin

info@fnb-gas.de

Berlin, 12. Juli 2023

Die deutschen Fernleitungsnetzbetreiber haben dieses Dokument in Erfüllung ihrer Pflichten nach § 28r EnWG-E [in der Fassung des Kabinettsbeschlusses vom 24. Mai 2023] erstellt. Die deutschen Fernleitungsnetzbetreiber übernehmen keinerlei Gewähr für die Aktualität, Vollständigkeit oder Qualität der von Dritten bereitgestellten Inhalte und Informationen sowie eigener Aussagen zu zukünftigen Entwicklungen und Prognosen, welche naturgegeben mit Unsicherheiten behaftet sind. Haftungsansprüche gegen die deutschen Fernleitungsnetzbetreiber für Schäden, welche mittelbar oder unmittelbar durch die Nutzung der dargebotenen Informationen verursacht wurden, sind ausgeschlossen.

Inhalt

1	Einführung und Hintergrund	5
2	Szenario für das Wasserstoff-Kernnetz	7
2.1	Grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz	7
2.2	Ergebnisse des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz	11
3	Modellierung des Wasserstoff-Kernnetzes 2032	15
3.1	Initiale Topologie für die Modellierung	15
3.2	Grundsätzliche Vorgehensweise	15
4	Aktueller Planungsstand der Modellierung	18
	Anlagen	26
	Glossar	27
	Literatur	28

Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1:	Einspeiseleistungen für Wasserstoff auf Kreisebene sowie an Grenzübergangspunkten, Angaben in GW_{th} für das Jahr 2032 bezogen auf den Brennwert	12
Abbildung 2:	Ausspeisemengen für Wasserstoff auf Kreisebene im Szenario für das Wasserstoff-Kernnetz, Angaben für das Jahr 2032 in TWh als Brennwert	14
Abbildung 3:	Prozessschritte für die Wasserstoffnetzplanung	15
Abbildung 4:	Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernnetzes	19
Abbildung 5:	Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernnetzes in der Region Nordwest	21
Abbildung 6:	Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernnetzes in der Region Nordost	22
Abbildung 7:	Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernnetzes in der Region Mitte West	23
Abbildung 8:	Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernnetzes in der Region Mitte Ost	24
Abbildung 9:	Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernnetzes in der Region Süd	25
Tabelle 1:	Einspeiseleistungen nach Kriterien, Angaben für das Jahr 2032 bezogen auf den Brennwert	11
Tabelle 2:	Ausspeiseleistungen und -mengen für Wasserstoff nach Kriterien, Angaben für das Jahr 2032 bezogen auf den Brennwert	13

1 Einführung und Hintergrund

Die Fernleitungsnetzbetreiber teilen das Ziel der Bundesregierung eines schnellen und kosteneffizienten Aufbaus der Wasserstoffinfrastruktur, die den Markthochlauf ermöglicht und in den EU-Binnenmarkt eingebettet ist.

Mit ihrer Initiative zur Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) hat die Bundesregierung die wesentlichen benötigten regulatorischen, kartellrechtlichen und netzplanerischen Grundlagen zur Entwicklung eines ausbaufähigen Wasserstoff-Kernnetzes gelegt. Der Gesetzesentwurf befindet sich im parlamentarischen Verfahren, das bis zum Herbst abgeschlossen sein soll. Danach werden die Fernleitungsnetzbetreiber gemäß § 28r Abs. 2 des aktuellen Entwurfs der EnWG-Novelle einen gemeinsamen Antrag für die Errichtung eines Wasserstoff-Kernnetzes bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) einreichen. Dieser Antrag soll seitens der Behörde geprüft und konsultiert werden. Nach der Bestätigung des Antrags durch die BNetzA werden die Netzbetreiber unverzüglich mit der Realisierung des Wasserstoff-Kernnetzes beginnen. Zentrale Voraussetzung für den Aufbau der Infrastruktur ist die gesetzliche Verankerung eines Finanzierungsmodells, das einerseits marktfähige Netzentgelte und andererseits eine kapitalmarktfähige Finanzierung seitens der Fernleitungsnetzbetreiber gewährleistet.

Ein deutschlandweites Wasserstoff-Kernnetz, das einen breiten Zugang zum Energieträger bzw. Rohstoff Wasserstoff ermöglicht, bildet die Basis für die Entwicklung eines liquiden Wasserstoffmarktes und ist Voraussetzung dafür, dass Deutschland seiner angestrebten Vorreiterrolle beim Klimaschutz gerecht werden kann. Dazu ist es wichtig, das Wasserstoff-Kernnetz vorausschauend und skalierbar zu planen.

Die Regelungen im Gesetzesentwurf der EnWG-Novelle stellen einen klaren Auftrag an die Fernleitungsnetzbetreiber zur Entwicklung eines überregionalen Wasserstoff-Kernnetzes dar. Dabei sollen weitere Infrastrukturen, die geeignet sind, Wasserstoff auf der Fernleitungsebene sicher zu transportieren, berücksichtigt werden.

Bestehende Bedarfe auf der Verteilernetzebene, welche die Kriterien des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz erfüllen, werden bereits jetzt kapazitiv in der technischen Planung für das Kernnetz berücksichtigt. Darüber hinausgehende Bedarfe sollten in einem zweiten Schritt im Rahmen des zukünftigen Regelprozesses für eine integrierte Netzplanung (Wasserstoff und Methan) Eingang finden. Die Fernleitungsnetzbetreiber hatten diesbezüglich bereits im September 2022 mit der Veröffentlichung des Wasserstoff-Berichts gemäß § 28p EnWG entsprechende Vorschläge vorgelegt, die unter anderem gemeinsam mit den Verteilernetzbetreibern erarbeitet wurden.

Darüber hinaus sind weitere Änderungen im EnWG notwendig, etwa um die Schnittstelle zum Netzentwicklungsplan Strom zu definieren, aber auch zur Etablierung eines vorgelagerten Energieszenarienprozesses, der eine gemeinsame Grundlage für die Netzplanungen Strom und Gas (Wasserstoff und Methan) schafft. Zudem müssen zeitnah die gesetzlichen und regulatorischen Voraussetzungen zur Umstellung auf Wasserstoff von Netzbereichen und angeschlossenen Kunden auf der Verteilernetzebene geschaffen werden.

Die Fernleitungsnetzbetreiber legen im vorliegenden Dokument den aktuellen Planungsstand des Wasserstoff-Kernnetzes vor. Der aktuelle Planungsstand entspricht nicht dem finalen Wasserstoff-Kernnetz. Auf Basis dieses Planungsstandes haben nun

Betreiber von Gasverteilnetzen, Betreiber von Wasserstoffnetzen und Betreiber von sonstigen Rohrleitungen gemäß § 28r Abs. 5 EnWG-E (nachfolgend weitere potenzielle Wasserstoffnetzbetreiber) Gelegenheit, Stellung zu den ersten Netzrechnungen zu nehmen.

Dafür haben die Fernleitungsnetzbetreiber ein entsprechendes Formular auf der Webseite des FNB Gas (www.fnb-gas.de) zur Verfügung gestellt. Dieses soll weiteren potenziellen Wasserstoffnetzbetreibern die Meldung von Infrastrukturen erleichtern, die zur Erfüllung der im Gesetz verankerten Zielsetzungen beitragen können sowie den Kriterien für das Szenario zum Wasserstoff-Kernnetz entsprechen. Im Anschluss werden die gemeldeten Leitungsinfrastrukturen auf ihre Verwendung bei der Planung des Wasserstoff-Kernnetzes durch die Fernleitungsnetzbetreiber geprüft und im Rahmen der finalen Modellierung berücksichtigt, sofern sie die gesetzlichen und technischen Voraussetzungen für eine Integration in das Wasserstoff-Kernnetz erfüllen und die Infrastruktur für die Transportanforderungen erforderlich ist.

Alle anderen Stakeholder, einschließlich Bundesländer, Bundesministerien und Verbände, haben Gelegenheit, bis zum 28. Juli 2023 beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz unter der Email-Adresse WASSERSTOFFKERNNETZ@bmwk.bund.de Stellungnahmen einzureichen. Damit wird Stakeholdern – soweit notwendig und im Einklang mit § 28r Absatz 4 EnWG-E sowie dem Szenario – die Möglichkeit gegeben, Argumente für die Aufnahme weiterer Leitungsinfrastrukturen in das Wasserstoff-Kernnetz darzulegen.

Die Fernleitungsnetzbetreiber werden der BNetzA fristgemäß und entsprechend den gesetzlichen Vorgaben nach Inkrafttreten der Novellierung des EnWG einen gemeinsamen Antrag für das Wasserstoff-Kernnetz zur Genehmigung vorlegen. Im Sinne einer gesamtwirtschaftlich optimierten Planung wird die Entwicklung des Wasserstoff-Kernnetzes aus umgestellten Leitungen der bestehenden Erdgasinfrastruktur sowie neu errichteten Wasserstoffleitungen erfolgen.

Für die umzustellenden Erdgasleitungen werden die Fernleitungsnetzbetreiber in dem gemeinsamen Antrag nachweisen, dass zum Zeitpunkt einer Umstellung solcher Leitungen auf Wasserstoff sichergestellt ist, dass das verbleibende Fernleitungsnetz die dem ergänzten Szenariorahmen zum Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032 zugrunde gelegten Kapazitätsbedarfe erfüllen kann. Hierfür können die Fernleitungsnetzbetreiber zusätzliche Ausbaumaßnahmen des Erdgasnetzes ausweisen.

Auch die BNetzA wird gemäß § 28r Abs.6 EnWG-E nach Vorlage des gemeinsamen Antrags allen betroffenen Kreisen und der Öffentlichkeit Gelegenheit zur Stellungnahme geben. Anschließend beginnt die formelle Prüfung und Genehmigung des Kernnetzes durch die BNetzA.

2 Szenario für das Wasserstoff-Kernnetz

Im Folgenden werden die grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz im Jahr 2032 sowie die daraus resultierenden Ergebnisse beschrieben.

2.1 Grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz

Kriterien zur Festlegung des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz

Die gesetzlichen Grundlagen für das Szenario des Wasserstoff-Kernnetzes ergeben sich aus § 28r EnWG-E. Zur Operationalisierung wurden in gemeinsamen Gesprächen zwischen BMWK, BNetzA, BKAmT, BMF mit FNB Gas und BDEW die Kriterien für die Festlegung des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz weiter konkretisiert und abgestimmt. Das Szenario hat steuernde Funktion für das Kernnetz und ist Grundlage für die Modellierung des Kernnetzes durch die Fernleitungsnetzbetreiber.

Als Ausgangsbasis für das Szenario des Wasserstoff-Kernnetzes diente das Ergebnis der Marktabfrage WEB [FNB Gas, 2021] aus dem Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032, welches durch aktuelle Informationen angepasst wurde. So wurden beispielsweise Projekte, die gemäß dem Kenntnisstand der Fernleitungsnetzbetreiber nicht mehr weiterverfolgt werden, herausgenommen. In das Szenario sind auch Analysen der Wasserstoffstrategien der Bundesländer sowie Rückmeldungen zu konkreten Projekten aus den Bundesländern eingeflossen.

Im nächsten Schritt fand durch die Fernleitungsnetzbetreiber eine Prüfung der Projektmeldungen dahingehend statt, inwieweit sie die nachfolgend aufgeführten Kriterien des BMWK/ der BNetzA erfüllen. Die Auswahl der Projekte zur Ein- und Ausspeisung von Wasserstoff anhand dieser Kriterien soll sicherstellen, dass das zu ermittelnde Wasserstoff-Kernnetz den politischen Zielvorgaben entspricht.

Der am 12. Juli 2023 von den Fernleitungsnetzbetreibern veröffentlichte aktuelle Planungsstand des Wasserstoff-Kernnetzes beruht auf folgenden Kriterien:

- Das Projekt ist Teil eines IPCEI- oder PCI-Prozesses.
- Das Projekt dient der Einbindung des Kernnetzes in ein (perspektivisches) europäisches Wasserstoffnetz.
- Das Projekt ist Teil eines Reallabors der Energiewende, das durch das BMWK gefördert wird.
- Das Projekt dient der Dekarbonisierung der folgenden Industriezweige und -prozesse:
 - Eisen und Stahl
 - Erzeugung von Rohstahl aus Primärroute
 - Wärme- und Glühöfen, Stahl-Walzwerke: Kontinuierliches Erwärmen von Flach-/Langstahl, Dis-/ kontinuierliche Wärmebehandlung von Flachstahl

- Umformtechnik: Dis-/ kontinuierliches Erwärmen von Schmiedebauteilen
- Chemie
 - Ammoniaksynthese
 - Grundstoffchemie: Ethylen/Olefine, Methanol
- Raffinerien
 - Entschwefelung, Hydrocracking, E-Kerosin, Methanol
- Glasindustrie inkl. Glasfaser
 - Kontinuierliches Schmelzen von Behälterglas in großen Anlagen
 - Kontinuierliches Schmelzen von Flachglas
- Mittlere bis große Produktionsstätten für Keramik und Ziegelprodukte
- Das Projekt dient der Einspeisung von Wasserstoff, der durch Elektrolyseanlagen erzeugt wird. Die vorgesehene Einspeiseleistungen für Wasserstoff werden pauschal auf 50 % je Standort herunterskaliert. Abweichend davon wird für folgende Elektrolyseure die volle geplante Einspeiseleistung (d. h. 100%) zugrunde gelegt:
 - Elektrolyseure, die als IPCEI gefördert werden (ca. 2,5 GWel)
 - Elektrolyseure, die als Reallabore der Energiewende gefördert werden (ca. 0,2 GWel)
 - Geförderte Offshore-Elektrolyseure (ca. 1 GWel über Pipeline AquaDuctus an Land geführt).
- Das Projekt dient der Speicherung von Wasserstoff und ist als IPCEI-Projekt pränotifiziert oder weist konkrete Anhaltspunkte für Investitionen auf.
- Berücksichtigung von KWK-Kraftwerksstandorten aus dem Marktstammdatenregister mit einer elektrischen KWK-Leistung von mehr als 100 MW (entspricht einer Feuerungswärmeleistung von mindestens 235 MWth).

Auf Grundlage dieser Kriterien und unter Beachtung einer regionalen Ausgewogenheit wurden Projekte in das Szenario für das Wasserstoff-Kernnetz aufgenommen und finden somit Eingang in die Modellierung. Bedarfsmeldungen, die keinen Eingang in das Szenario gefunden haben, haben die Möglichkeit in dem sich zeitnah anschließenden rollierenden Regelprozess zur integrierten Netzplanung (Wasserstoff und Methan) aufgenommen zu werden.

Erläuterung der Kriterien zur Festlegung des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz

Grundlage für die Berücksichtigung von Infrastrukturen im Kernnetz sind **IPCEI-Projekte** (Important Projects of Common European Interest) und **PCI-Projekte** (Projects of Common Interest) sowie die **Einbindung in ein europäisches Wasserstoffnetz**.

Bei den **Important Projects of Common European Interest (IPCEI)** handelt es sich um Wasserstoff-Großprojekte, die im Rahmen eines gemeinsamen europäischen Wasserstoffprojekts (sogenannte Wasserstoff-IPCEI) staatlich gefördert werden sollen (Kofinanzierung: Bund 70 %, Bundesland 30 %). Die Projekte wurden im Rahmen eines Interessensbekundungsverfahrens unter Berücksichtigung besonderer Anforderungen ausgewählt. Die Förderung der deutschen Vorhaben erfolgt gemeinsam mit der Förderung von Projekten in europäischen Partnerländern. Die verschiedenen nationalen Projekte sollen so miteinander vernetzt werden, dass alle Länder voneinander profitieren und gemeinsam eine europäische Wasserstoffwirtschaft aufgebaut werden kann. Im Kernnetz berücksichtigt werden die Erzeugungs-, Verbrauchs-, Leitungs- und Speicherprojekte des Wasserstoff-IPCEI.

Projekte von gemeinsamem Interesse (PCI/PMI) sind grenzüberschreitende Infrastrukturprojekte, die die Energiesysteme der EU-Mitgliedstaaten (und ggf. darüber hinaus) miteinander verbinden. Die EU-Kommission vergibt den Status als PCI für grenzüberschreitende Infrastrukturvorhaben alle zwei Jahre. Mit diesem Status können sich Projektentwickler auf weitere (EU-)Förderung bewerben, z. B. der Connecting Europe Facility (CEF). Darüber hinaus sollen PCI von verbesserten regulatorischen Bedingungen, geringeren Verwaltungskosten durch optimierte Umweltprüfungsverfahren sowie beschleunigten Planungen und Genehmigungserteilungen profitieren – gerade auch auf nationaler Ebene. Bis Mitte Dezember 2022 haben sich Projektentwickler (zumeist europäische Fernleitungsnetzbetreiber) mit insgesamt 180 Einreichungen um den PCI-/PMI-Status beworben. Viele der Projekte fassen mehrere Einzelprojekte als Verbund/Korridor zusammen. Ein Großteil der Projekte ist u. a. auf die Wasserstoffversorgung in Deutschland ausgerichtet. Aufgeteilt in drei Regionalgruppen, in denen Deutschland vertreten ist, wird über die Projekte und ihren Beitrag zu den Kriterien Marktintegration, Versorgungssicherheit und Wettbewerb beraten. Die EU-Kommission erlässt den delegierten Rechtsakt zur Erstellung der ersten Unionsliste, die Wasserstoffprojekte enthält, gemäß Verordnung (EU) 2022/869 Artikel 3 Abs. 4 bis zum 30. November 2023.

Die perspektivische **Einbindung des Kernnetzes in ein europäisches Wasserstoff-Netz** steht im Einklang mit der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS) der Bundesregierung. Ziel ist es, mittelfristig eine stärkere und engere Kooperation mit interessierten EU-Mitgliedstaaten zu etablieren, die einen koordinierten Markthochlauf ermöglicht, gemeinsame Standards setzt, Abstimmungen erleichtert und koordinierte Importe ermöglicht. Ein Großteil des in Deutschland benötigten Wasserstoffs wird durch Importe abgedeckt werden, nach Einschätzung der Bundesregierung unter Auswertung der gängigen Szenarien werden langfristig rund 50 % bis 70 % des Wasserstoffbedarfs durch Importe aus dem Ausland gedeckt werden.

In das Kernnetz aufgenommen werden außerdem **Reallabore der Energiewende** zu Wasserstofftechnologien. Diese u. a. vom BMWK geförderten Projekte ermöglichen es,

Wasserstofftechnologien in der praktischen Anwendung unter realen Bedingungen und im industriellen Maßstab zu testen, was durch eine Anbindung ans Kernnetz erleichtert wird.

Im Bereich der **Industrie** sind wasserstoffbasierte Technologien vor allem in solchen Sektoren eine geeignete Transformationsoption, in denen sie fossile Rohstoffe wie Erdgas, Erdöl oder Kohle in der stofflichen Nutzung ersetzen. Genauso kann auch die energetische Nutzung von Wasserstoff in bestimmten Bereichen die einzige Option zur Dekarbonisierung darstellen. Daher werden aus der im Rahmen einer Marktabfrage Wasserstoff Erzeugung und Bedarf (WEB) ermittelten Projektliste der Fernleitungsnetzbetreiber („Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032, FNB Gas, 2023) Projekte in die Modellierung des Kernnetzes aufgenommen, die Industriezweigen zuzuordnen sind, bei denen aus heutiger Sicht alternativ zur Wasserstoffnutzung keine sinnvolle Option zur Dekarbonisierung des Industrieprozesses besteht. Dies beinhaltet u. a. Eisen und Stahl, Chemie, Raffinerien, Glasindustrie, Keramik und Ziegelprodukte.

Wasserstoffspeicher in Deutschland werden gemäß den BMWK-Langfristszenarien zukünftig eine entscheidende Rolle für das Gelingen der Energiewende spielen. Aufgrund der vorteilhaften geologischen Bedingungen in Deutschland (Salzstöcke) erscheint es auch mit Blick auf die europäische Dimension sinnvoll, umfangreich Speicherprojekte für Wasserstoff zu realisieren. Wasserstoffspeicher sind zukünftig unter anderem für die Wasserstoffversorgung der Wasserstoffkraftwerke und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen von zentraler Bedeutung. Durch die Verbindung von Speicherstandorten und den Aufbau einer grenzüberschreitenden Transportinfrastruktur können die deutschen Speicher zudem den grenzüberschreitenden Handel von Wasserstoff erleichtern, was die Integration des europäischen Wasserstoffmarktes fördert. Durch Investitionen in die deutsche Wasserstoffspeicherinfrastruktur kann die allgemeine Versorgungssicherheit mit Wasserstoff innerhalb der EU verbessert werden. Für die Abdeckung des Kernnetzes wurden die als IPCEI und als PCI eingereichten Wasserstoffspeicherprojekte berücksichtigt.

Das Wasserstoff-Kernnetz soll weiterhin ausreichende Anschlussmöglichkeiten für **Erzeugungsregionen und Elektrolyseure** gewährleisten. Die zu berücksichtigende Einspeiseleistung von Elektrolyseuren soll in Einklang mit der Nationalen Wasserstoffstrategie stehen. Dort wird in aktueller Fassung ein Zielwert von mindestens 10 GW (inländische Elektrolyse) für das Jahr 2030 angegeben und für die Folgejahre ein starker Hochlauf angestrebt. Um die Ziele und Annahmen der Nationalen Wasserstoffstrategie praktisch zu implementieren, werden für die Modellierung des Kernnetzes die Projekte, die die Fernleitungsnetzbetreiber im Rahmen einer Marktabfrage Wasserstoff Erzeugung und Bedarf 2021 ermittelt haben, mit angepasster Kapazität aufgenommen. Die Standorte von Elektrolyseuren sollen perspektivisch systemdienlich gewählt werden, um die Kompatibilität mit der nationalen Wasserstoff- und Stromnetzplanung zu gewährleisten und auch perspektivisch eine sichere Stromnetzbetriebsführung zu garantieren. Denn nur Elektrolyseure in räumlicher Nähe zu den von ihnen errichteten bzw. kontrahierten Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien können in allen Stunden des Jahres engpassfrei Strom beziehen. Systemdienliche Standorte vermeiden so Engpässe im Übertragungsnetz, zusätzlichen Netzausbau und zusätzliche CO₂-Emissionen durch Redispatch-Kraftwerke.

Das Kernnetz soll zudem große **Kraft-Wärme-Kopplungs-Standorte** (KWK) erfassen, für die ein Weiterbetrieb unter der späteren Nutzung von Wasserstoff wahrscheinlich ist. Der Schwellenwert von 100 Megawatt elektrischer KWK-Leistung setzt einen Fokus auf

Standorte mit hohem Wärmebedarf, bei denen mit hoher Wahrscheinlichkeit KWK auch zukünftig eine Rolle bei der Wärmebereitstellung spielen wird. Erste Vorüberlegungen unter Annahme dieses Größenkriteriums haben zudem auf eine gute räumliche Abdeckung durch das Kernnetz schließen lassen. Während das Größenkriterium auf die räumliche Auslegung des Startnetzes abzielt, ist die zusätzliche Annahme der durchschnittlich 2.500 Vollbenutzungsstunden für die Dimensionierung des Netzes beziehungsweise für die bereitzustellende Wasserstoffmenge relevant. Je Megawatt elektrischer KWK-Leistung soll eine durchschnittliche Betriebsdauer von 2.500 Stunden im Jahr angesetzt werden. Die Modellierung geht in einem ersten Schritt von der Annahme aus, dass überwiegend bereits bestehende Kraftwerksstandorte auf eine spätere Wasserstoffnutzung umgestellt werden. Dies ist insbesondere für Standorte mit hohem Wärmebedarf zu erwarten. Über eine Abfrage der Fernleitungsnetzbetreiber wurden außerdem Standorte berücksichtigt, für die bereits zum jetzigen Zeitpunkt (Juni 2023) hinreichend konkrete Planungen bezüglich einer späteren Umstellung auf den Wasserstoffbetrieb vorliegen.

Die **regionale Ausgewogenheit** des Kernnetzes ist der Bundesregierung ein wichtiges Anliegen. Das Kernnetz beinhaltet Projekte mit überregionalem Charakter zur Schaffung eines deutschlandweiten Wasserstoffnetzes. Der Entwurf zur Trassenführung des Kernnetzes beinhaltet demnach sowohl Nord-Süd- als auch West-Ost Korridore, um deutschlandweit zentrale Wasserstoffstandorte anzubinden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz dargestellt.

2.2 Ergebnisse des Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz

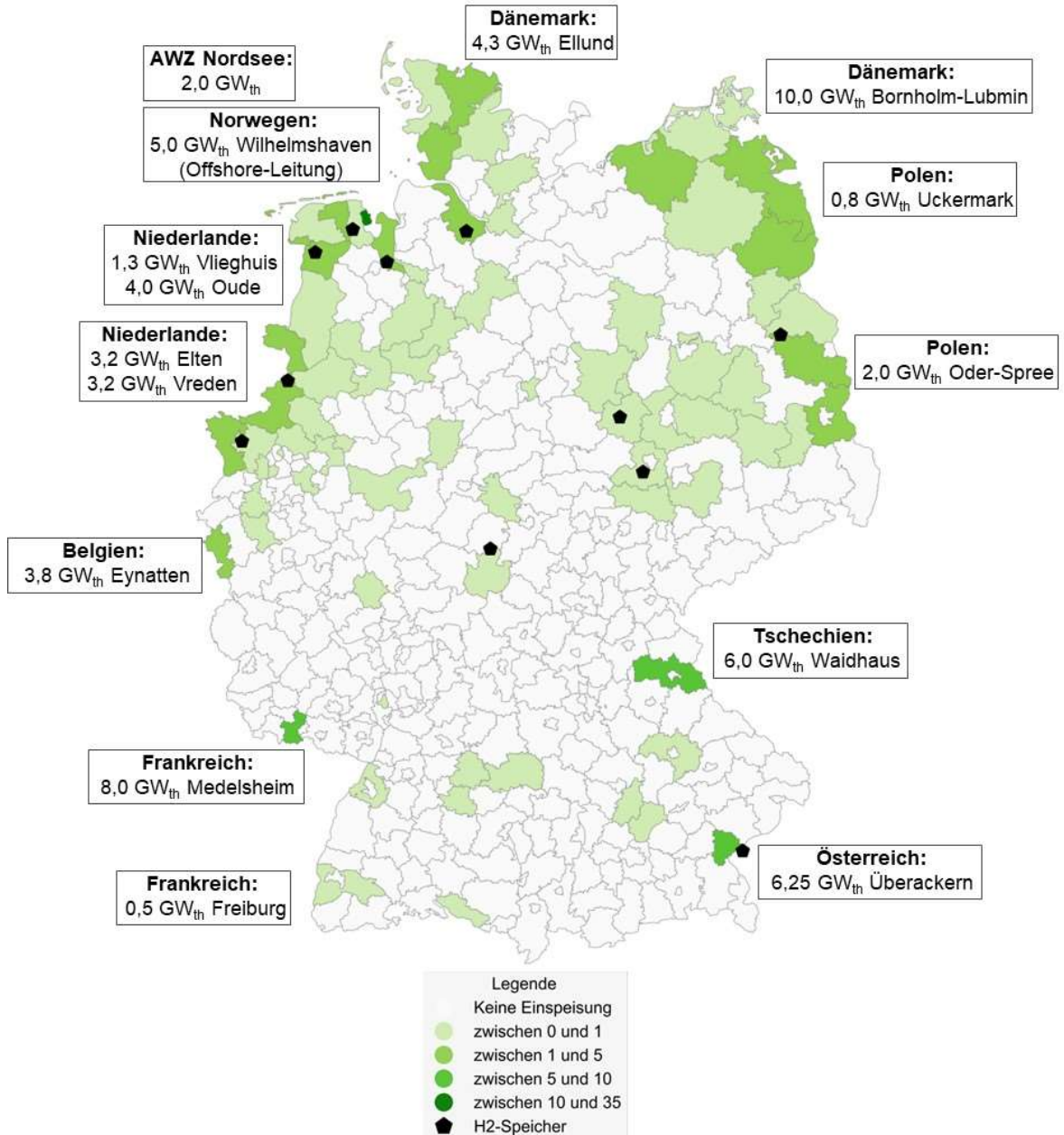
Im Szenario für das Wasserstoff-Kernnetz werden insgesamt 309 Wasserstoffprojekte berücksichtigt. In der folgenden Tabelle 1 werden die ermittelten Einspeiseleistungen für Wasserstoff in Summe und in der darauffolgenden Abbildung 1 regionalisiert auf Kreisebene dargestellt. Als sonstige Einspeisungen sind insbesondere Importe über Schiffterminals zu verstehen, an denen Wasserstoff, der in einer anderen Form, wie z. B. LOHC oder Ammoniak, transportiert und als Gas in das Wasserstoffnetz eingespeist wird.

Tabelle 1: Einspeiseleistungen nach Kriterien, Angaben für das Jahr 2032 bezogen auf den Brennwert

	Einheit	GÜP	Elektrolyse	Speicher	Sonstige Einspeisungen	Gesamt
Einspeiseleistung	GW _{th}	58	15	8	19	101

Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber

Abbildung 1: Einspeiseleistungen für Wasserstoff auf Kreisebene sowie an Grenzübergangspunkten, Angaben in GW_{th} für das Jahr 2032 bezogen auf den Brennwert



Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber

In der folgenden Tabelle 2 werden die Ausspeiseleistungen und -mengen für das Jahr 2032 für Wasserstoff in Summe und in Abbildung 2 regionalisiert auf Kreisebene dargestellt. Im Rahmen der Modellierung des Wasserstoff-Kernnetzes wird die ermittelte Gesamtleistung berücksichtigt.

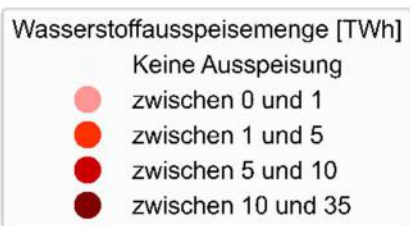
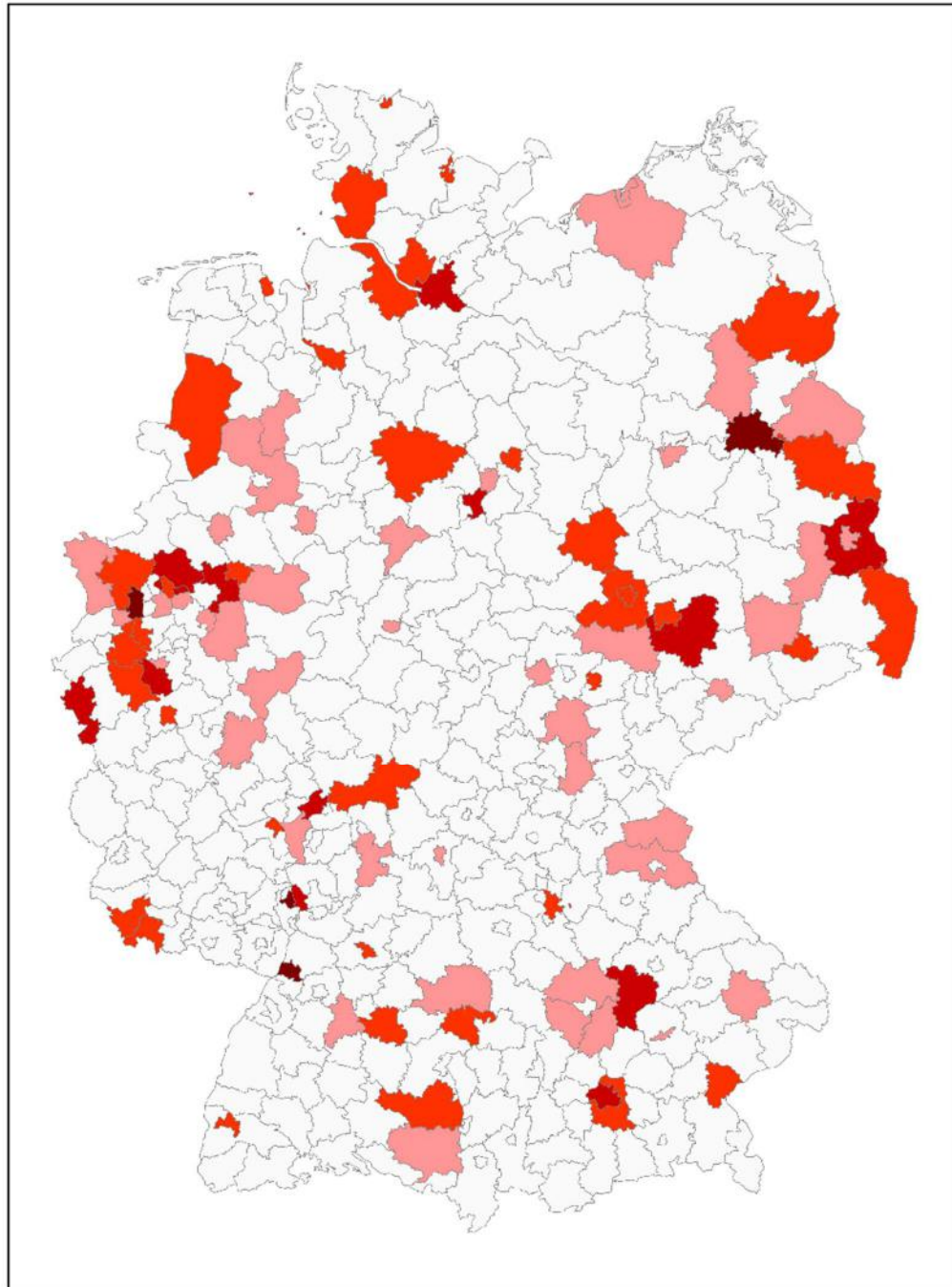
Tabelle 2: Ausspeiseleistungen und -mengen für Wasserstoff nach Kriterien, Angaben für das Jahr 2032 bezogen auf den Brennwert

	Ausspeiseleistung* [GW_{th}]	Ausspeisemenge* [TWh_{th}], Brennwert
Gesamt	87	279
- davon IPCEI-, PCI- und Reallabor-Projekte	10,3	49
- davon Projekte zur Einbindung in ein europäisches Wasserstoffnetz	0,3	0
- davon Eisen und Stahl	7,8	50
- davon Chemie	5,2	32
- davon Raffinerien	4,2	30
- davon Glasindustrie, inkl. Glasfaser	0,4	2
- davon mittlere bis große Produktionsstätten für Keramik und Ziegelprodukte	0,2	1
- davon KWK-Anlagen	62,0	157
- davon Speicher	7,6	11

* Doppelzählungen sind möglich, d. h. ein Projekt kann mehreren Kriterien zugeordnet sein

Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber

Abbildung 2: Ausspeisemengen für Wasserstoff auf Kreisebene im Szenario für das Wasserstoff-Kernnetz, Angaben für das Jahr 2032 in TWh als Brennwert



Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber

3 Modellierung des Wasserstoff-Kernnetzes 2032

Im folgenden Kapitel werden grundsätzliche Parameter für die Modellierung beschrieben. Nach der Beschreibung der initialen Topologie (vgl. Kapitel 3.1), welche die Grundlage für die Modellierung des Wasserstoff-Kernnetzes bildet, wird anschließend die grundsätzliche Vorgehensweise der Modellierung (vgl. Kapitel 3.2) erläutert.

3.1 Initiale Topologie für die Modellierung

Für die Modellierung des Wasserstoff-Kernnetzes wurde eine initiale Topologie zugrunde gelegt. Die initiale Topologie basiert auf den folgenden Bestandteilen:

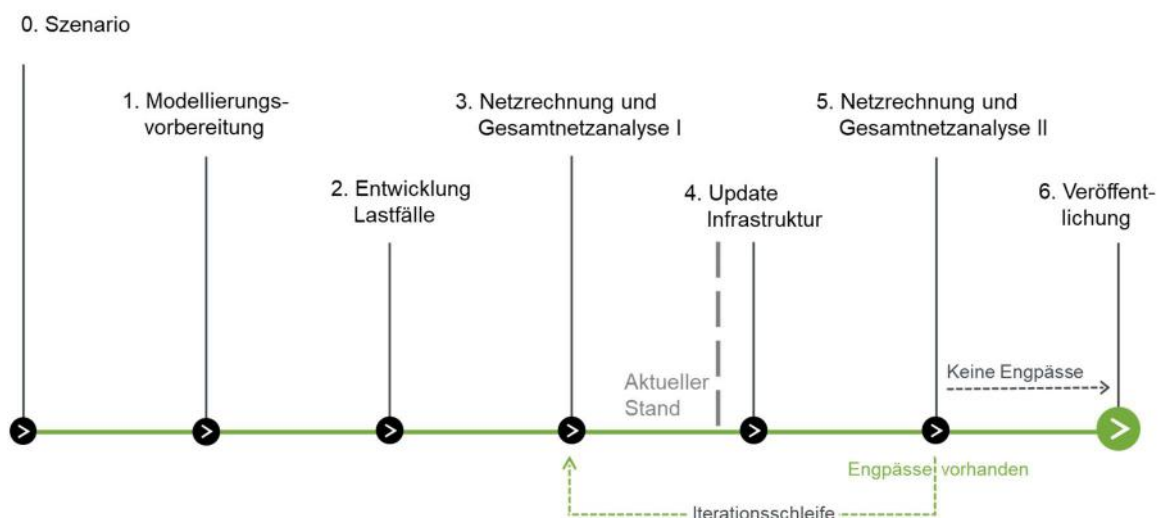
- Anträge für IPCEI-Projekte,
- Anträge für PCI-Projekte,
- Reallabor-Projekte,
- Modellierungsergebnisse des Netzentwicklungsplans Gas 2022-2032.

Im Rahmen der Modellierung wird anhand verschiedener Lastfälle geprüft, welche Leitungen der initialen Topologie für ein effizientes, funktionsfähiges Wasserstoffnetz benötigt werden und ob ggf. weitere Leitungen erforderlich sind. Zudem werden im Rahmen der Modellierung notwendige Verdichter- und GDRM-Anlagen ermittelt.

3.2 Grundsätzliche Vorgehensweise

Der gesamte Prozessablauf der Modellierung ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt.

Abbildung 3: Prozessschritte für die Wasserstoffnetzplanung



Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber

Beschreibung der einzelnen Prozessschritte

0. Szenario

- Basis der Modellierung ist das abgestimmte Szenario für das Wasserstoff-Kernnetz. Die grundsätzliche Vorgehensweise und die Ergebnisse hierzu sind in Kapitel 2 beschrieben.

1. Modellierungsvorbereitung

- Die Fernleitungsnetzbetreiber implementieren die initiale Topologie und erstellen eine funktionsfähige Modellierungsgrundlage in dem Berechnungsmodell.
- Zu berücksichtigende Ein- und Ausspeiseleistungen werden geeigneten Netzanbindungen der initialen Topologie zugeordnet.

2. Entwicklung von Lastfällen für ein funktionsfähiges und versorgungssicheres Kernnetz

- Zum Belastungstest der Infrastruktur ist die Simulation unterschiedlicher Lastflusssituationen anhand von definierten Lastfällen erforderlich.
- In einem Lastfall werden die Bedingungen für die Beschäftigung der Ein- und Ausspeisepunkte definiert.

3. Netzrechnung und Gesamtnetzanalyse I

- Die Fernleitungsnetzbetreiber führen eine Netzrechnung durch und prüfen, ob die bisher berücksichtigte Infrastruktur ausreichend ist, um die über die Bedarfe gestellten Transportanforderungen zu erfüllen.
- Die Prüfung erfolgt auf Basis der definierten Lastfälle.

4. Update Infrastruktur

- Wenn die vorgesehene Infrastruktur die Transportanforderungen nicht erfüllen kann, müssen zusätzliche Leitungen und Verdichter einbezogen werden, um Engpässe zu beheben.
- Allgemein können sowohl Bestandsleitungen als auch Neubauleitungen, Regler, Armaturen oder Verdichter Teil der Modellierung sein.
- Im Rahmen der Gelegenheit zur Stellungnahme eingereichte Infrastrukturmeldungen werden von den Fernleitungsnetzbetreibern in der weiteren Netzmodellierung in die Betrachtungen mit einbezogen.

5. Netzrechnung und Gesamtnetzanalyse II

- Die Fernleitungsnetzbetreiber führen eine Netzrechnung durch und prüfen, ob die bisher berücksichtigte Infrastruktur bedarfsgerecht ist, um die Transportanforderungen zu erfüllen.
- Die Prüfung erfolgt auf Basis der überarbeiteten Infrastruktur.
- Die Fernleitungsnetzbetreiber führen eine Optimierung der Lösungsalternativen, ggf. unter Anwendung weiterer Annahmen, durch, um eine finale Lösung zu erhalten.
- Ist die Infrastruktur zur Versorgung der Bedarfe ausreichend und wird kein Spielraum für Optimierungen mehr gesehen, so endet der Modellierungsprozess.

6. Veröffentlichung

- Die Ergebnisse der Wasserstoffmodellierung werden im Rahmen des Konsultationsprozesses der BNetzA zur Antragsgenehmigung veröffentlicht.

4 Aktueller Planungsstand der Modellierung

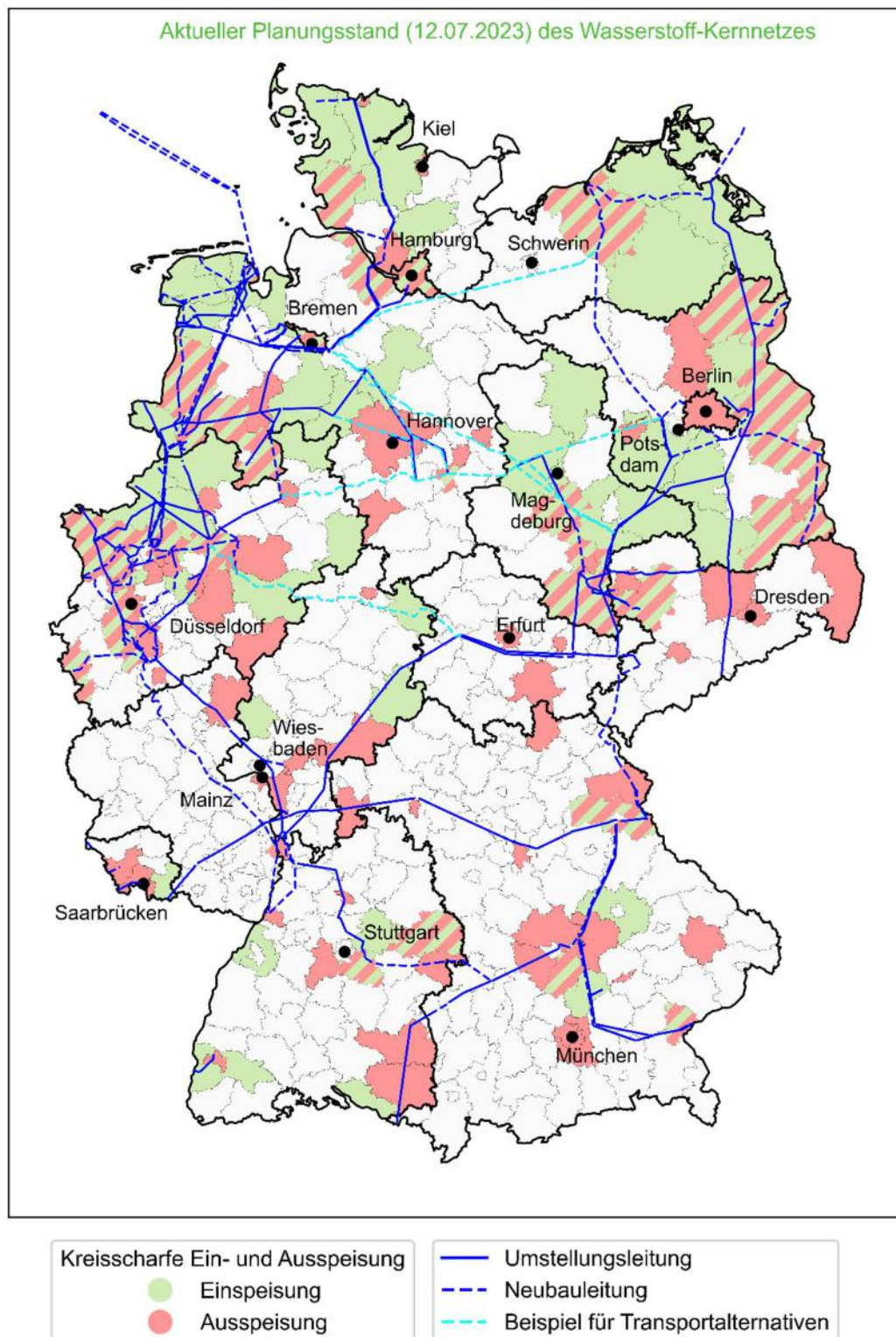
Auf Basis des zuvor beschriebenen Szenarios für das Wasserstoff-Kernnetz und der Eingangsgrößen für die Modellierung haben die Fernleitungsnetzbetreiber erste Netzrechnungen für das Wasserstoff-Kernnetz durchgeführt. Die folgenden Abbildungen zeigen den aktuellen Planungsstand der Modellierung und den Umfang der Leitungsinfrastrukturen mit einer Gesamtlänge von rund 11.200 km. Verdichter und GDRM-Anlagen werden Bestandteil des Wasserstoff-Kernnetzes sein, sind aber aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in den Abbildungen dargestellt.

In Abbildung 4 sind Leitungen der nach § 28r des EnWG-E beauftragten Fernleitungsnetzbetreiber sowie den Fernleitungsnetzbetreibern bekannte IPCEI-Projekte, welche im Rahmen der Leitungsmeldungen zum Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032 übermittelt wurden, enthalten. Weitere Leitungsinfrastrukturen, die im Rahmen des Netzentwicklungsplans Gas 2022-2032 durch andere potenzielle Wasserstoffnetzbetreiber gemeldet wurden, sind nicht dargestellt. Die Fernleitungsnetzbetreiber werden im Rahmen der Gelegenheit zur Stellungnahme auf die entsprechenden potenziellen Wasserstoffnetzbetreiber zugehen, um zu klären, ob die zum Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032 gemeldeten Leitungen für die Umstellung auf Wasserstoff weiterhin verfügbar sind und die potenziellen Wasserstoffnetzbetreiber grundsätzlich bereit sind, diese Infrastrukturen in das Wasserstoff-Kernnetz einzubringen.

Das vorliegende Dokument dient dem Zweck, potenzielle Wasserstoffnetzbetreiber gemäß § 28r Abs. 5 des EnWG-E in die Lage zu versetzen, ihre Infrastrukturen und ihre technisch-wirtschaftlichen Interessen in den weiteren Prozess zum Wasserstoff-Kernnetz einzubringen.

Der aktuelle Planungsstand entspricht noch nicht dem finalen Entwurf des Wasserstoff-Kernnetzes. Die dargestellte Karte (vgl. Abbildung 4) zeigt zunächst verschiedene Lösungsvarianten für die Erfüllung der Transportaufgaben auf. So werden voraussichtlich nicht alle hier beispielhaft in türkis dargestellten Ost-West-Verbindungen für den Transport im Wasserstoff-Kernnetz erforderlich sein. Dabei können auch Anpassungen der Dimensionierung bei IPCEI-Projekten eine Alternative darstellen. Die dargestellten Trassenvarianten werden in den Folgeschritten bis zur Antragstellung unter Berücksichtigung der eingehenden Meldungen im Rahmen der „Gelegenheit zur Stellungnahme“ potenzieller Wasserstoffnetzbetreiber bewertet und optimiert. Die Fernleitungsnetzbetreiber gehen davon aus, dass das Wasserstoff-Kernnetz kleiner als der in Abbildung 4 dargestellte Planungsstand ausfällt. Die Optimierung führt im Ergebnis zum finalen Entwurf des Wasserstoff-Kernnetzes, welches die Fernleitungsnetzbetreiber der BNetzA im Rahmen des gemeinsamen Antrags vorlegen werden.

Abbildung 4: Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernetzes



Hinweis: Der hier dargestellte Planungsstand (12. Juli 2023) entspricht noch nicht dem finalen Entwurf des Wasserstoff-Kernetzes. Die dargestellten Trassenvarianten werden in den Folgeschritten bis zur Antragstellung unter Berücksichtigung der eingehenden Meldungen im Rahmen der „Gelegenheit zur Stellungnahme“ potenzieller Wasserstoffnetzbetreiber bewertet und optimiert.

Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber

Mit diesem Dokument geben die Fernleitungsnetzbetreiber den weiteren potenziellen Wasserstoffnetzbetreibern Gelegenheit zur Meldung von weiteren Leitungsinfrastrukturen. Der potenzielle Wasserstoffnetzbetreiber muss seine grundsätzliche Bereitschaft erklären, die gemeldete Infrastruktur einzubringen.

Die Meldungen dieser Leitungsinfrastrukturen müssen die folgenden technischen Kriterien erfüllen:

- Übermittlung eines vollständig ausgefüllten Formulars zur Infrastrukturmeldung, inkl. einer Übersichtskarte zum Leitungsverlauf,
- Gewährleistung eines transportwirksamen Auslegungsdrucks von mindestens 30 barg im Wasserstoff durch die gemeldete Leitungsinfrastruktur aufgrund eines Übergabedruckes von mindestens 18 barg an Ausspeisekunden,
- die gemeldete Leitungsinfrastruktur soll nach § 28r Abs. 1 Satz 3 EnWG-E vorwiegend der Ermöglichung eines überregionalen Wasserstofftransports dienen und darf nicht nur für den Anschluss einzelner Netzanschlusspunkte geeignet sein,
- Gewährleistung der Integrität und Qualitätssicherung der gemeldeten Leitungsinfrastruktur für den Wasserstofftransport.

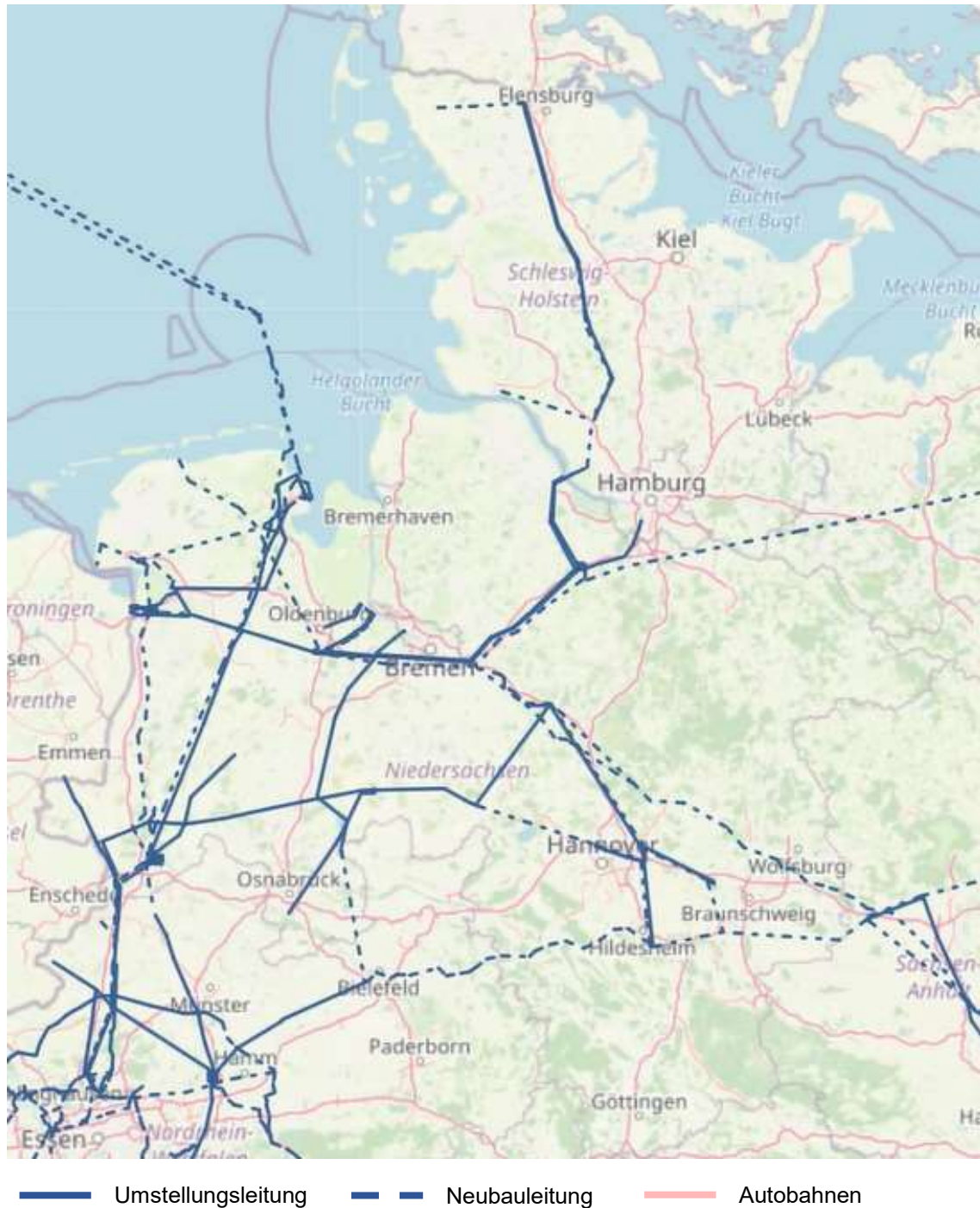
Die Fernleitungsnetzbetreiber bitten um die Übermittlung von entsprechenden Leitungsmeldungen über das zur Verfügung gestellte Formular bis spätestens zum 28. Juli 2023 an info@fnb-gas.de. Meldungen, die nach diesem Stichtag eingehen, können nicht mehr berücksichtigt werden.

Für die Meldungen haben die Fernleitungsnetzbetreiber ein entsprechendes Formular auf der Webseite des FNB Gas (www.fnb-gas.de) zur Verfügung gestellt. Dieses soll weiteren potenziellen Wasserstoffnetzbetreibern die Meldung von Infrastrukturen erleichtern, die zur Erfüllung der im Gesetz verankerten Zielsetzungen beitragen können sowie den Kriterien für das Szenario zum Wasserstoff-Kernnetz entsprechen. Im Anschluss werden die gemeldeten Leitungsinfrastrukturen auf ihre Verwendung bei der Planung des Wasserstoff-Kernnetzes durch die Fernleitungsnetzbetreiber geprüft und im Rahmen der finalen Modellierung berücksichtigt, sofern sie die gesetzlichen und technischen Voraussetzungen für eine Integration in das Wasserstoff-Kernnetz erfüllen und die Infrastruktur für die Transportanforderungen erforderlich ist.

Das Planungsstanddokument dient explizit nicht der Konsultation des Szenarios sowie der Kriterien für das Wasserstoff-Kernnetz.

Die folgenden Abbildungen zeigen regionale Ausschnitte des aktuellen Planungsstands der Modellierung, um Leitungsverläufe besser zuordnen zu können.

Abbildung 5: Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernetzes in der Region Nordwest



Hinweis: Der hier dargestellte Planungsstand (12. Juli 2023) entspricht noch nicht dem finalen Entwurf des Wasserstoff-Kernetzes. Die dargestellten Trassenvarianten werden in den Folgeschritten bis zur Antragstellung unter Berücksichtigung der eingehenden Meldungen im Rahmen der „Gelegenheit zur Stellungnahme“ potenzieller Wasserstoffnetzbetreiber bewertet und optimiert.

Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber, Umsetzung mit NEPLAN®

Abbildung 6: Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernetzes in der Region Nordost



— Umstellungsleitung - - - Neubauleitung — Autobahnen

Hinweis: Der hier dargestellte Planungsstand (12. Juli 2023) entspricht noch nicht dem finalen Entwurf des Wasserstoff-Kernetzes. Die dargestellten Trassenvarianten werden in den Folgeschritten bis zur Antragstellung unter Berücksichtigung der eingehenden Meldungen im Rahmen der „Gelegenheit zur Stellungnahme“ potenzieller Wasserstoffnetzbetreiber bewertet und optimiert.

Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber, Umsetzung mit NEPLAN®

Abbildung 7: Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernetzes in der Region Mitte West



— Umstellungsleitung
 - - - Neubauleitung
 — Autobahnen

Hinweis: Der hier dargestellte Planungsstand (12. Juli 2023) entspricht noch nicht dem finalen Entwurf des Wasserstoff-Kernetzes. Die dargestellten Trassenvarianten werden in den Folgeschritten bis zur Antragstellung unter Berücksichtigung der eingehenden Meldungen im Rahmen der „Gelegenheit zur Stellungnahme“ potenzieller Wasserstoffnetzbetreiber bewertet und optimiert.

Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber, Umsetzung mit NEPLAN®

Abbildung 8: Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernetzes in der Region Mitte Ost



— Umstellungsleitung - - - Neubauleitung — Autobahnen

Hinweis: Der hier dargestellte Planungsstand (12. Juli 2023) entspricht noch nicht dem finalen Entwurf des Wasserstoff-Kernetzes. Die dargestellten Trassenvarianten werden in den Folgeschritten bis zur Antragstellung unter Berücksichtigung der eingehenden Meldungen im Rahmen der „Gelegenheit zur Stellungnahme“ potenzieller Wasserstoffnetzbetreiber bewertet und optimiert.

Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber, Umsetzung mit NEPLAN®

Abbildung 9: Aktueller Planungsstand des Wasserstoff-Kernetzes in der Region Süd



— Umstellungsleitung - - - Neubauleitung — Autobahnen

Hinweis: Der hier dargestellte Planungsstand (12. Juli 2023) entspricht noch nicht dem finalen Entwurf des Wasserstoff-Kernetzes. Die dargestellten Trassenvarianten werden in den Folgeschritten bis zur Antragstellung unter Berücksichtigung der eingehenden Meldungen im Rahmen der „Gelegenheit zur Stellungnahme“ potenzieller Wasserstoffnetzbetreiber bewertet und optimiert.

Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber, Umsetzung mit NEPLAN®

Anlagen

Anlage 1: Formular für die Meldung von Leitungsnetzinfrastrukturen im Rahmen der Gelegenheit zur Stellungnahme

Die Fernleitungsnetzbetreiber stellen im Rahmen der Gelegenheit zur Stellungnahme den Betreibern von Gasverteilernetzen, den Betreibern von Wasserstoffnetzen und den Betreibern von sonstigen Rohrleitungen ein Formular für die Meldung von Leitungsinfrastrukturen zur Verfügung. Für die Berücksichtigung einer Meldung sind die in Kapitel 4 genannten Voraussetzungen zu erfüllen.

Die Fernleitungsnetzbetreiber bitten um die Übermittlung von entsprechenden Leitungsmeldungen über das zur Verfügung gestellte Formular bis spätestens zum 28. Juli 2023 an info@fnb-gas.de.

Glossar

Abs.	Absatz
bar(g)	Druck bezogen auf Normalnull
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BKAmt	Bundeskanzleramt
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BNetzA	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
CEF	Connecting Europe Facility
CO ₂	Kohlendioxid
el	elektrisch
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EnWG-E	Entwurf Energiewirtschaftsgesetz
EU	Europäische Kommission
FNB	Fernleitungsnetzbetreiber
FNB Gas	Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V.
GDRM	Gasdruckregel- und Messanlagen
GÜP	Grenzübergangspunkt
GW	Gigawatt
IPCEI	Important Project of Common European Interest
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MW	Megawatt
NEPLAN®	PSI Neplan AG
NWS	Nationale Wasserstoffstrategie
PCI	Projects of Common Interest/ Vorhaben von gemeinsamem Interesse
PMI	Projects of Mutual Interest/ Vorhaben von gegenseitigem Interesse
th	thermisch
TWh	Terawattstunde
VNB	Verteilernetzbetreiber
WEB	Wasserstoff Erzeugung und Bedarf

Literatur

[FNB Gas, 2023]

Entwurf des Netzentwicklungsplans Gas 2022-2032,
Ergebnisse der Marktabfrage WEB, Anlage 2 download
unter (Download am 19.06.2023):

https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2023/03/2023_03_31_NEP-2022_Anlage-2_Projektmeldungen-WEB-1.xlsx