



Wasserstoff

Erzeugung, Transport und Lieferformen



Wasserstoff

Effizient, nachhaltig,
sicher, zuverlässig

Wasserstoff

Saubere Energie

Kein anderes Element existiert so häufig in unserem Kosmos wie Wasserstoff (H_2). Auf der Erde liegt er grundsätzlich in chemischen Verbindungen wie Wasser, Kohlenwasserstoffen und anderen organischen Verbindungen vor, aus denen er unter Einsatz von Energie extrahiert werden kann. Wasserstoff ist dann ein sehr leichtes Gas, das sich rasch mit der Umgebungsluft mischt. In Brennstoffzellen eingesetzt, verbindet sich Wasserstoff mit dem in der Luft enthaltenen Sauerstoff, um Elektrizität zu erzeugen. Einziges Nebenprodukt dabei ist Wasser.

Wasserstoff kann aus verschiedensten Energiequellen gewonnen werden, insbesondere aus Erdgas, aber auch aus erneuerbaren Energiequellen. Wasserstoff ist ein echtes grünes Multitalent: Er liefert sauberen Strom und wird so zur Alternative zu fossilen Brennstoffen.

Air Liquide setzt seine rund 60-jährige Erfahrung bei der Produktion und Distribution von Wasserstoff ein, um den Einsatz von Wasserstoff als saubere Energie voranzubringen. Air Liquide, ein Weltmarktführer bei Gasen, Technologien und Serviceleistungen für Industrie und Gesundheit, engagiert sich in der gesamten H_2 -Energiekette: Produktion, Speicherung, Distribution, Brennstoffzellen und Wasserstofftankstellen.

Der Energiesektor erlebt einen tiefgreifenden Umbruch, und Wasserstoff wird eine Schlüsselrolle spielen, wenn es darum geht, den Herausforderungen der Mobilität von morgen zu begegnen: die Treibhausgasemissionen und Luftverschmutzung in unseren Städten zu verringern und unsere Abhängigkeit von erdölbasierten Treibstoffen zu durchbrechen.

60 Jahre Expertise rund um Wasserstoff

Air Liquide beherrscht die gesamte Wasserstoff-Wertschöpfungskette von der Produktion, Speicherung und Distribution bis hin zur Entwicklung von Anwendungen für den Endverbraucher und trägt so zu einer umfassenden Nutzung von Wasserstoff als sauberen Energieträger bei, insbesondere für Mobilität.



Produktion



Speicherung



Lieferung / Versorgung



Anwendung

Wasserstoff – Ein großartiger Energieträger

Wasserstoff ist nachhaltig und umweltfreundlich. Auf der Erde kann H_2 mittels Elektrolyse aus Wasser gewonnen werden.

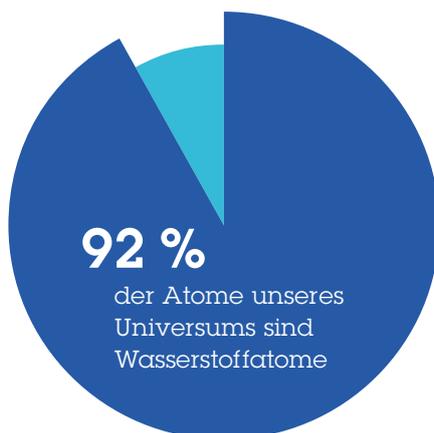


Die Umkehrreaktion wird durch eine Brennstoffzelle ermöglicht: Bei der Umwandlung von Wasserstoff plus Sauerstoff zu Wasser wird Strom erzeugt.



Wussten Sie schon?

Wasserstoff ist das häufigste chemische Element.



Hydrogen Council

Der Hydrogen Council, Anfang 2017 im Rahmen des Weltwirtschaftsforums in Davos gegründet, ist eine weltweit einzigartige CEO-Initiative zur Förderung der Rolle von H_2 -Technologien bei der globalen Energiewende. Mitglieder sind 33 führende multinationale Konzerne sowie 20 dynamische Akteure aus der gesamten Wertschöpfungskette. Air Liquide hat diese weltweite Initiative gemeinsam mit Toyota gegründet und hat seit 2018 zusammen mit Hyundai den Vorsitz des Councils inne.

Weitere Informationen: www.hydrogencouncil.com

Wasserstoff

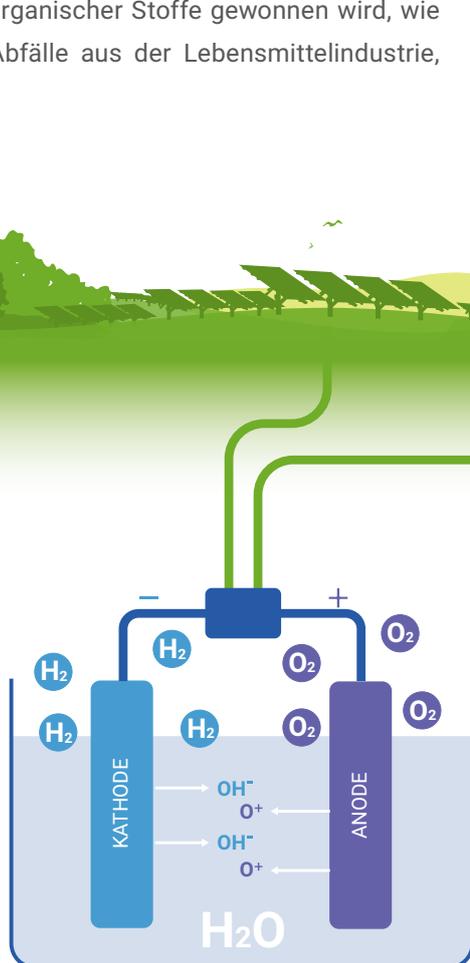
Herstellung

Die Dampfreformierung oder Steamreforming (SMR) ist eine der bislang am häufigsten verwendeten Methoden. Sie ist aktuell noch die wirtschaftlichste, aber auch die am wenigsten saubere, weshalb nach und nach auf andere Produktionsmethoden umgestellt werden muss. Bei der Dampfreformierung werden die Atome, aus denen das eingesetzte Methan (CH_4) besteht, voneinander getrennt. Unter der Einwirkung von Wasserdampf erhält man Wasserstoff auf der einen und Kohlendioxid auf der anderen Seite. Letzteres wird aufgefangen und von Air Liquide durch verschiedene Anwendungen mithilfe der Cryocap™ H_2 -Technologie verwertet. Der so erzeugte Wasserstoff wird als "kohlenstoffarmer" Wasserstoff bezeichnet.

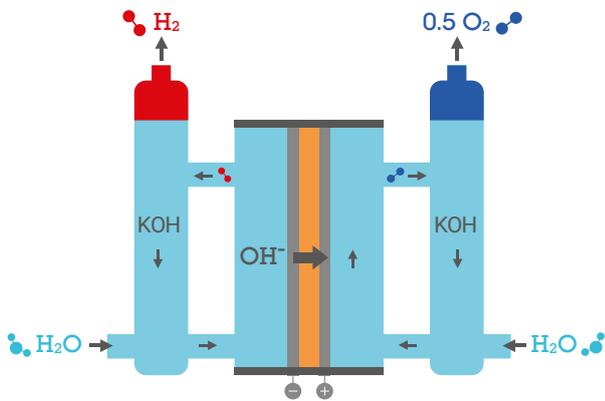
Es ist auch möglich, Biomethan als Rohstoff zu verwenden, ein zu 100 % erneuerbares Gas, das aus der Fermentation organischer Stoffe gewonnen wird, wie zum Beispiel Abfälle aus der Lebensmittelindustrie,

aus der Gastronomie, aus Landwirtschafts- und Haushaltsabfällen oder auch aus Schlamm von Kläranlagen. In diesem Fall wird der so erzeugte Wasserstoff als "erneuerbar" bezeichnet.

Die zweithäufigste Produktionsmethode ist die Elektrolyse von Wasser. Bei der Elektrolyse werden mithilfe von elektrischem Strom Wassermoleküle (H_2O) aufgespalten, wodurch Wasserstoff und Sauerstoff entstehen. Bei dieser Methode wird kein Kohlendioxid freigesetzt, und es kann sogenannter kohlenstoffarmer Wasserstoff hergestellt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, wie genau der Strom erzeugt wird. Wird der Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugt (zum Beispiel mithilfe von Windkraftanlagen oder Solarmodulen), wird der Wasserstoff ohne Treibhausgasemissionen hergestellt und als "erneuerbar" bezeichnet.

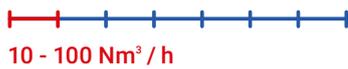


Herstellungsverfahren

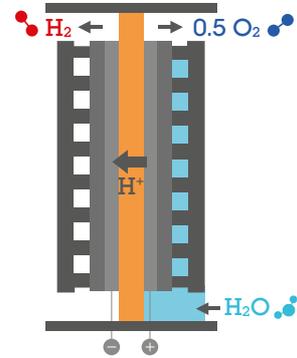


Alkalische Elektrolyse

Durchflussmenge



10 bar 99,998 %



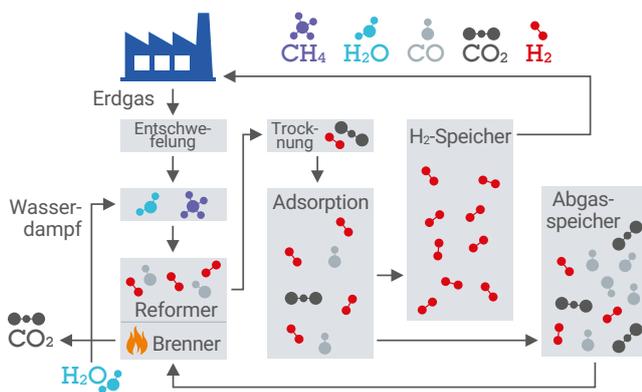
PEM Elektrolyse

Proton-Exchange-Membran

Durchflussmenge

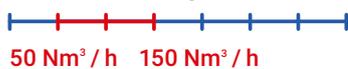


30 bar 99,998 %

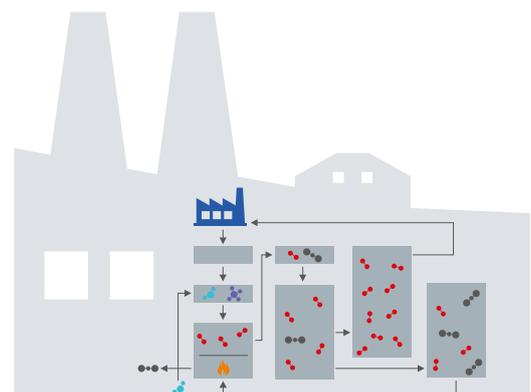


SMR – Small Scale
Steam-Methane-Reforming

Durchflussmenge

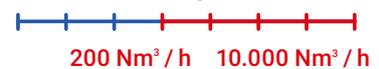


7,5 bar 99,99 %



SMR – Large Scale
Steam-Methane-Reforming

Durchflussmenge



12 - 35 bar 99,99 %



Wasserstoff

Grau – Blau – Grün

Grauer Wasserstoff wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen. In der Regel wird bei der Herstellung Erdgas unter Hitze in Wasserstoff und Kohlendioxid umgewandelt (SMR-Prozess, Dampfreformierung). Entstandenes CO₂ wird anschließend ungenutzt in die Atmosphäre abgegeben und verstärkt so den globalen Treibhauseffekt.

Blauer Wasserstoff ist grauer Wasserstoff, dessen CO₂ bei der Entstehung jedoch abgeschieden und gespeichert wird (Carbon Capture and Storage, CCS). Das bei der Wasserstoffproduktion erzeugte CO₂ gelangt somit

nicht in die Atmosphäre und die Wasserstoffproduktion kann bilanziell als CO₂-neutral betrachtet werden.

Grüner Wasserstoff wird durch Elektrolyse von Wasser hergestellt, wobei für die Elektrolyse ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energien zum Einsatz kommt. Unabhängig von der gewählten Elektrolysetechnologie erfolgt die Produktion von Wasserstoff CO₂-frei, da der eingesetzte Strom zu 100 % aus erneuerbaren Quellen stammt und damit CO₂-neutral ist.

Sicherheit und Eigenschaften

Ist Wasserstoff sicher?

Ja, denn er ist...

- ... nicht selbstentzündlich
- ... nicht oxidierend
- ... nicht brandfördernd
- ... nicht giftig
- ... nicht wassergefährdend
- ... nicht krebserzeugend

Eigenschaften

- Gasförmig
- Brennbar
- Farblos, geruchlos, geschmacklos
- 14-mal leichter als Luft, leichtestes aller Gase
- Dichte gasförmig 0,084 kg / m³ (bei 15 °C, 1 bar)
- Lässt sich tiefkalt verflüssigen (Siedepunkt -253 °C)

Umrechnungszahlen für Wasserstoff

Nm ³ (1 bar, 0 °C)	Liter (flüssig, 1,013 bar)	Gewicht (kg)
1	1,188	0,084
0,842	1	0,071
11,890	14,124	1

CertifHy

Air Liquide ist Teil des europäischen Projekts "CertifHy", das die erste EU-weit übertragbare Herkunftsgarantie für erneuerbaren und kohlenstoffarmen Wasserstoff erarbeitet.

Weitere Informationen: certifhy.eu

Quellen, Technologien, Perspektiven

Produktion

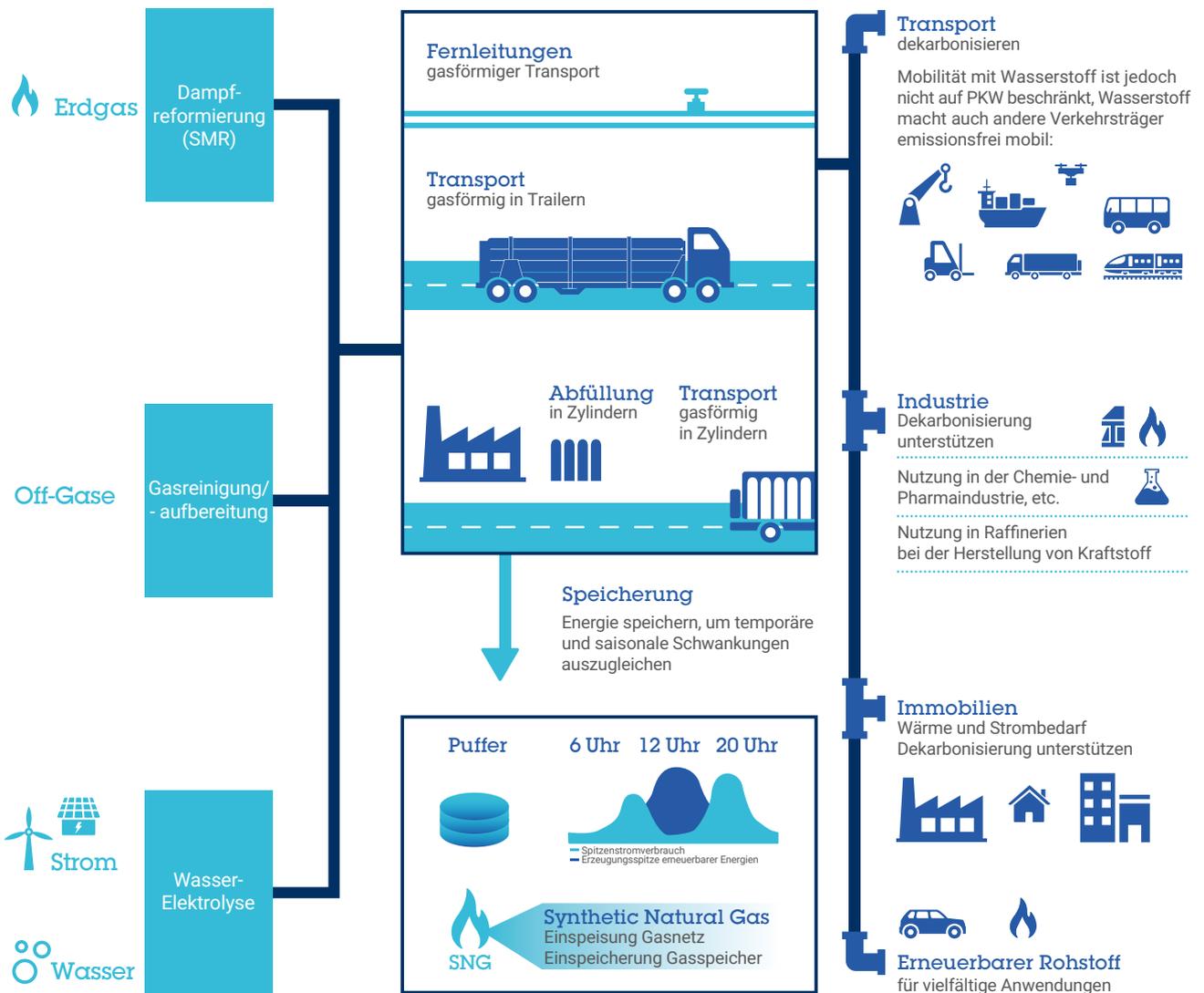
Erweiterung der Produktion durch Integration von großen Elektrolyseanlagen

Distribution

Energie über regionale Grenzen verteilen

Anwendungen

Die Stärken des Wasserstoffs nutzbar machen



Wasserstoff

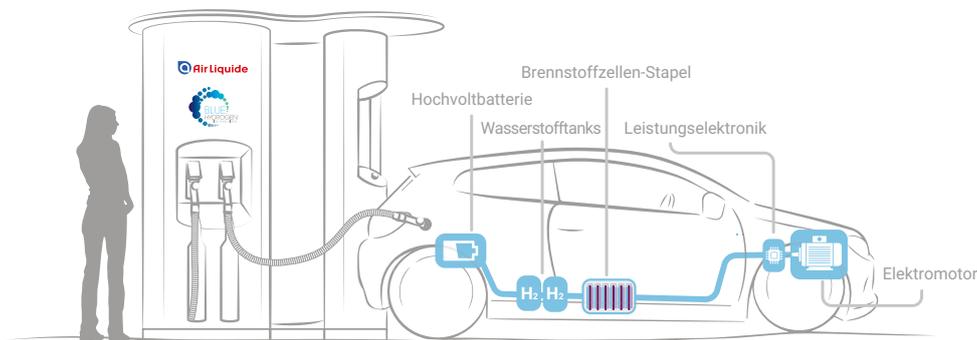
Eine bewährte Lösung

Brennstoffzellenfahrzeuge ermöglichen emissionsfreie Mobilität mit gewohnter Reichweite. Der Aufbau einer Brennstoffzelle ähnelt dem einer Autobatterie. Jede Zelle enthält zwei plattenförmige Elektroden (Anode und Kathode) mit einer Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM), die durch einen Elektrolyten voneinander getrennt sind. Dieser Elektrolyt kann Ionen leiten, ist aber für Gase undurchlässig.

Die freien Elektronen fließen über einen Leiter zur Kathode und werden damit als Strom nutzbar, der den Elektromotor antreibt. Damit die für einen Pkw-Antrieb

erforderliche Energie zur Verfügung gestellt werden kann, werden mehrere Zellen zu einem „Stack“ zusammengefasst.

Moderne Wasserstofftanks bestehen aus einem Kunststoffkern, der von einem hochstabilen Kohlefaser-verbund umwickelt ist. Die Tanks sind für einen hohen Betriebsdruck ausgelegt. Vor dem Betanken wird die Dichtheit der Verbindung von Fahrzeug und Tanksäule geprüft, und erst dann strömt gasförmiger Wasserstoff in den Tank. Die Anschlusskupplung ist seit dem Jahr 2007 weltweit standardisiert.



Innovative Versorgungsformen



Zylinderversorgung

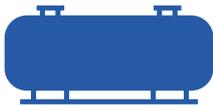
0,7 - 2 - 6 - 10 m³ | 200 bar



Bündelversorgung

100 m³ | 200 bar

Entspannungsstation und Bündel



Liegende Tank-Versorgung

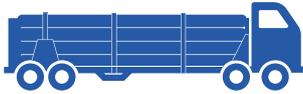
30 - 100 m³ | 45 bar

H₂ Füll- und Entnahmetafel
H₂ Behältertafel (je Behälter eine)
2 Sättel (Unterbau)



Stehende Tank-Versorgung

H₂ Füll- und Entnahmetafel
H₂ Behältertafel (je Behälter eine)
Standzarge (Unterbau)
Erdbebenzone berücksichtigen



Trailer-Versorgung

2.000 - 4.000 m³ | 200 bar

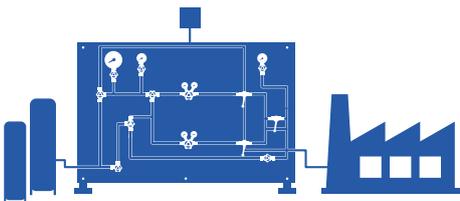
H₂ Füll- und Entnahmetafel



On-Site-Versorgung

10 - 600 m³ / h

Dampfreformierungsanlagen
Elektrolyseanlagen



Füll- und Entnahmetafeln

Redundante Druckminderer für Betriebsdruck

Noteinspeisemöglichkeit

Zentraler Kamin zum Ableiten von Spül- und Sicherheitseinrichtungen

Anschlussstafel für Trailer- oder Pufferbetrieb

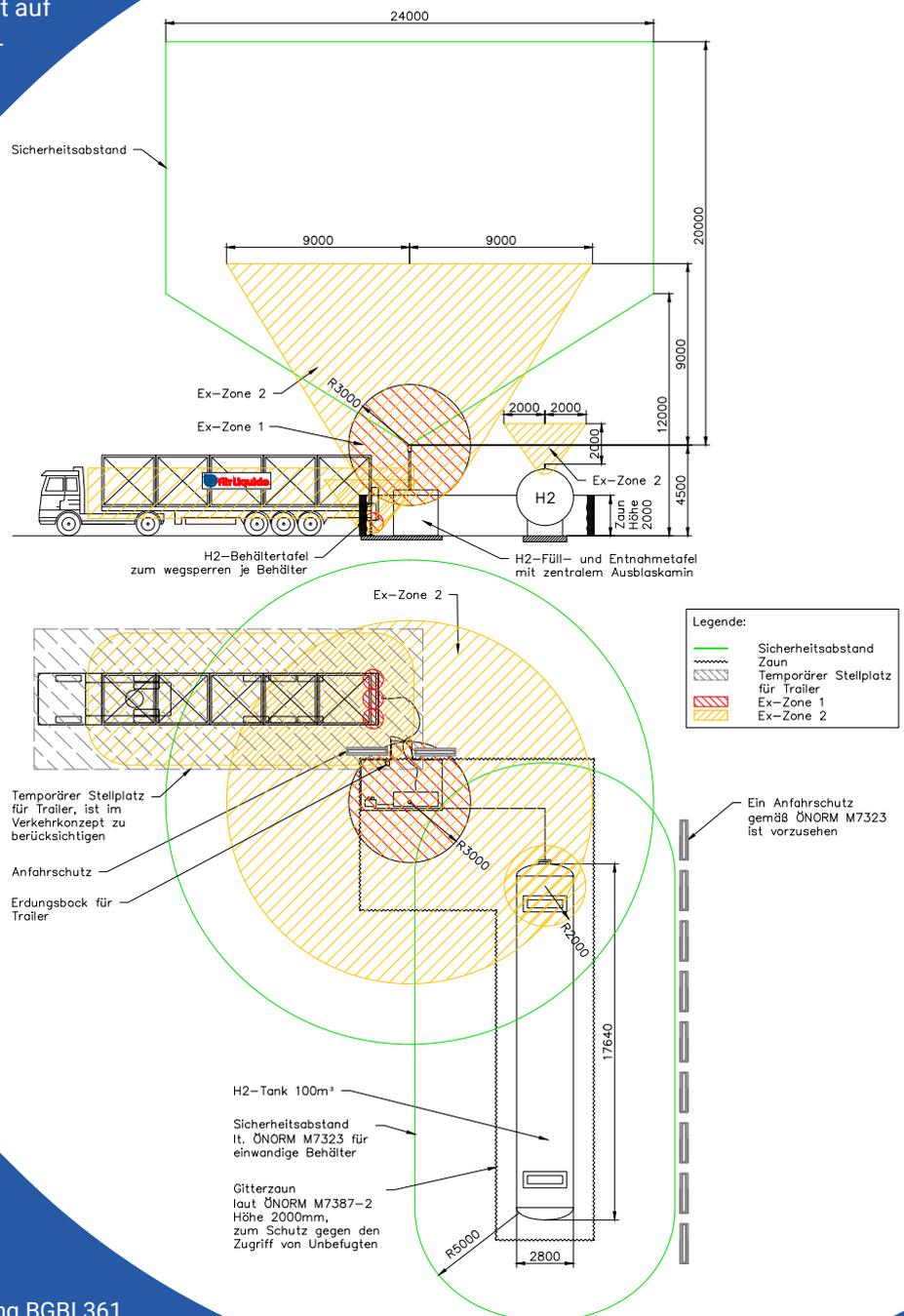
Wesentliche Punkte für die Tankaufstellung

- Abstände zu Grundstücksgrenzen, Brandlasten, Kanälen, Ansaugöffnungen, Räumen oder Gebäudeöffnungen (Fenster, Türen)
- Schallpegel bei der Belieferung
- Zufahrten und Wendebereiche für Tankfahrzeuge
- Flucht- und Rettungswege
- Explosionsgeschützte Ausführung, VEXAT
- Einreichverfahren, Baugenehmigung, Fundamente, Bodenbeschaffenheit
- Zufahrten und Bereich für Anlieferung und Montage (Tankwagen und Kran)
- Anfahrtschutz, Einzäunung, Beleuchtung
- Potenzialausgleich, Erdung, Blitzschutz

Aufstellung einer Wasserstoff-Tankanlage

Air Liquide plant und installiert Gasversorgungsanlagen nach den Anforderungen des Anwenders. Für die Aufstellung und den Betrieb sind nationale Vorschriften und gewerbebehördliche Genehmigungen zu beachten. Sachkundige Mitarbeiter von Air Liquide unterstützen bei der Bewertung der Aufstellungsbedingungen, der Beantragung von Genehmigungen und der Auswahl der geeigneten Einrichtungen, von der Speicherung bis zum Point of Use.

Mit Vorliegen einer gewerbebehördlichen Genehmigung übernimmt das Montageteam von Air Liquide die Aufstellung der Versorgungseinrichtung auf den bauseitigen Fundamenten und erstellt auf Wunsch die Verrohrung bis zur Liefergrenze. Im Rahmen der Erstbefüllung und Inbetriebnahme erfolgt die Abnahme der Anlage sowie die Unterweisung des Betreibers im Umgang mit der Anlage.



Normen und Gesetze

- Druckbehälter Aufstellungs-Verordnung BGBl 361
- ÖNORM M7323 – Aufstellung ortsfester Druckbehälter zum Lagern von Gasen
- ÖNORM M7387 – Zentrale Gasversorgungsanlagen
- Druckgeräte-Überwachungsverordnung – DGÜW-V
- Duale Druckgeräteverordnung – DDGV
- Gegebenenfalls behördlich vorgeschriebene Maßnahmen

Wir begleiten den gesamten Prozess

Unser Service für Sie

Mit spezifischen Servicepaketen unterstützt Air Liquide vor und nach der Inbetriebnahme bzw. Übergabe der Anlage. Air Liquide Spezialisten helfen dem Betreiber bei der Festlegung von Maßnahmen für einen sicheren Betrieb.

- Wartung und Instandhaltung der Versorgungseinrichtungen
- Durchführung vorgeschriebener Prüfungen (EDV-gestützt)
- Unterstützung und technische Lösungen
- Beratungen, Versorgung, Sicherheitstechnik, Begehungen und Equipment
- Erfahrungsaustausch mit Fachabteilungen, Trailer- / Tank-Versorgung und Elektrolyse-Anlagen
- H₂ Regelstrecken / Testanlagen oder finale Anlagen
- Engineering, IBN, Sicherheitsunterweisungen
- Gas- und Prozessanalysen vor Ort
- Kompetenz rund um Verbrennung und Wärmebehandlung
- Fachberatung (Versorgung / Anwendung), zum Beispiel: Business Development mit Air Liquide Advanced Technologie, Air Liquide Technology
- Unterstützung Pilotversuche
- Erstellung Versorgungskonzept
- OPEX (temporäre / mobile Versorgung)
- Verkauf-Equipment / Infrastruktur
- Miet-Equipment / Infrastruktur

Risiko-Beurteilung

- Aufstellungsort, Begehungen, Sicherheitsabstand
- Erstellung von Einreichunterlagen
- Unterstützung bei Behördenverhandlungen
- Sicherheitsschulung (Unterweisung und Training)
- Aufstellungsgutachten (TÜV)
- Deklaration zu lokalen Behörden

Weiterführende Informationen

- Kundenportal: Alle Informationen gebündelt für Sie abrufbar, auch digital
- Unser Angebot für klimaneutrale Gase: ECO ORIGIN Offer

Hier geht's zu den
H₂-Produktdatenblättern



Kontakt

Air Liquide Austria GmbH
Sendnergasse 30
2320 Schwechat
Tel: +43 810 242427
technik.at@airliquide.com

www.airliquide.at



Air Liquide ist ein Weltmarktführer bei Gasen, Technologien und Services für Industrie und Gesundheit. Mit rund 64.500 Mitarbeitern in 78 Ländern versorgt Air Liquide mehr als 3,8 Millionen Kunden und Patienten.