

Wasserstoff

Tech for Net Zero Knowledge Poster #4

Eine Einführung in Wasserstoff

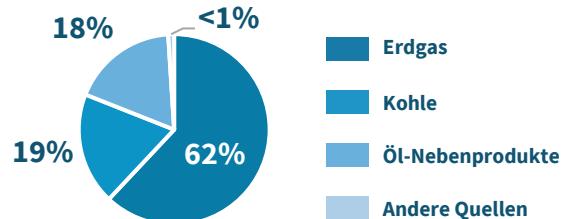
Grüner Wasserstoff ist eine saubere Alternative zu Methan. **Kohlenstoffarmer Wasserstoff** erreicht eine Treibhausgasreduktion von 70 % gegenüber fossilen Brennstoffen (EU-Definition).

Hintergrund:

Wasserstoff kommt in Wasser, Pflanzen, Tieren und Menschen vor – als Gas ist er jedoch extrem selten. Die Herausforderung liegt darin, Wasserstoff in großem Maßstab herzustellen, um Industrie und Energieversorgung zu dekarbonisieren.

Heutige Wasserstoffproduktion

2023 erreichte die weltweite Wasserstoffproduktion 97 Millionen Tonnen – davon wurden weniger als 1 % kohlenstoffarm hergestellt.



Quelle: IEA Global Hydrogen Review (2024)

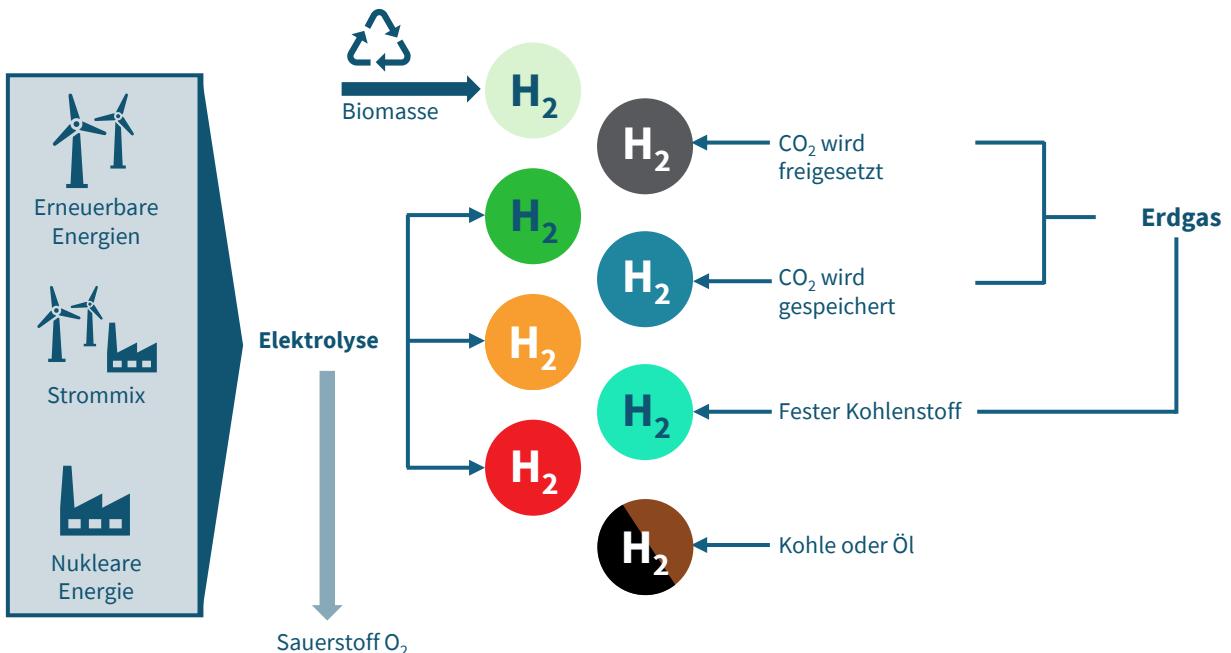
Der Wasserstoff-Farbcde

Die Farben von Wasserstoff dienen zur Kennzeichnung seiner Herstellungsweise und der damit verbundenen CO₂-Emissionen. Diese Bezeichnungen sind weit verbreitet, stellen jedoch **keine offizielle Norm** dar.



Quellen: Gartner Instruments (2023); IKEM (2020)

Die Technologie hinter Wasserstoff



Quelle: emcel (2024)

Elektrolysetechnologien für grünen Wasserstoff

Alkalische Elektrolyse (AEL)

- Ausgereifte, kostengünstige Technologie mit flüssigem Alkalielektrolyt.
- Ideal für großtechnische Anlagen; langsamer Hochlauf, geringere Effizienz.
- TRL 9, jahrzehntelange Betriebserfahrung.

Protonenaustauschmembran (PEM)

- Flexibles System mit fester Polymermembran.
- Gut geeignet für erneuerbare Energien; höhere Reinheit des H₂ und schnelle Reaktion.
- TRL 8–9, kommerziell weit verbreitet.

Anionenaustauschmembran (AEM)

- Hybrid aus AEL und PEM mit anionenleitender Membran.
- Kostengünstiges Potenzial, aber begrenzte Haltbarkeit.
- TRL 6–7, in Pilotentwicklung.

Festoxid-Elektrolyse (SOEC)

- Sehr effiziente Hochtemperatur-Keramiktechnologie
- Kann Abwärme nutzen; sehr effizient, aber komplex.
- TRL 6–7, Demonstration und frühe Pilotprojekte.

Neben den etablierten Elektrolyseverfahren entstehen neue, bahnbrechende Ansätze – von künstlicher Photosynthese und solarthermochemischen Prozessen bis hin zu geo-inspirierten Reaktoren, die die natürliche Wasserstoffbildung nachahmen.

Quellen: IEA (2022), IRENA (2020), U.S. Department of Energy (n.d.)

Handlungsempfehlungen zur Förderung des Wasserstoffhochlaufs

- **THG-Reduktionsquoten** im Verkehr (insbesondere Luft- und Seefahrt), ein klarer **Dekarbonisierungspfad für Kraftwerke** sowie eine **Grüngasquote** können verlässliche Marktsignale geben und private Investitionen mobilisieren.
- **Öffentliche Garantien, langfristige Abnahmegarantien und Carbon Contracts for Difference (CCfDs)** können effektiv planbare Erlöse sichern und große Investitionen anziehen.
- **Der Ausbau erneuerbarer Energien, Transport- und Speichernetze** sowie die **Sektorkopplung** sind essenziell, um Engpässe zu vermeiden und den flächendeckenden Einsatz zu ermöglichen.

Wasserstofftechnologien im Tech for Net Zero Netzwerk

Enapter entwickelt modulare AEM-Elektrolyseure, die erneuerbaren Strom und Wasser nutzen, um grünen Wasserstoff für Anwendungen von industriellen Prozessen bis hin zu Backup-Energie und Mobilität zu erzeugen.



HDF Energy Germany baut großtechnische Hydrogen-to-Power-Anlagen auf Basis von PEM-Brennstoffzellen, die grünen oder kohlenstoffarmen Wasserstoff in sauberen Strom umwandeln, und stärkt so die nachgelagerte Wertschöpfungskette.

Hydrogenious LOHC ermöglicht mit der Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC)-Technologie eine sichere, effiziente, kostengünstige und skalierbare Speicherung und den Transport von Wasserstoff – unter Nutzung bestehender Infrastruktur.



ionysis stellt Membranen und MEAs her, die elementare Komponenten für PEM- und AEM-Elektrolyseure sowie Brennstoffzellen darstellen. Das Unternehmen ist somit eher Technologie-Enabler innerhalb der grünen Wasserstoff-Wertschöpfungskette.

STOFF2 entwickelt und produziert zinkbasierte Elektrolyseure, die erneuerbare Energie in einem Zinkkreislauf speichern und bei Bedarf in grünen Wasserstoff umwandeln – eine Kombination aus Energiespeicherung und Elektrolyse.



Sunfire fertigt großtechnische alkalische und Festoxid-Elektrolyseure, die grünen Wasserstoff und Syngas für Branchen wie Chemie, Stahl und E-Fuels produzieren und das Unternehmen fest im Elektrolyse-Segment für grünen Wasserstoff positionieren.