

# Policy Brief – Eisen zu Wasserstoff

## Einführung/Hintergrund

Deutschland macht große Fortschritte bei der Dekarbonisierung des Stromsystems; im ersten Halbjahr 2024 war der Anteil Erneuerbarer Energie am Bruttostromverbrauch 57%. Bis 2030 soll der Anteil Erneuerbarer Energie auf mindestens 80% steigen, bis 2035 auf 100%. Ein klimaneutrales Stromsystem, das überwiegend auf kostengünstigen, aber wetterabhängigen Energieträgern wie Wind- und Sonnenkraft beruht, benötigt **flexible Backup-Kapazitäten**, die mit speicherbaren CO<sub>2</sub>-freien Energieträgern Elektrizität erzeugen können. Dies wird im geplanten **Kraftwerkssicherheitsgesetz** (KWSG) adressiert, welches den Bau bzw. die Umrüstung von 7 GW H<sub>2</sub>-ready Gaskraftwerken vorsieht, die langfristig mit grünem Wasserstoff betrieben werden sollen, sowie 500 MW sog. Sprinterkraftwerken, die ausschließlich grünen Wasserstoff nutzen.

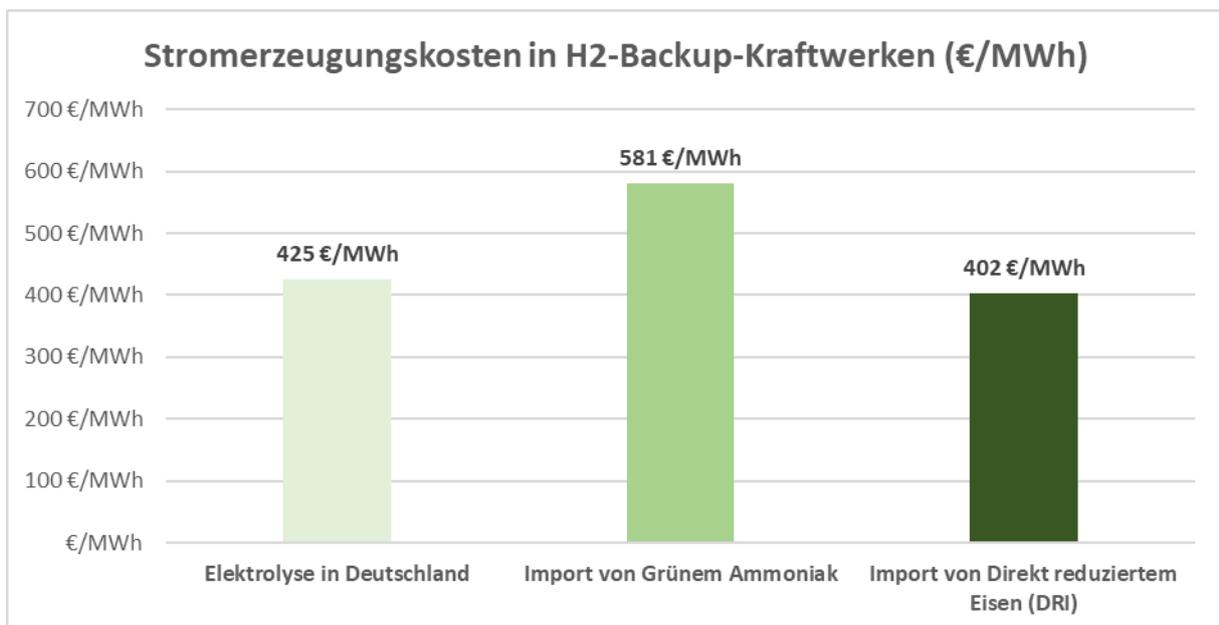
Für die Bereitstellung des Wasserstoffs gibt es mehrere technologische Optionen. Die meistdiskutierte Variante ist die lokale Erzeugung von Wasserstoff in Deutschland mithilfe von Strom aus Offshore-Windenergie. Diese Variante wird jedoch nicht ausreichen, um den gesamten Wasserstoffbedarf Deutschlands (vor allem für Industrie und Backup-Kraftwerke) zu decken. Die Wasserstoffstrategie der Bundesregierung sieht daher einen **Importanteil von 50-70% in 2030** vor. Eine weitere Variante ist der Import Grünen Ammoniaks aus anderen Weltregionen, welches in Deutschland in einem sog. Cracker aufgespalten wird. In beiden Fällen würde anschließend der Wasserstoff durch das H<sub>2</sub>-Kernnetz zum Kraftwerk transportiert. Eine dritte Option zur H<sub>2</sub>-Bereitstellung besteht darin, direkt reduziertes Eisen (DRI) zu importieren und per Schiff/Zug zu Kraftwerken zu liefern. **DRI kann große Energiemengen speichern und benötigt nur sehr wenig zusätzliche Energie, um die gespeicherte Energie freizusetzen.** Wenn es in einem chemischen Verfahren mit Wasser, Hitze, und einem Katalysten zusammengeführt wird, reagiert das DRI zu Eisenoxid (Rost) und setzt dabei Wasserstoff frei. Dieser kann anschließend zur Stromerzeugung in einem Kraftwerk genutzt werden. Die Stiftung Klimaneutralität hat das renommierte Beratungs- und Zertifizierungsunternehmen DNV beauftragt, die drei beschriebenen Pfade der Wasserstoffbereitstellung zur Nutzung in deutschen Kraftwerken hinsichtlich der Kosten sowie der technologischen Reife zu untersuchen.

## Kernergebnisse

- 1. Ein klimaneutrales Stromsystem, das überwiegend auf kostengünstigen, aber wetterabhängigen Energieträgern wie Wind- und Sonnenkraft beruht, benötigt für wenige Stunden im Jahr flexible Backup-Kapazitäten, die mit speicherbaren CO<sub>2</sub>-freien Energieträgern Elektrizität erzeugen können.** Diese müssen eine sogenannte Dunkelflaute mit wenig Sonneneinstrahlung und Windstille überbrücken können. Dafür gibt es mehr technologische Lösungen als bisher allgemein bekannt. Das Kraftwerkssicherheitsgesetz sollte dies in seiner Ausgestaltung berücksichtigen.
- 2. Grünes Eisen ist ein Energiespeicher, der relativ einfach und kostengünstig gelagert werden kann, und mit dem am Kraftwerksstandort bedarfsgerecht große Mengen klimaneutralen Wasserstoffs erzeugt werden können.** Eine erste Anlage zur Direktreduktion von Eisenerz mit Hilfe von Wasserstoff, der mit sehr günstigem Strom aus Photovoltaik-Anlagen erzeugt wird, entsteht derzeit in Namibia und wird Ende 2024 die Produktion aufnehmen. Importiertes grünes Eisen kann nicht nur zur Stahlproduktion, sondern auch zur Elektrizitätserzeugung genutzt werden.
- 3. Ein detaillierter Vergleich durch das norwegische Beratungsunternehmen DNV im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität zeigt, dass Backup-Kraftwerke, die mit Wasserstoff auf der Basis von importiertem grünem Eisen Strom produzieren (I2H –**

**Iron to Hydrogen), dies voraussichtlich kostengünstiger können als Kraftwerke, die mit grünem Wasserstoff aus einem deutschen oder europäischen Pipelinenetz arbeiten.** Sehr viel teurer als die beiden erstgenannten Varianten wäre eine Verstromung von Wasserstoff aus gecracktem grünem Ammoniak.

- 4. Auch mit Blick auf Ausbaugeschwindigkeit und Versorgungssicherheit scheint es ratsam, das Iron-to-Power Verfahren zur Versorgung von Backup-Kraftwerken mit grünem Wasserstoff zu berücksichtigen.** Bei den aktuell im Rahmen der Kraftwerksstrategie vorgesehenen Verfahren zur Vorhaltung und Bereitstellung von Wasserstoff ist mit physischen Ausbaugrenzen zu rechnen, etwa in der Verfügbarkeit natürlicher Kavernen zur Zwischenspeicherung. In der Bereitstellung über das Ammoniak-Cracking Verfahren etwa stellen die Anzahl notwendiger Cracker sowie sichere Transportinfrastruktur eine Wachstumsgrenze dar.
- 5. Die Schlüsselkomponenten „Erzeugung, Transport und Lagerung“ der drei untersuchten Varianten zur Bereitstellung von Backup-Kapazitäten haben jeweils unterschiedliche Grade von Technologiereife.** Erst ein realer Betrieb wird zeigen, welche Technologien sich in welchem Umfang durchsetzen. Dabei wird neben den Kosten auch die tatsächliche Verfügbarkeit von Pipeline-Wasserstoff und grünem Eisen eine Rolle spielen; auch Kriterien wie Resilienz sind zu beachten.



## Fazit

Die Eisen-Wasserstoff-Technologie (Iron-to-Hydrogen) ist eine vielversprechende Methode, um grünen Wasserstoff in Deutschland bedarfsgerecht bereitzustellen. Sie ist die günstigste der verglichenen Methoden und kann zudem am einfachsten langfristig gelagert werden. **Daher sollte Iron-to-Hydrogen im Kraftwerkssicherheitsgesetz berücksichtigt werden.** Darüber hinaus kann Iron-to-Hydrogen eine passende Ergänzung zum Wasserstoff-Kernnetz darstellen, da es dezentrale H<sub>2</sub>-Bereitstellung in Orten ermöglicht, die keinen Anschluss erhalten werden. Im Vergleich dazu ist Ammoniak höchstwahrscheinlich auf das zentrale Cracken an den Einfuhrhäfen beschränkt, da Ammoniak-Cracker weniger flexibel nutzbar sind und zudem ein strengeres Sicherheitsprotokoll bei Transport und Lagerung von Ammoniak erforderlich ist.