



POSITIONSPAPIER

KLIMANEUTRALER WASSERSTOFF FÜR DIE OÖ INDUSTRIE



VORWORT

Klimaneutral erzeugtes Gas – und hier vor allem Wasserstoff – wird ein zentraler Energieträger für die industrielle Produktion der Zukunft sein.

Viele industrielle Prozesse lassen sich nicht elektrifizieren – entweder, weil das Gas als chemischer Reaktionspartner notwendig ist, oder weil hohe Prozesstemperaturen erreicht werden müssen. 72 Prozent jener OÖ Industriebetriebe, die auch heute Gas in signifikantem Umfang verbrauchen, geben an, dass sie auch in Zukunft auf klimaneutrales Gas angewiesen sind. Ohne eine verlässliche und leistbare Versorgung mit klimaneutralem Wasserstoff droht vielen Industriebetrieben das Aus.

Österreich braucht daher einen klaren Masterplan, der die abstrakte Wasserstoffstrategie in konkrete Projekte mit definierten Milestones überleitet.

Klimaneutraler Wasserstoff wird ein knappes Gut sein und der Bedarf die nationale Produktionskapazität weit überschreiten. Es braucht ein Netzwerk aus verlässlichen Importpartnern und die entsprechende Infrastruktur für Transport und Speicherung.

Die Umstellung industrieller Prozesse auf Wasserstoff ist technisch herausfordernd und kostenintensiv. Die Industrie muss bei dieser Transformation finanziell unterstützt werden. Schließlich muss neben Wasserstoff auch grünes Gas – etwa aus landwirtschaftlichen Quellen – eine wichtige Rolle spielen.

Das vorliegende Positionspapier stellt die Bedeutung von klimaneutralem Wasserstoff für die oberösterreichische Industrie dar und fasst die Forderungen nach mehr Planungssicherheit durch eine erhöhte Transparenz der nationalen Wasserstoffstrategie sowie nach einem raschen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft zusammen.



Erich Frommwald,
Obmann sparte.industrie
WKO Oberösterreich



Ernst Spitzbart,
Energiesprecher der sparte.industrie
WKO Oberösterreich

Management Summary	4
1. Motivation	5
2. Definition von klimaneutralem Wasserstoff	5
3. Einsatz von klimaneutralem Wasserstoff	6
3.1	
Bedarfsprognose.....	6
3.2 Energiesystem.....	6
3.3 Industrielle Prozesse	6
3.4 Basis für weitere Syntheseprodukte	6
3.5 Mobilität.....	7
4. Erzeugung von klimaneutralem Wasserstoff	7
4.1 Herstellung aus Erdgas	7
4.2 Herstellung mittels Elektrolyse	7
4.3 Erzeugungspotentiale	7
4.4 Importmöglichkeit	8
5. Infrastruktur	8
5.1 Nationale und regionale Wasserstoff-Netze	8
5.2 (Strategische) Wasserstoffspeicher	9
6. Einsatzmöglichkeiten in der Industrie	10
6.1 Wasserstoff (und seine Alternativen)	10
6.2 Wasserstofftechnologie als Exportchance	11
7. Betriebswirtschaftliche Bewertung	11
7.1 Regulatorische Rahmenbedingungen.....	11
7.2 Investitionsförderungen.....	12
7.3 Betriebskosten.....	12
7.4 Harmonisierte Standards.....	12
8. Forderungen der sparte.industrie der WKÖ	12
8.1 Technologieoffenheit.....	12
8.2 Infrastruktur für Wasserstoff und Biomethan	13
8.3 Regulatorik	13
8.4 Förderungen und Finanzierung.....	14
8.5 CO ₂ -Abscheidung und Verwendung.....	14
8.6 Internationale Kooperationen.....	14
8.7 Nationale Resilienz & strategische Reserven	14
9. Vernetzung mit Stakeholdern	15
9.1 Oberösterreich	15
9.2 Österreich	15
10. Danksagung	15
11. Literaturverzeichnis	16

» MANAGEMENT SUMMARY

- Klimaneutral erzeugtes Gas, hier vor allem Wasserstoff, wird ein zentraler Energieträger für die industrielle Produktion der Zukunft sein. Viele industrielle Prozesse lassen sich nicht elektrifizieren, weil das Gas als chemischer Reaktionspartner notwendig ist, oder hohe Prozesstemperaturen erreicht werden müssen.
- Österreich braucht einen klaren Masterplan, der die abstrakte Wasserstoffstrategie in konkrete Projekte mit definierten Meilensteinen überleitet.
- Technologieverbote, wie sie in der österreichischen Wasserstoffstrategie skizziert werden, lehnt die sparte.industrie der WKO Oberösterreich entschieden ab.
- Auf EU-Ebene soll die Möglichkeit transnationaler Wasserstoffnetze sowie die Energieimportdiversifizierung durch einen internationalen Wasserstoffmarkt realisiert werden. Damit einhergehend soll der Einsatz von transparenten Herkunftszertifikaten sowie Nachhaltigkeitsnachweisen etabliert werden.
- Auch bei einem gezielten und effizienten Einsatz von Wasserstoff werden mittel- und langfristig erhebliche Importe von klimaneutralem Wasserstoff notwendig sein. Die Einbettung Österreichs in EU-weite Energiemärkte und Infrastrukturen muss aktiv vorangetrieben werden.
- Die Einspeisung von Wasserstoff ins Erdgasnetz, auch zum Zweck einer Pufferung von Überschussmengen, muss möglich und attraktiv sein. Hierbei sind vor allem Förderungen, Netzbefreiung, etc. attraktiv zu gestalten.
- Die Umstellung industrieller Prozesse auf Wasserstoff ist technisch herausfordernd und kostenintensiv. Die Industrie muss bei dieser Transformation finanziell unterstützt werden. Um schon frühzeitig wettbewerbsfähige Rahmenbedingungen zu ermöglichen, wird in Zukunft die Weiterentwicklung und Umsetzung neuer Instrumente zur Betriebskostenunterstützung, eine zentrale Rolle spielen.
- Nur ein frühzeitiger und entschlossener Einstieg in die Technologieentwicklung von wasserstoffbasierten Prozessen erlaubt es, Wettbewerbsvorteile und Exportchancen und damit positive Effekte für die Industrie zu nutzen.

1. MOTIVATION

Im globalen Bestreben, den Klimawandel einzugrenzen, muss der Anteil der fossilen Energieträger in globalen Energiesystemen auf ein absolut notwendiges Minimum reduziert werden. Anstelle von fossilen Energieträgern muss deshalb eine nachhaltige Energiekreislaufwirtschaft installiert werden. Für viele Einsatzbereiche wird klimaneutraler Wasserstoff in erheblichem Umfang eine zentrale Rolle spielen.

Hinzu kommt in einigen Sektoren der Bedarf an großen Mengen von Kohlenwasserstoffen wie Grünes Gas oder E-Fuels. Diese kohlenstoffbasierten, aber erneuerbaren Energieträger werden beispielsweise aus Biomasse oder über klimaneutralen Wasserstoff und Kohlenstoff(dioxid) produziert. Insofern ist der Begriff „Dekarbonisierung“ vielfach irreführend, da Energiesysteme nicht zwingend „dekarbonisiert“ werden, sondern schlicht dem Anspruch der Klimaneutralität genügen müssen.

Klimaneutraler Wasserstoff wird für viele Unternehmen der OÖ Industrie ein entscheidender Baustein für die Umstellung ihrer Produktionsprozesse sein.

Wasserstoff ist dabei Energieträger und Rohstoff zugleich. Mit der Entwicklung und der Vermarktung von Technologien zur Wasserstoffnutzung und -herstellung kann Österreich als Technologiestandort und Exportnation seine Klimaziele erreichen und sich als führender Technologieanbieter positionieren.

Die österreichische Wasserstoffstrategie skizziert erstmals Import, Verteilung und Verwendung von Wasserstoff – bleibt aber hinsichtlich der konkreten Umsetzung vage. Gleichzeitig benötigt die oberösterreichische Industrie dringend Planungssicherheit, um die erforderlichen Investitionsentscheidungen zu treffen und die Weichen für den Einsatz von Wasserstoff zu stellen.

Die sparte.industrie der Wirtschaftskammer Oberösterreich hat daher die Versorgung mit „klimaneutralem Wasserstoff“ in den Fokus ihrer Arbeit im Themenbereich „Energie & Klima“ gerückt. Gemeinsam mit interessierten und betroffenen Industriebetrieben wird das Thema umfassend beleuchtet und die erforderlichen Maßnahmen abgeleitet. Das vorliegende Positionspapier soll den Status dieser Aktivitäten abbilden.

2. DEFINITION VON KLIMANEUTRALEM WASSERSTOFF

Gemäß der Wasserstoffstrategie für Österreich umfasst klimaneutraler Wasserstoff jenen Wasserstoff, der aus erneuerbaren Energieträgern hergestellt wird. Dieser wird in Herstellungsverfahren auf Basis von erneuerbarem Strom oder Biomasse nachhaltigen Ursprungs produziert. Zudem schließt klimaneutraler Wasserstoff auch Wasserstoff mit ein, der aus Erdgas mittels vollständiger CO₂-Abscheidung („blauer Wasserstoff“) oder mittels Pyrolyse („türkiser Wasserstoff“) erzeugt wird. „Pinker Wasserstoff“ aus Nuklearenergie sowie jener „blaue Wasserstoff“, bei dem die CO₂-Abscheidung mittels Nuklearenergie erfolgt, gelten als nicht nachhaltig und werden daher in Österreich nicht als „klimaneutraler Wasserstoff“ gewertet⁽¹⁾.

3. EINSATZ VON KLIMANEUTRALEM WASSERSTOFF

3.1 BEDARFSPROGNOSE

In **Deutschland** wird schon 2030 mit einer Nachfrage nach klimaneutralem Wasserstoff in Höhe von 4-20 TWh pro Jahr gerechnet. Bis 2050 soll der Bedarf 250-800 TWh erreichen^[2].

Österreich hat heute einen Verbrauch von 4 TWh (140.000 Tonnen) - fast ausschließlich aus fossilen Quellen. Bis 2030 will Österreich 80 Prozent des Verbrauchs von fossil erzeugtem Wasserstoff durch klimaneutralen Wasserstoff ersetzen^[1]. Der Bedarf an gasförmigen Energieträgern (Methan und Wasserstoff zusammen) in Österreich liegt 2040 zwischen 89 TWh und 138 TWh. Etwa 20 TWh davon können national als erneuerbares Gas aus biogenen Reststoffen (Biomethan) gewonnen werden. Der erwartbare jährliche Bedarf an Wasserstoff liegt bei bis zu 70 TWh. Die österreichische Wasserstoffstrategie sieht vor, dass Wasserstoff besonders in jenen Bereichen eingesetzt werden soll, die einen hohen Bedarf an thermischer Energie aufweisen, sowie in Anwendungen, bei denen die Möglichkeiten der Elektrifizierung begrenzt sind^[1]. Diese Priorisierung wird in den folgenden Abschnitten diskutiert.

3.2 ENERGIESYSTEM

Da die aus Sonne und Wind erzeugte Energiemenge starken Schwankungen unterliegt, werden nachhaltige Energiespeichersysteme benötigt, die trotz volatiler Erzeugungsniveaus eine kontinuierliche Stromversorgung garantieren. Die Spaltung von Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff durch erneuerbaren Strom (Elektrolyse) stellt eine Möglichkeit dar, klimaneutralen Wasserstoff weitestgehend CO₂-frei zu produzieren und diesen als langfristigen Energiespeicher zu nutzen. Wasserstoff dient dazu, Schwankungen im Energienetz auszugleichen. Klimaneutraler Wasserstoff ermöglicht damit die Sektorkopplung zwischen Gas- und Stromversorgung. Ein erstes Pilotprojekt, das die Produktion, geologische Speicherung und Nutzung von klimaneutralem Wasserstoff abbildet, ist das im April 2023 im Bezirk Vöcklabruck in Betrieb genommene Underground Sun Storage der RAG Austria^[3].

Neben der Energiewirtschaft sind Gasturbinen auch bei zahlreichen heimischen Industriebetrieben im Einsatz. Die Nutzung von klimaneutralem Wasserstoff in Gasturbinen stellt für die bisher im Einsatz befindliche Technologie eine Herausforderung dar. Aufgrund des großen Unterschieds der physikalischen Eigenschaften von Wasserstoff im Vergleich zu anderen Brennstoffen wie Erdgas können bereits etablierte Dry Low Emission (DLE) Gasturbinenverbrennungssysteme nicht unmittelbar für die (reine) Wasserstoffverbrennung eingesetzt werden.

3.3 INDUSTRIELLE PROZESSE

In der Industrie werden die stoffliche Nutzung (in der chemischen Industrie) und die Nutzung als Reaktionsmittel (in der Stahlindustrie bzw. auch in der chemischen Industrie) in der österreichischen Wasserstoffstrategie als prioritär eingestuft. Hochtemperaturprozesse (thermische Verwertung) werden als eingeschränkt prioritär eingestuft. Niedertemperaturprozesse werden als ineffizient klassifiziert^[1].

3.4 BASIS FÜR WEITERE SYNTHESPRODUKTE

Die Herstellung von **Ammoniak** (NH₃) erfolgt aus Wasserstoff und Stickstoff mittels Haber-Bosch-Verfahren. Ammoniak stellt ein wichtiges Zwischenprodukt in der Düngemittelproduktion und in der Herstellung von Polyamiden dar. Zusätzlich wird Ammoniak durch seine vergleichsweise einfache Transport- und Speicherfähigkeit als Energieträger der Zukunft gesehen. **Methanol** (CH₄O) ist eine der wichtigsten und am häufigsten hergestellten Chemikalien. Für die Synthese werden

Wasserstoff und Kohlendioxid benötigt. Unter anderem kann Methanol auch in der Produktion von E-Fuels eingesetzt werden.

Für die Synthese von Ammoniak und Methanol wird bis 2030 global mit einem um 30 Prozent gesteigerten Bedarf an Wasserstoff gerechnet ^[4].

3.5 MOBILITÄT

Beim Einsatz von klimaneutralem Wasserstoff in der Mobilität wird der Flugverkehr und der Schiffsverkehr als prioritär eingestuft. Fernverkehr-LKW und Reisebusse erachtet die österreichische Wasserstoffstrategie als eingeschränkt prioritär. Für Verteiler-LKW und PKW ist keine Nutzung von klimaneutralem Wasserstoff vorgesehen.

4. ERZEUGUNG VON KLIMANEUTRALEM WASSERSTOFF

4.1 HERSTELLUNG AUS ERDGAS

Wasserstoff wird heute zu 95 Prozent aus Erdgas hergestellt, also nicht regenerativ. Man nennt diesen Wasserstoff „grauen“ Wasserstoff^[3]. Als Übergangstechnologien sind sogenannter „blauer“ und „türkiser“ Wasserstoff im Gespräch. Ersterer ist grauer Wasserstoff, dessen CO₂ abgeschieden und gespeichert wird (Carbon Capture and Storage CCS). Die Herstellung von »türkischem« H₂ erfolgt aus Methan und der Abscheidung festen Kohlenstoffs anstelle von gasförmigem CO₂.

4.2 HERSTELLUNG MITTELS ELEKTROLYSE

Elektrolyseure für Wasserstoff werden großmaßstäblich ihren Einsatz in jenen Regionen der Welt finden, in denen die Stromgestehungskosten durch Photovoltaik oder Windkraft unter etwa 3 Cent/kWh liegen. Dies ist vor allem dort der Fall, wo die Anzahl der Volllaststunden solcher Anlagenparks über 4.000 h/Jahr beträgt. In der Wasserstoff-Erzeugung ist Elektrolyse die zentrale Technologie. Hier wird eine Kostensenkung auf unter 500 EUR/kW (für den Elektrolyseur) durch F&E, Skaleneffekte und Automatisierung in der Produktion erwartet^[2]. Die Gesamtprojektkosten für Netzanschluss, Speicher, etc. können erheblich höher liegen.

4.3 ERZEUGUNGSPOTENTIALE

Österreich hat sich in der Wasserstoffstrategie zum Ziel gesetzt, bis 2030 eine Elektrolysekapazität von 1 GW aufzubauen. Unter Annahme eines Betriebs von rund 5.000 Volllaststunden im Jahr könne mit dieser Elektrolyseleistung weitgehend der aktuelle industrielle Bedarf an Wasserstoff in Österreich gedeckt werden^[1]. Für die Erzeugung der in der Industrie im Jahr 2040 benötigten Menge von 60 TWh ist eine Elektrolyseleistung von 20 GW und ca. 100 TWh an erneuerbarem Strom notwendig. Diesen Zahlen liegt ein Wirkungsgrad der Elektrolyse von 60 Prozent sowie eine Elektrolyse mit 5.000 Volllaststunden pro Jahr zugrunde ^[6]. Aus dieser Betrachtung folgt, dass Österreich auch langfristig klimaneutralen Wasserstoff in erheblichen Mengen importieren muss.

Für **Deutschland** wird von einem Ausbau der installierten Kapazität der Elektrolyse-Leistung von 50 bis 80 GW bis zum Jahr 2050 ausgegangen. Damit dieser Hochlauf gelingt, müssen bereits jetzt Elektrolyseure im zweistelligen Megawatt-Bereich errichtet und bis Ende der 2020er-Jahre Zuwachsraten von etwa 1 GW pro Jahr erreicht werden^[2].

Die **Europäische Union** will bis 2024 die Errichtung von Elektrolyseuren für erneuerbaren Wasserstoff mit einer Leistung von mindestens 6 GW anstoßen, und damit die Erzeugung von bis zu einer Million Tonnen (ca. 33 TWh) an erneuerbarem Wasserstoff unterstützen. Bis 2030 soll in der EU eine Elektrolysekapazität von 40 GW installiert sein^[4].

Global wird mit einer installierten Elektrolyse-Kapazität von 3.000 GW im Jahr 2050 gerechnet^[3].

4.4 IMPORTMÖGLICHKEIT

Auf globaler Ebene muss das Erzeugungsangebot von klimaneutralem Wasserstoff in den hierfür bevorzugten Regionen mit dem Bedarf an Energieträgern, Kraftstoffen und Basischemikalien in den Industrieregionen in Einklang gebracht werden. Wasserstoff kann in flüssiger Form – so wie Liquefied Natural Gas (LNG) – transportiert werden, sowie in chemisch gebundener Form (z.B. Ammoniak, Methanol, ...). Viele Regionen bereiten sich auf diese Form des Handels mit nachhaltig erzeugten Energieträgern vor, was für Österreich neue Partnerschaften und Lieferantenbeziehungen abseits der bisherigen fossilen Energiepartnerschaften eröffnet. Zur Realisierung derartiger Handelsrouten kommt den internationalen Häfen und den küstennahen Industrieregionen eine große Bedeutung zu. Da Österreich keinen unmittelbaren Zugang auf diese Infrastrukturen hat, ist eine weitsichtige und strategische Planung künftiger Energiepartnerschaften besonders essenziell und zeitkritisch.

Das Klimaschutzministerium (BMK) sieht für Österreich im Zeitraum 2030 bis 2040 klare Kostenvorteile für den leitungsgebundenen Wasserstofftransport gegenüber Schiffstransporten. Kurz- bis mittelfristig sei ein Import vor allem über den „Südkorridor“ interessant, also vorwiegend aus dem nordafrikanischen Raum über Italien nach Österreich. Schiffstransporte sollen sich demnach vorwiegend auf Syntheseprodukte von Wasserstoff (z.B. Ammoniak) beschränken^[8].

5. INFRASTRUKTUR

Auch wenn Wasserstoff im erforderlichen Gigawatt-Maßstab erst in etwa fünf bis zehn Jahren relevant wird, müssen bereits jetzt die Weichen für die Infrastruktur gestellt werden. Erst die Generierung von Vorreitermärkten ebnet den Weg für das notwendige Wachstum entlang der Wertschöpfungsketten. Eine erfolgreiche Marktdurchdringung im globalen Handel mit erneuerbaren Energien erfordert die Etablierung eines funktionierenden Marktes für klimaneutralen Wasserstoff bis 2030 – Zulieferketten und den Aufbau einer wettbewerbsfähigen Elektrolyse-Industrie eingeschlossen.

5.1 NATIONALE UND REGIONALE WASSERSTOFF-NETZE

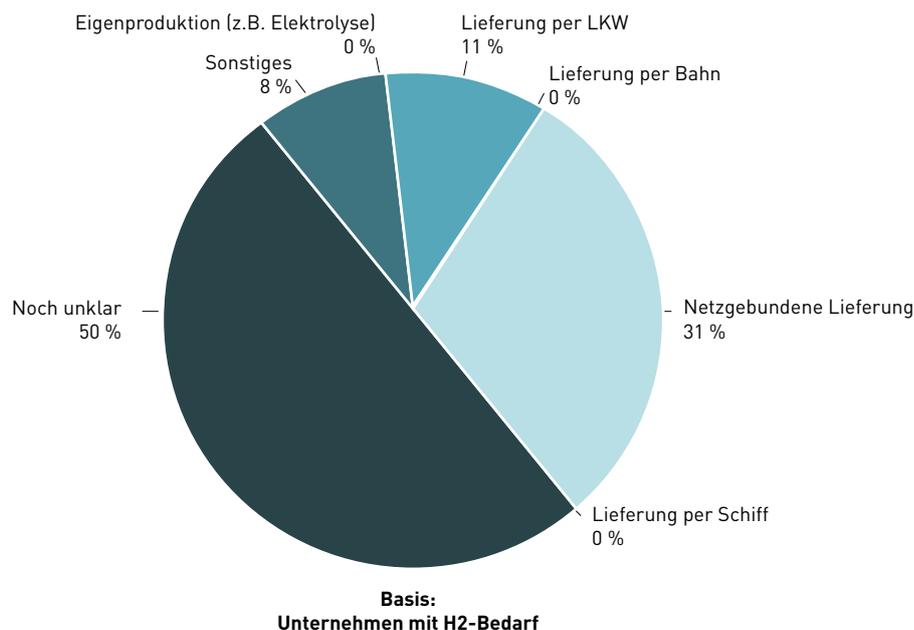
In Österreich soll für den leitungsgebundenen Transport von Wasserstoff primär die derzeit für den Erdgastransport verwendete Gasinfrastruktur durch Umwandlung zu Wasserstoffleitungen genutzt werden. Eine Errichtung neuer Wasserstoffleitungen wird dort geprüft, wo es an entsprechender Infrastruktur mangelt und eine Wasserstoffinfrastruktur für die Dekarbonisierung notwendig ist^[1]. Das Potential für die Umwidmung der vorhandenen Gasinfrastruktur wird im Rahmen einer Roadmap für Wasserstoffinfrastruktur sowie im integrierten österreichischen Netzinfrasturkturplan (NIP) beleuchtet^[8].

Zum **Ausbau des Fernleitungsnetzes für klimaneutralen Wasserstoff** hat die Austrian Gas Grid Management AG (AGGM) ihre „H2Roadmap für Österreich“ vorgelegt. Diese Roadmap sieht bereits 2025 eine neu errichtete Wasserstoffleitung (56 km) zwischen dem Burgenland, Schwechat und der südlichen Wiener Peripherie vor. 2030 sollen bereits mehr als 25 TWh Wasserstoff durch das Netz der AGGM transportiert werden – dies insbesondere durch eine Umstellung bestehender Leitungen der Trans-Austria-Gasleitung (TAG – Arnoldstein bis Baumgarten) und der West-Austria-Gasleitung (WAG – Baumgarten bis Oberkappel). Zu diesem Zeitpunkt soll auch bereits der Raum Linz und die Region mit bestehenden Gasspeichern im Grenzgebiet zwischen Oberösterreich und Salzburg erschlossen sein. 2050 erwartet die AGGM einen Wasserstofftransport von 50 TWh pro Jahr^[9].

Der Zeitpunkt der regionalen Verfügbarkeit von Wasserstoff ist für die Endkunden heute nicht transparent, da die Netzbetreiber entsprechende Pläne mit zeitlicher und regionaler Auflösung noch nicht entwickelt bzw. veröffentlicht haben. Es fällt gerade energieintensiven Industriebetrieben daher sehr schwer, Investitionsentscheidungen vorzubereiten, die für den Umstieg auf klimaneutralen Wasserstoff in den nächsten Jahren getroffen werden müssen. In einer Umfrage der sparte.industrie der WKO Oberösterreich hat etwa die Hälfte jener Betriebe, die künftig auf klimaneutralen Wasserstoff angewiesen sein werden, gemeldet, dass es für sie unklar sei, über welchen Weg die Versorgung mit klimaneutralem Wasserstoff sichergestellt ist.

UMFRAGE:

„Wie wird Ihr Unternehmen den Bedarf an Wasserstoff voraussichtlich mehrheitlich decken?“



5.2 (STRATEGISCHE) WASSERSTOFFSPEICHER

Österreich setzt zur Stabilisierung und Absicherung seiner Energieversorgung heute vorwiegend auf die Speicherung fossiler Energieträger – vornehmlich Erdöl und Erdgas.

Die strategische Ölreserve soll 90 Tage der Ölversorgung sicherstellen. Bei einem Ölverbrauch von ca. 135 TWh im Jahr 2021 entspricht diese Reserve daher etwa 35 TWh. Als strategische Gasreserve liegen 20 TWh in den österreichischen Speichern. Weitere ca. 70 TWh Erdgasspeicher werden in Österreich kommerziell genutzt. Die Speicherkapazität von elektrischem Strom in den heimischen Speicherkraftwerken ist gegenüber diesen Dimensionen vergleichsweise bescheiden: Der Nennenergieinhalt von Großspeichern für die öffentliche Elektrizitätsversorgung in Österreich im Jahr 2021 betrug 3,3 TWh. Als Großkraftwerke gelten hierbei alle Speicherkraftwerke, die direkt an die Netzebenen 1 bis 3 angeschlossen sind oder eine Engpassleistung von zumindest 10 MW haben^[6].

Österreich hat daher eine (fossile) Speicherkapazität für Saisonausgleich und Krisenvorsorge in Höhe von mehr als 125 TWh. Die volumenbezogene Dichte von Wasserstoff ist etwa ein Drittel jener von Erdgas. Selbst wenn die aktuellen Erdgasspeicher zu 100 Prozent auf Wasserstoff umgerüstet werden können, können diese daher bei gleichem Betriebsdruck nur ca. 30 TWh aufnehmen. Um die gleiche Energiemenge mit Wasserstoff speichern zu können, die heute als Gas- oder Erdölspeicher vorhanden ist, wäre daher eine Vervielfachung der Speichervolumina in Österreich erforderlich.

Projekte wie das Underground Sun Storage 2030 der RAG und einiger Partner in Rubensdorf sind daher wichtige Leuchttürme bei der Transformation der fossilen Speicher in Speicher für erneuerbare Energien^[3].

6. EINSATZMÖGLICHKEITEN IN DER INDUSTRIE

6.1 WASSERSTOFF (UND SEINE ALTERNATIVEN)

Das Potential von klimaneutralem Wasserstoff zur Absenkung der Treibhausgasemissionen liegt einerseits in der Substitution von fossilem Wasserstoff in bestehenden Anwendungen, andererseits in neuen Wasserstoffanwendungen durch grundlegende Prozessumstellungen. Eine Umfrage der sparte.industrie der WKO Oberösterreich hat ergeben, dass 32 Prozent der Industriebetriebe in Oberösterreich zur Erreichung der Klimaneutralität auf klimaneutralen Wasserstoff angewiesen sind.

In der **chemischen Industrie** kommt Wasserstoff aktuell in zahlreichen Prozessen zum Teil in großen Mengen zur Anwendung. Der eingesetzte Wasserstoff wird zurzeit nahezu ausschließlich auf fossiler Basis durch die Dampfreformierung von Erdgas produziert und soll sukzessive durch klimaneutralen Wasserstoff ersetzt werden. Die Gasnachfrage in der chemischen Industrie ergibt sich künftig zum größten Teil aus dem Prozessbedarf für die Herstellung des Grundstoffs Ammoniak (bzw. Harnstoff) sowie für die Herstellung von Methanol. Allein für die Ammoniakproduktion wird 2040 mit einem jährlichen stofflichen und energetischen Wasserstoffbedarf von ca. 3 TWh und einem Methanbedarf von ca. 1 TWh gerechnet. Für die Methanolproduktion wird ein Wasserstoffbedarf von rund 25 TWh im Jahr 2040 erwartet⁽¹⁾.

In der **Eisen- und Stahlindustrie** besteht ein signifikantes Potential durch industrielle Prozessumstellungen auf klimaneutralen Wasserstoff eine erhebliche Reduktion der sektoralen Treibhausgasemissionen zu erzielen. Gesamt ergibt sich in diesem Sektor ein gasförmiger Energiebedarf von ca. 26 TWh pro Jahr⁽¹⁾.

In einigen wichtigen **weiteren industriellen Anwendungen** wird auch in Zukunft ein erheblicher Bedarf an gasförmigen Energieträgern bestehen bleiben, welcher aufgrund von Temperaturerfordernissen, Prozessführungen, Strahlungserfordernissen und Qualitätsansprüchen nicht durch Alternativen substituiert werden kann.

Diese Anwendungen sind vornehmlich Industrieöfen für Hochtemperaturprozesse, welche aktuell Erdgas als Energieträger einsetzen. Für einen sukzessiven Ersatz von Erdgas kann in diesem Zusammenhang eine steigende Beimischung von klimaneutralem Wasserstoff, synthetischem Gas oder Biomethan, in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Zu den wichtigsten gasverbrauchenden Sektoren, welche auch in Zukunft einen Gasbedarf aufweisen werden, zählen die Zement-, Feuerfest- und Glasindustrien, für die ein Gasbedarf von rund 4 TWh im Jahr 2040 geschätzt wird. In weiteren Industriesektoren wird darüber hinaus für das Jahr 2040 von einem jährlichen Gasbedarf von rund 5 TWh ausgegangen, welcher durch Wasserstoff gedeckt werden kann.

Die größte Nachfrage stammt hierbei aus dem Sektor der Nicht-Eisen-Metalle, gefolgt von der Papier- und Zellstoffindustrie und der Herstellung von Metallerzeugnissen. Ein wesentlicher Anteil davon (mehr als 1 TWh pro Jahr) wird zudem dem Betrieb von Brennstoffzellen für schwere Arbeitsmaschinen in der Bauindustrie zugeordnet⁽¹⁾.

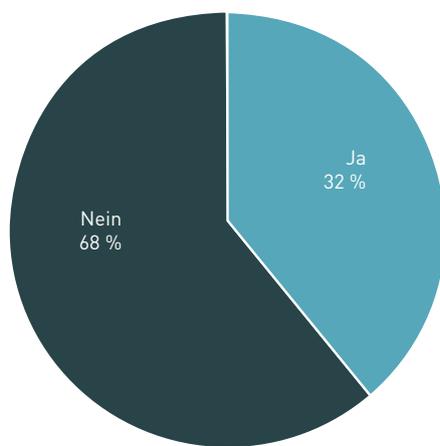
Zahlreiche heimische Industriebetriebe haben Gasturbinen im Einsatz. Die Nutzung von klimaneutralem Wasserstoff in Gasturbinen stellt für diese Betriebe eine Herausforderung dar. Aktuell zeigen einige Studien, dass bei vereinzelt Anwendungen vergleichsweise hohe Wasserstoff-Beimischungen mit Quoten von bis zu 75 % möglich sind. Diese Quote ist stark von der individuellen Turbinentechnologie abhängig. Mit einer Beimischquote von 75 % ist eine Reduktion der CO₂-Emissionen um ca. 50 % möglich. Hintergrund der Diskrepanz zwischen Beimischquote und Absenkung der CO₂-Emission ist der geringere volumenbezogene Brennwert des Wasserstoffs in Vergleich zu Methan. Im Sinne einer hohen Prozessstabilität ist auf die Homogenität der Mischung besonderer Fokus zu legen. Die Verbrennung von reinem Wasserstoff in konventionellen DLE-Brennkammern führt zu signifikant erhöhten NO_x Emissionen und zu deutlich erhöhtem Risiko eines Flammenrückschlags. Somit ist die Entwicklung neuer DLE Wasserstoffverbrennungssysteme zwingend notwendig und unerlässlich. Bis heute sind auf dem Markt allerdings

keine Turbinen für Großkraftwerke verfügbar, die ohne substanzielle Modifikationen im ersten Schritt reines Erdgas und, ab Verfügbarkeit ausreichender Mengen, reinen Wasserstoff verbrennen können.

Weitere Querwirkungen, die im Einzelfall zu prüfen sind, umfassen ...

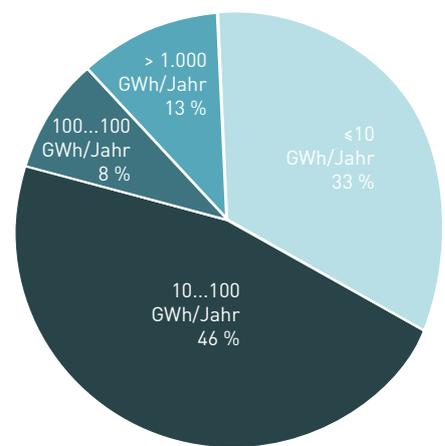
- die Auswirkungen der höheren Verbrennungstemperaturen auf Brenner, Turbinenkomponenten und Abgasnachbehandlung
- höhere Korrosionswirkung, u.a. auch durch Tropfenbildung, Kondensat, etc.
- mögliche Einflüsse auf den Wirkungsgrad und das Verhältnis Strom/Wärme
- Revisionszyklen von Bestandsanlagen

Eine Nutzung von Wasserstoff in den allermeisten industriellen Anwendungen erfordert aufgrund des erheblichen Mengenbedarfs zwingend einen netzgebundenen und stabilen Zugang zu klimaneutralem Wasserstoff.



Basis:
alle antwortenden Unternehmen

Anteil der Industriebetriebe in OÖ, die auf klimaneutralen Wasserstoff angewiesen sind



Basis:
Unternehmen mit H2-Bedarf

Energiebedarf an Wasserstoff pro Jahr und Unternehmen

6.2 WASSERSTOFFTECHNOLOGIE ALS EXPORTCHANCE

Wasserstoffbasierte Prozesse können eine Kerntechnologie der weltweiten Energiewende bilden und stehen somit im Fokus, um die Technologieführerschaft bei der Energiewende weltweit einzunehmen. Einheitliche Standards und Normen für die Erzeugung, Verteilung und Nutzung von klimaneutralem Wasserstoff sind eine maßgebliche Voraussetzung, um als europäisches Unternehmen Wasserstofftechnologien international wettbewerbsfähig anbieten zu können. Die europäische Wasserstoffstrategie schafft die politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen, um Normung, Infrastrukturentwicklung sowie Investitionssicherheit zu gestalten und nachhaltig zu verankern.

Nur ein frühzeitiger Einstieg in die Technologieentwicklung von wasserstoffbasierten Prozessen erlaubt es, Wettbewerbsvorteile und Exportchancen und damit positive Effekte für die Industrie zu nutzen.

7. BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG

7.1 REGULATORISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

Bei einer betriebswirtschaftlichen Bewertung von klimaneutralem Wasserstoff stehen die regulatorischen Rahmenbedingungen im Zentrum. Abgaben, Umlagen und Steuern auf Strom,

Gas und andere Energieträger können den Hochlauf eines funktionierenden Wasserstoffmarkts erheblich beeinflussen. Gerade die hohe Belastung von Strom mit Abgaben und Steuern begrenzt vielfach den Einsatz von erneuerbarem Wasserstoff aus einer betriebswirtschaftlichen Perspektive, obwohl dieser gesamtwirtschaftlich durchaus gewünscht wäre. Ein regulatorisches Zielmodell ist daher jedenfalls so auszugestalten, dass es grundsätzlich technologieoffen ist und ein ökonomisch effizientes Gesamtsystem ermöglicht.

7.2 INVESTITIONSFÖRDERUNGEN

Eine weitere zentrale Rolle spielen Technologieförderungen. Aufgrund eines hohen Infrastruktur- und Investbedarfs ergeben sich erhebliche Markteintrittsbarrieren für klimaneutralen Wasserstoff, was die Verbreitung im Hochlauf deutlich hemmen wird. Es sind daher Technologieförderungen erforderlich, die weitere Innovationen und Kostenreduktionen möglich machen.

7.3 BETRIEBSKOSTEN

Die Versorgung mit klimaneutralem Wasserstoff ist im Vergleich zu fossil erzeugtem Wasserstoff mit einem erhöhten Energieaufwand und mit deutlich höheren Produktionskosten verbunden. Ein wesentlicher Kostenfaktor in der Produktion von klimaneutralem Wasserstoff ist der Strompreis, welcher aufgrund regionaler Unterschiede die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes maßgebend beeinflussen kann. Mit perspektivisch fallenden Gestehungskosten für erneuerbaren Strom sind erst langfristig signifikante Kostenreduktionen zu erwarten. Jedoch stellt kurz- und mittelfristig die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber fossilen Energieträgern eine wesentliche Herausforderung für den Einsatz von klimaneutralem Wasserstoff in der Industrie dar.

7.4 HARMONISIERTE STANDARDS

Um ein internationales Handelssystem von erneuerbaren Energien zu etablieren, müssen international harmonisierte und anerkannte Standards für wasserstoffbasierte Energieträger, Chemikalien und Materialien entwickelt werden. Energiepartnerschaften mit Ländern mit hohen Ausbaupotentialen erneuerbarer Energien schaffen eine langfristig attraktive Investitionsumgebung.

8. FORDERUNGEN DER SPARTE.INDUSTRIE DER WKO

8.1 TECHNOLOGIEOFFENHEIT

Technologieoffenheit hat die größte positive Wirkung auf das Klima – denn nur durch den Wettbewerb von nachhaltigen und klimaneutralen Technologien kann die notwendige starke Innovationskraft entstehen. Verengt Europa sein innovatives Potential, begibt es sich in teils kritische Abhängigkeiten von internationalen Partnern – sei es bei Rohstoffen, Energiespeichern oder Mikrochips. Wird eine Technologieentwicklung abrupt gestoppt, wandern Arbeitsplätze und Wertschöpfung unwiderruflich ins Ausland ab.

Technologieverbote, wie sie in der österreichischen Wasserstoffstrategie skizziert werden, lehnt die sparte.industrie der WKO Oberösterreich daher klar ab. Die Nutzung von klimaneutralem Wasserstoff für alle thermischen Prozesse in der Industrie muss auch in der nationalen Wasserstoffstrategie hohe Priorität haben und darf nicht eingeschränkt werden.

Klimaneutraler Wasserstoff ist auch ein wichtiger Grundstoff für E-Fuels, die vorwiegend im Schiff- und Flugverkehr eingesetzt werden sollen. In diesen - und auch anderen - Anwendungsfällen bietet die Weiternutzung von bestehender Infrastruktur eine kurzfristige Möglichkeit zur Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen. Bei der Priorisierung von Wasserstoff ist daher einerseits die Notwendigkeit zur Bereitstellung von essentiellen Folgeprodukten von der direkten

(also gasförmigen) Nutzung vorwiegend in der Industrie zu unterscheiden. Andererseits ist ebenso das CO₂-Reduktionspotential der jeweiligen Anwendungen vergleichend zu bewerten.

Technologieoffenheit ist auch bei der sogenannten „Rückverstromung“ essentiell. Je nach Anforderung an Startzeit, Effizienz, Kosten etc. kann dabei ein Mix aus Brennstoffzellen, Gasmotoren und Gasturbinen eine sinnvolle Kombination darstellen.

8.2 INFRASTRUKTUR FÜR WASSERSTOFF UND BIOMETHAN

Die Einspeisung von Wasserstoff ins Erdgasnetz, auch zum Zweck einer Pufferung von Überschussmengen, muss möglich und attraktiv sein. Hierbei sind vor allem Förderungen, Netzbe-freiung, etc. attraktiv zu gestalten. Um eine Beimischung von klimaneutralem Wasserstoff in das bestehende Erdgasnetz zu ermöglichen, muss die Befähigung des Erdgasnetzes für Wasserstoff auf allen Ebenen transparent gemacht werden – bis hin zu den Endverbrauchern wie Haushalten und dem dortigen Einsatz in Gasthermen.

Die oberösterreichischen Industriebetriebe brauchen eine Klarheit, wann an welchem Standort klimaneutraler Wasserstoff versorgungssicher zur Verfügung steht – und welche Querwirkung dies auf die Versorgung mit Erdgas / Biomethan hat. Gerade in der Umstellungsphase ist eine Parallelversorgung essentiell, da z.B. die Umstellung aller Produktionslinien und innerbetrieblichen Prozesse zu einem einzigen Zeitpunkt unrealistisch ist.

8.3 REGULATORIK

Auf EU-Ebene soll die Möglichkeit transnationaler Wasserstoffnetze sowie die Energieimportdiversifizierung durch einen internationalen Wasserstoffmarkt realisiert werden. Damit einhergehend soll der Einsatz von transparenten und sicheren Herkunftszertifikaten sowie Nachhaltigkeitsnachweisen etabliert werden.

Auf europäischer Ebene ist der erste notwendige Schritt daher die Finalisierung des EU-Gasmarktpakets. Weiters sind so rasch wie möglich die Erzeugungskriterien für erneuerbaren Wasserstoff sowie die Methodologie für die Berechnungen von Treibhausgaseinsparungen für Wasserstoff festzulegen. Dies geschieht über delegierte Rechtsakte zu RED II. Versorgungssicherheit.

Ein netzdienlicher Betrieb von Elektrolyseanlagen zur Bereitstellung von Flexibilitäts- und Speicherleistungen wird neben der Einbindung der Industrie in die Netzreserve ein zentraler Bestandteil für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit im österreichischen Stromnetz sein.

Die Speicherung von Wasserstoff nimmt eine wichtige Rolle in einer systemdienlichen Wasserstoffwirtschaft ein. Für die lokale Speicherung von geringen bis mittleren Kapazitäten kann Wasserstoff verflüssigt oder komprimiert in entsprechenden Behältern gelagert werden, wobei spezielle sicherheitstechnische Anforderungen nach der Seveso III-Richtlinie schon ab mittleren Speichermengen eingehalten werden müssen.

Große Kapazitäten zur langfristigen und saisonalen Energiespeicherung liegen hingegen vor allem in geologischen Kavernen- und Porenspeichern vor, wobei es noch technische Herausforderungen für die skalierte Nutzung von geeigneten Untertagespeichern zu überwinden gilt. Bei der Speicherung in natürlichen Untertagespeichern muss der entnommene Wasserstoff gegebenenfalls von Fremdstoffen bereinigt werden, sodass – je nach Anwendung – der erforderliche Reinheitsgrad gewährleistet werden kann. Aufgrund der komplexen chemischen und physikalischen Gegebenheiten sowie der notwendigen sicherheitstechnischen Standards sind für eine verbreitete Untertagespeicherung von Wasserstoff weiterführende Forschungs- und Entwicklungsschritte und daraus folgende regulatorische Rahmenbedingungen erforderlich.

8.4 FÖRDERUNGEN UND FINANZIERUNG

Für die Dekarbonisierung bestehender Wasserstoffanwendungen sowie neuer Anwendungsbereiche muss die Wettbewerbsfähigkeit von erneuerbarem Wasserstoff mit Wasserstoff aus fossilen Quellen hergestellt werden. Dazu sind Investitionsförderungen für Elektrolyseanlagen und die Umstellung industrieller Prozesse zwingend erforderlich.

Um schon frühzeitig wettbewerbsfähige Rahmenbedingungen zu ermöglichen, wird in Zukunft die Weiterentwicklung und Umsetzung neuer Instrumente zur Betriebskostenunterstützung, wie etwa CO₂-Differenzverträge („Carbon Contracts for Difference“ oder „CCfDs“ bzw. „Klimaschutzverträge“) eine zentrale Rolle spielen. Bei diesem Modell werden projektbasierte Mehrkosten (insbesondere Betriebskosten) der klimafreundlichen Prozesstechnik gefördert. Im Zuge der projektbasierten Förderungsverträge werden Mechanismen eingebaut, die die Mehrkosten für die Förderungsgeber innerhalb der Vertragslaufzeit (zwischen 10 und 25 Jahren) reduzieren können. Bei negativen Differenzkosten (z.B. durch steigende CO₂-Preise) könnte sich die Zahlungsverpflichtung auch umdrehen. CCfDs sind grundsätzlich kompatibel mit dem EU-Beihilfenrecht und hängen eng mit dem EU-Emissionshandel (ETS) und dem neuen CO₂-Grenzausgleich (CBAM) zusammen. Darüber hinaus gibt es Überschneidungen mit der nationalen CO₂-Bepreisung, die zu keinen Mehrfachbelastungen der Unternehmen führen darf. CCfDs müssen Teil eines gesamthaften Transformationsprozesses und eines darauf abgestimmten Maßnahmenmixes sein, in dem der Fokus auch auf dem forcierten Ausbau erneuerbarer Energie (insb. Strom, Wasserstoff) und der dafür erforderlichen Infrastruktur liegt.

Kritisch ist vor allem die Abhängigkeit der Produktionskosten von Wasserstoff vom Strompreis. Um eine signifikante europäische Eigenproduktion sicherzustellen, müssen OpEx-Förderungen bzw. alternative Betriebskostenförderungen so gestaltet werden, dass sie einen ambitionierten Hochlauf der Wasserstoffproduktion ermöglichen. Bei einem zu schleppendem Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft bei gleichzeitig zu ambitioniertem Reduktionspfad der CO₂-Zertifikate droht eine unumkehrbare Deindustrialisierung Europas mit einer Verlagerung von Produktionen in Länder mit weniger strengen Klimaschutzvorgaben.

8.5 CO₂-ABSCHEIDUNG UND VERWENDUNG

Auch die Möglichkeiten von CO₂-Abscheidung und Verwendung (CCU) können ein zukünftiges Anwendungsfeld für erneuerbaren Wasserstoff darstellen. Dabei wird CO₂ aus industriellen Prozessen durch unterschiedliche Abscheidungstechnologien eingefangen und kombiniert mit Wasserstoff zur Herstellung von Zwischenprodukten für die chemische Industrie sowie ggf. für synthetische Kraftstoffe genutzt. Dadurch können vor allem schwer bzw. nicht vermeidbare Emissionen in weiteren Anwendungen wiedereingesetzt und gegebenenfalls langfristig gebunden werden^[1].

8.6 INTERNATIONALE KOOPERATIONEN

Auch bei einem gezielten und effizienten Einsatz von Wasserstoff werden mittel- und langfristig voraussichtlich erhebliche Importe von klimaneutralem Wasserstoff notwendig sein. Daher ist das Thema Wasserstoff nicht nur national zu betrachten, sondern vor allem auch im europäischen und globalen Kontext. Die Einbettung Österreichs in EU-weite Energiemärkte und Infrastrukturen muss sichtbar gemacht werden.

8.7 NATIONALE RESILIENZ & STRATEGISCHE RESERVEN

Österreich bleibt auf absehbare Zeit ein Importeur von Energie und somit auch von klimaneutralem Wasserstoff. Diese Importabhängigkeit führt zur Notwendigkeit, die Energieversorgung über ausreichend dimensionierte Speicher sicherzustellen. Neben der saisonalen Speicherung ist

daher auch das Anlegen einer strategischen Reserve für Wasserstoff entscheidend – so wie dies heute für Erdgas und Mineralöl der Fall ist. Zu beachten ist hierbei: Der volumetrische Heizwert von Wasserstoff beträgt nur knapp ein Viertel des Heizwertes von Erdgas. Wasserstoffspeicher müssen daher für den gleichen Energiegehalt deutlich größer dimensioniert werden, bzw. müssen für die Speicherung von Wasserstoff in Österreich neue Speicherstätten erschlossen werden. Die Pilotanlage für geologische Wasserstoffspeicher wie jene von „Underground Sun Storage“ in Gampern ist daher ein wichtiger Meilenstein, der aber nun rasch in deutlich größere Dimensionen übergeführt werden muss.

9. VERNETZUNG MIT STAKEHOLDERN

9.1 OBERÖSTERREICH

- Business Upper Austria, Standortagentur, Linz
- Energie AG, Energieversorger, Linz
- Energieinstitut an der JKU Linz, Forschung, Linz
- Fachhochschule Oberösterreich, Professur für Wasserstoff, Wels
- Land Oberösterreich, Energiewirtschaftliche Planung, Linz
- Linz AG, Energieversorger, Linz
- Stadt Linz, Klimastabstelle, Linz
- WIVA P&G, Verein und Vorzeigeregion, Linz

9.2 ÖSTERREICH

- Austrian Gas Grid Management (AGGM), Wien
- Bundesministerium für Klimaschutz (BMK), Wien
- E-Control, Regulierungsbehörde, Wien
- H2 Austria, Plattform, Wien
- HyCentA, Forschungseinrichtung, Graz
- Hydrogen Austria, Cluster, Innsbruck
- PanHy, Wasserstoffprojekt Energie Burgenland, Eisenstadt
- RAG Austria GmbH, Speicherbetreiber, Wien
- Servicestelle Erneuerbare Gase, Wien

10. DANKSAGUNG

Besonderer Dank gilt den Mitgliedern der „Expertengruppe Wasserstoff“, die die Fragestellungen rund um die Ausrollung von klimaneutralem Wasserstoff mit großem Fokus erarbeitet. In dieser Arbeitsgruppe beteiligt sind mit Stand Mai 2023 folgende Unternehmen (in alphabetischer Reihenfolge):

- AMAG Austria Metall
- Borealis Agrolinz Melamine
- Ebner Industrieofenbau GmbH
- HABAU Hoch- und Tiefbaugesellschaft m.b.H.
- HAINZL Industriesysteme
- Lenzing AG
- Linde Gas GmbH
- Miba AG
- PICHLER ZIEGEL ASCHACH
- Siemens Energy
- UPM-Kymmene Austria GmbH
- voestalpine AG

11. LITERATURVERZEICHNIS

- ^[1] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Wasserstoffstrategie für Österreich. [Online] 2022. <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/energieversorgung/wasserstoff/strategie.html>
- ^[2] Fraunhofer-Gesellschaft, e.V. Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland. [Online] Oktober 2019. <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschung/artikel/2020/Wasserstoff/Fraunhofer-Wasserstoffroadmap.pdf>
- ^[3] Fraunhofer-Gesellschaft, e.V. Positionspapier Wasserstoff. [Online] Oktober 2020. https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/wissenschaftspolitik/Positionen/201016_Wasserstofftechnologien_final_Web-Version.pdf
- ^[4] Europäische Kommission. Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa. [Online] Juli 2020. https://ec.europa.eu/commission/press-corner/api/files/attachment/865951/EU_Hydrogen_Strategy_DE.pdf.pdf
- ^[5] Fraunhofer-Gesellschaft, e.V. Positionspapier Wasserstoff. [Online] Oktober 2020. https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/wissenschaftspolitik/Positionen/201016_Wasserstofftechnologien_final_Web-Version.pdf
- ^[6] Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz. Zahlen zu Energietransformationspfaden in Österreich. 2022.
- ^[7] Europäische Kommission. Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa. [Online] Juli 2020. https://ec.europa.eu/commission/press-corner/api/files/attachment/865951/EU_Hydrogen_Strategy_DE.pdf.pdf
- ^[8] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Vortrag auf Austrian Gas Infrastructure Day der AGGM. [Online] https://www.aggm.at/files/get/c4c013e174d5e39d67f94087b42d458a/AGID22_Integrierter_Netzinfrastrukturplan_Wasserstoffstrategie_fuer_Oesterreich.pdf
- ^[9] Austrian Gas Grid Management (AGGM). [Online] 2023. https://www.aggm.at/files/get/b63ec3db554c5b942d032573c457c87f/20230419_CE-GH-AGGM_Hydrogen_Webinar.pdf



© adobe.stock/kalafoto

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:

sparte.industrie

WKO Oberösterreich

Hessenplatz 3 | 4020 Linz

T 05-90909-4201 | E industrie@wkoee.at

W wko.at/ooe/industrie

Redaktion: sparte.industrie, WKO Oberösterreich

2. Auflage, Oktober 2023

WIR SIND INDUSTRIE

wk/œ
sparte.industrie

