



Renewable Gasfield

Power-to-Gas Anlage als Beispiel für
Sektorkoppelung in einer Energiemodellregion

Energienetze Steiermark

KEY FACTS

ENERGIENETZE
STEIERMARK
Stromnetz

8.236

eigene
Trafostationen

31.556 km

Netzlänge (Systemlänge)

davon **1.880** km

Hochspannungsleitungen

73

Umspannwerke

269

Kleinumspannwerke
und Schaltstellen

ENERGIE
NETZE
STEIERMARK

Ein Unternehmen der
ENERGIE STEIERMARK



KEY FACTS

ENERGIENETZE
STEIERMARK
Gasnetz

42.919
Zählpunkte



4.201 km
Erdgasleitungen

13.970
GWh Erdgas



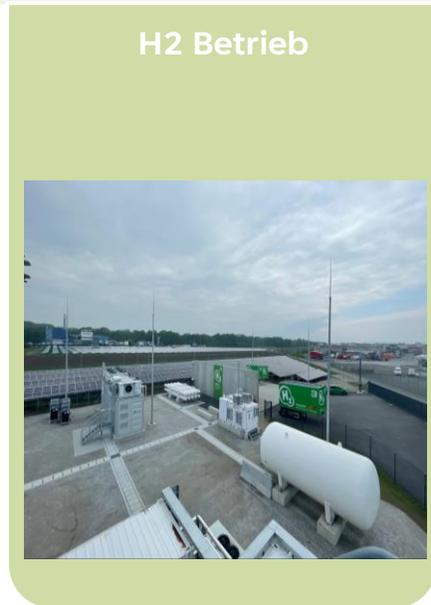
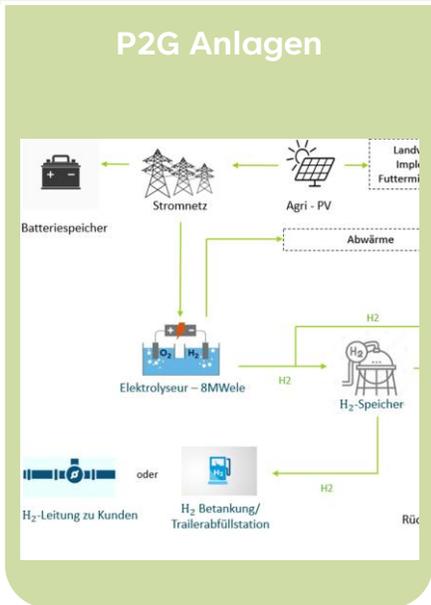
ENERGIE
NETZE
STEIERMARK

Ein Unternehmen der
ENERGIE STEIERMARK

H2- PORTFOLIO ENERGIENETZE STEIERMARK



H2-readiness Gasinfrastruktur



F&E H2

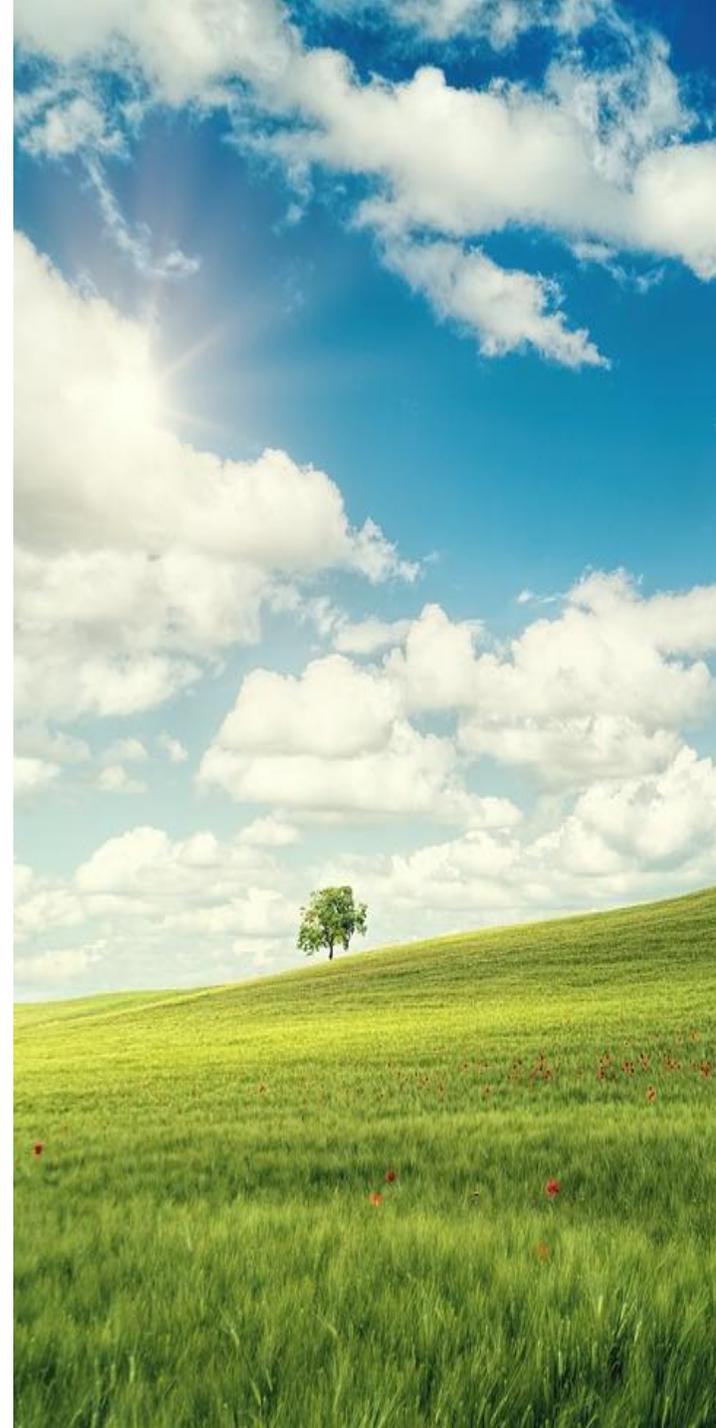
HyGrid²
SetHub
H2Real

Reallabor **WEIZ**
2023 ermittelte Energie im Jahr 2030: 4000 GWh, unabhängig und grenzüberschreitend
Eine Region auf ihrem Weg zur Klimaneutralität



AGENDA

- MOTIVATION UND PROJEKTZIELE
- PROJEKT RENEWABLE GASFIELD UMSETZUNG UND ERGEBNISSE
- ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN
- AUSBLICK
- SICHERHEITSUNTERWEISUNG



MOTIVATION UND PROJEKTIDEE

KONSEQUENTER AUSBAU ERNEUERBARER STROMERZEUGUNG, INSBESONDERE VON WIND- UND SOLARENERGIE IST FÜR DIE ERREICHUNG EINER KLIMANEUTRALEN ENERGIEVERSORGUNG ESSENTIELL

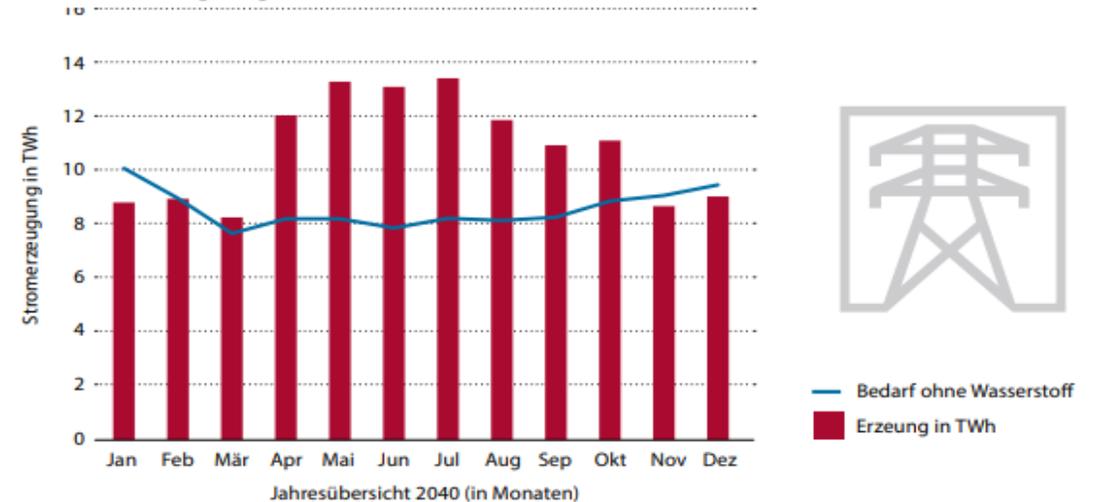


FLEXIBILITÄTSBEDARFE KÖNNEN DURCH GRÜNE GASE GELÖST WERDEN



POWER-TO-GAS-TECHNOLOGIEN - INSBESONDERE DURCH DEN EINSATZ VON PEM-ELEKTROLYSEUREN IN VERBINDUNG MIT FLUKTUIERENDEN ERNEUERBAREN ENERGIEQUELLEN

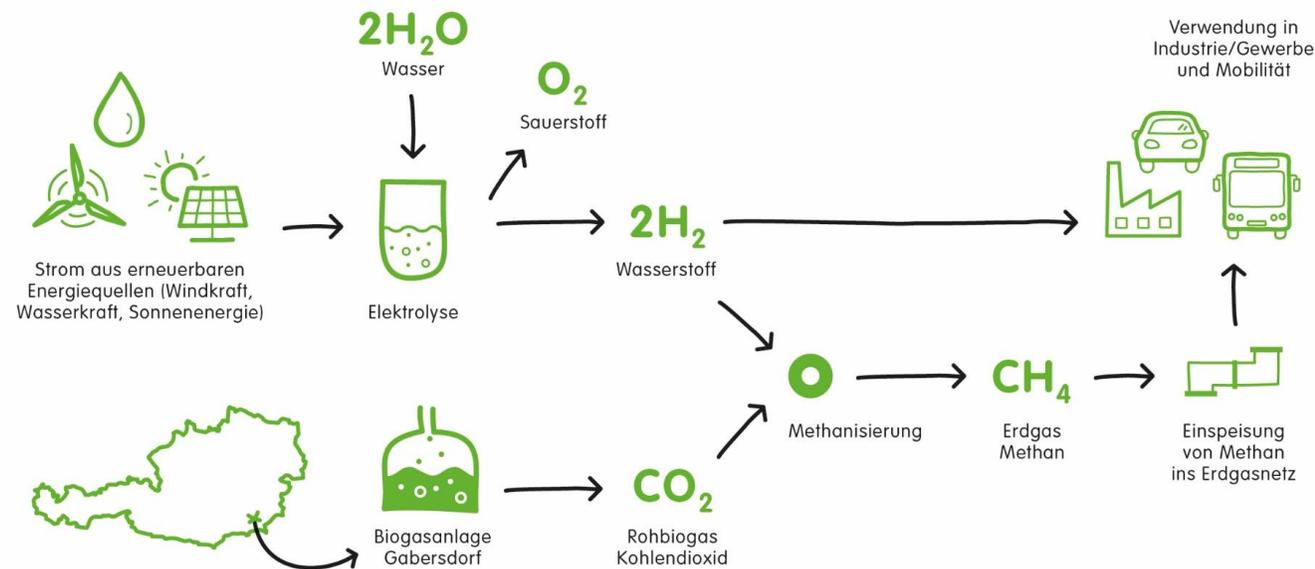
Stromerzeugung und Bedarf im Jahr 2040 in TWh



Quelle: Prognose OE & PwC basierend auf Energy Brainpool & APG

PROJEKTZIELE RENEWABLE GASFIELD

- PRODUKTION VON GRÜNEM WASSERSTOFF MITTELS OPTIMIERTER INFRASTRUKTUR ZUR VERSORGUNG REGIONALER KUNDEN.
- SYNTHETIC NATURAL GAS-PRODUKTION AUS DEM VOR ORT ERZEUGTEN H₂ UND CO₂ AUS EINER BENACHBARTEN BIOGASANLAGE SOWIE EINSPEISUNG IN DAS GASNETZ
- ENTWICKLUNG EINER OPTIMIERTEN BETRIEBSSTRATEGIE FÜR DEN STANDORT



DAS PROJEKT RENEWABLE GASFIELD

STANDORTWAHL: BIOGASANLAGE, STROM- UND GASNETZ VOR ORT

PROJEKTSTART: DEZEMBER 2018

PROJEKTDAUER: 4,5 JAHRE

INVESTITIONSSUMME: 10,5 MIO.

GEFÖRDERT DURCH KPC, AWS UND FFG

KOORDINATION UND PROJEKTLEITUNG: ENERGIE STEIERMARK TECHNIK GMBH

PROJEKTPARTNER:



Assoc. Partner: Abteilung 15 Energie, Wohnbau, Technik (Steiermärkische Landesregierung)

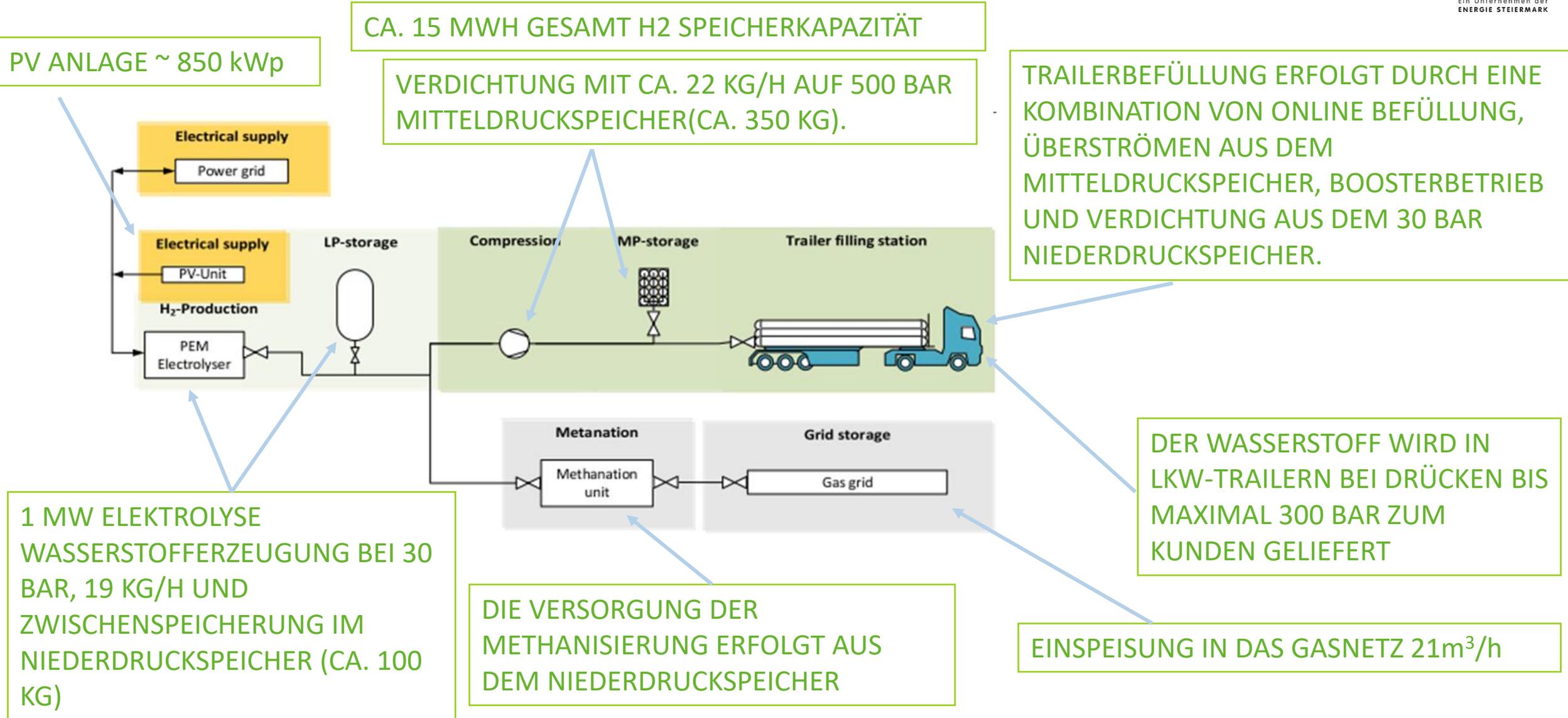
RENEWABLE GASFIELD / TECHNISCHE ECKDATEN

- PV ANLAGE ~ 850 KWP
- ELEKTROLYSEUR 1 MW ELEKTRISCH*
- AUTOMATISIERTE TRAILERABFÜLLANLAGEN, 4 STELLPLÄTZE, 2 BETANKUNGSMÖGLICHKEITEN
- METHANISIERUNGSANLAGE 100 KW ELEKTRISCH
- NIEDER- (30BAR) UND MITTELDRUCKSPEICHER (500BAR) INKL. VERDICHTER
- PRODUKTIONSMENGEN H2 /A VOLLAUSBAU ~ 3,7 MIO M³ BZW. ~ 300 TO H2 ~ 10,3 GWH
- PRODUKTIONSMENGEN SYNTHETISCHES METHAN/A ~ 21.000 M³/A BZW. ~ 225.000 KWH BEI GEPLANTEN 1.000 BETRIEBSSTUNDEN



*2. Elektrolyseur in 1. Ausbaustufe nicht ausgeführt

FUNKTIONSKONZEPT



BETRIEBSWEISE DER ANLAGE

- ANLAGE FERNÜBERWACHT UND IM UNBESETZTEN ZUSTAND BETRIEBSFÄHIG.
- ZENTRALE ÜBERGEORDNETE STEUERUNG DER ANLAGE
- PERMANENTE GASANALYSE
- ZUSAMMENSPIEL AUS PV-ANLAGE, ELEKTROLYSE, VERDICHTER, SPEICHER, METHANISIERUNG, BETANKUNG
- WASSERSTOFFBETANKUNGS-AUFTRÄGE KÖNNEN AUF DER ZENTRALEN STEUERUNG EINGEPFLEGT WERDEN.
- IN ABHÄNGIGKEIT DER AUFTRÄGE UND BETRIEBSPARAMETER ERRECHNET DIE STANDORTSTEUERUNG DIE IDEALE BETRIEBSWEISE DER EINZELNEN KOMPONENTEN AUF DER ANLAGE.
- HAUPTFOKUS LIEGT IN DER MÖGLICHST VOLLSTÄNDIGEN NUTZUNG DER ZUR VERFÜGUNG STEHENDEN PV-LEISTUNG.
- LAUFENDE WEITERVERBESSERUNG ANHAND DER BETRIEBSDATEN (WETTERDATEN, SPEICHERSTÄNDE, ANLAGENVERFÜGBARKEIT, BETANKUNGS-AUFTRÄGE, ETC.)

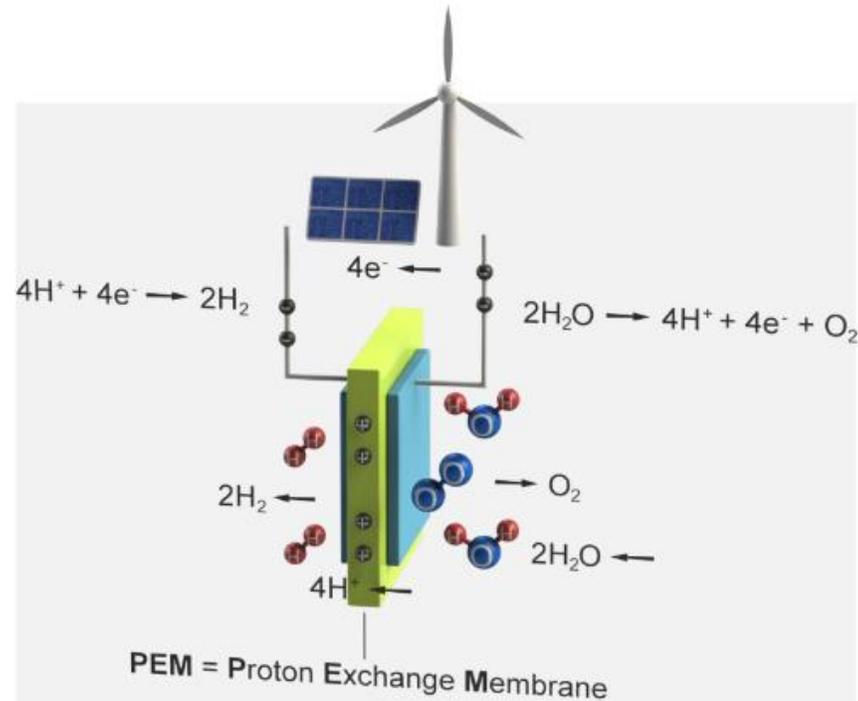


ELEKTROLYSE

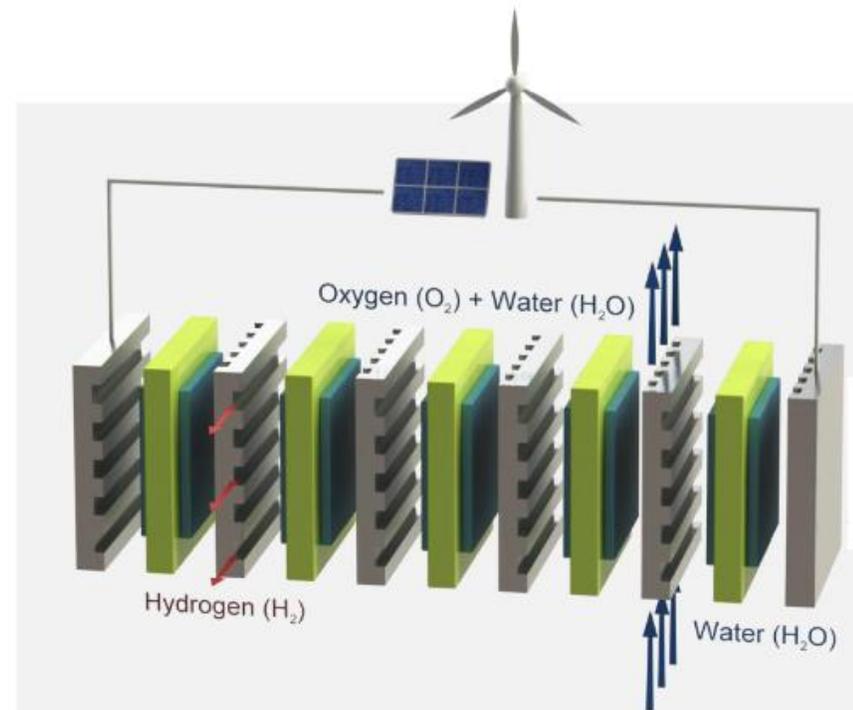
- PEM ELEKTROLYSE 450 KG/TAG H₂ PRODUKTION BEI 30 BAR
- TRINKWASSERAUFBEREITUNG (CA. 260L/H) AUF REINSTWASSERQUALITÄT
- GLEICHSTROMVERSORGUNG DER ELEKTOLYSESTACKS
- REINSTWASSER WIRD IN DEN STACKRÄUMEN IN SAUERSTOFF (O₂) UND WASSERSTOFF (H₂) GESPALTEN.
- DER WASSERSTOFF ENTHÄLT WASSERDAMPF, DER ANSCHLIEßEND IM TROCKNUNGS- UND VENTILBEREICH ENTFERNT WIRD.
- SAUERSTOFF UND DAS ERWÄRMTE WASSER WERDEN GEMEINSAM AUS DEN ELEKTROLYSESTACKS GEFÖRDERT.
- SAUERSTOFF WIRD IM SAUERSTOFFABSCHIEDER VOM WASSER GETRENNT UND ABGEFÜHRT. DAS WASSER WIRD ANSCHLIEßEND ÜBER TISCHKÜHLER RÜCKGEKÜHLT
- 5.0 H₂ QUALITÄT



FUNKTIONSPRINZIP PEM ELEKTROLYSE



- Wasser wird in Elektrolysezelle in seine Bestandteile aufgespalten
- Zugeführtes Wasser muss frei von Ionen sein (Reinstwasser)
- Der Prozess erfordert die Zugabe elektrischer Energie



- Kombination aus vielen Zellen zum Elektrolyse-Stack
- Prozesswärme wird von zugeführten Wasser (Überschuss) abgeführt

TECHNISCHE DETAILS - ELEKTROLYSE

ALKALISCHE ELEKTROLYSE

WIRKUNGSGRAD: 60-80%

TEMPERATUR: 60-70 °C

FUNKTION:

Nutzt als Elektrolyt eine Kalilauge und eine durchlässige Membran, welche die beiden Elektroden voneinander trennt. Die Elektroden werden in eine alkalische wässrige Lösung eingetaucht. Legt man Spannung an, entsteht an der Anode Sauerstoff und an der Kathode Wasserstoff.

TEILLAST/LASTWECHSEL:

Mittelmäßiges
Lastwechselverhalten

MAXIMALER ANLAGENLEISTUNG STAND DER TECHNIK:

bis 100 MW

TRL

9

PROTONENAUSTAUSCHMEMBRAN ELEKTROLYSE

WIRKUNGSGRAD: 60-70%

TEMPERATUR: 60-80°C

FUNKTION:

Die PEM-Elektrolyse nutzt als Elektrolyt eine dünne Membran aus thermoplastischem Kunststoff. Wird an der Membran elektrische Spannung angelegt, wandern Protonen durch die Membran: An der Kathode entsteht Wasserstoff, an der Anode Sauerstoff.

TEILLAST/LASTWECHSEL:

Gutes
Lastwechselverhalten

MAXIMALER ANLAGENLEISTUNG STAND DER TECHNIK:

bis 10 MW

TRL

8

ANIONENAUSTAUSCHMEMBRAN ELEKTROLYSE

WIRKUNGSGRAD: BIS 80%

TEMPERATUR: 50-80 °C

FUNKTION:

Die Einzelzelle ist durch die Membran in 2 Halbzellen unterteilt. Wasser durchnässt die Membran und wandert von Anode zur Kathode. An der Kathode entsteht H₂ und entweicht über Gasdiffusions-schicht. Das OH⁻ bewegt sich über Membran zurück zur Anode und bildet dort Sauerstoff und wird abtransportiert.

TEILLAST/LASTWECHSEL:

Gutes
Lastwechselverhalten

MAXIMALER ANLAGENLEISTUNG STAND DER TECHNIK:

bis 100 kW

TRL

5

FESTOXID-ELEKTROLYSE

WIRKUNGSGRAD: BIS 80%

TEMPERATUR: BIS 1000 °C

FUNKTION:

Die Festoxid-Elektrolyse ist eine Hochtemperaturtechnologie. Festoxidelektrolytzellen sind Festoxidbrennstoffzellen, die aus Wasser Sauerstoff und reines Wasserstoffgas erzeugen.

TEILLAST/LASTWECHSEL:

Schlechtes
Lastwechselverhalten

MAXIMALER ANLAGENLEISTUNG STAND DER TECHNIK:

bis 150 kW

TRL

5

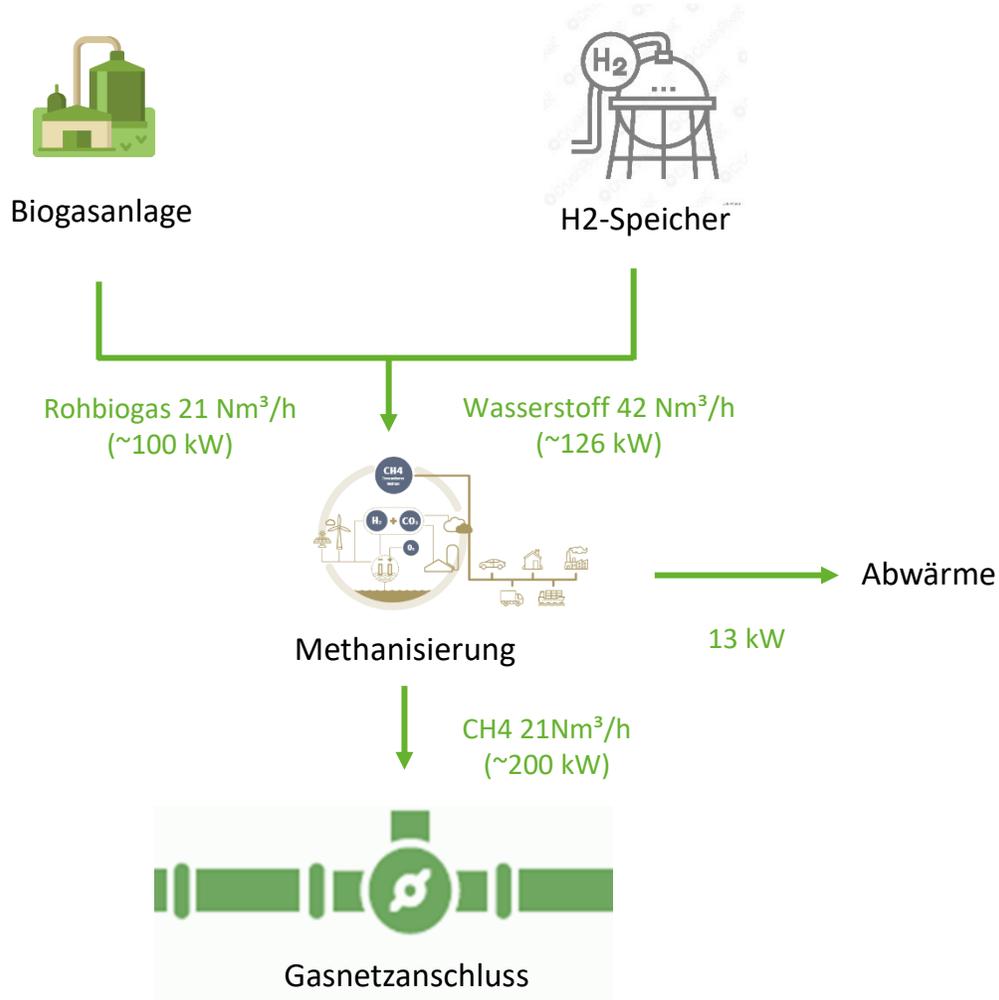
METHANISIERUNG

- DIE BIOGASAUFBEREITUNG UND METHANISIERUNG BESTEHT AUS ZWEI CONTAINERN (CONTAINER 1 UND CONTAINER 2) UND EINEM AUßENSTEHENDEN STAHLBAU MIT DEM REAKTOR
- IM REAKTOR WERDEN WASSERSTOFF AUS DER ELEKTROLYSE UND BIOGAS AUS DER BIOGASANLAGE KATALYTISCH ZU SYNTHETISCHEM ERDGAS UMGESETZT.
- DIE CHEMISCHE REAKTION FINDET AN EINEM NICKEL-KATALYSATOR IN EINEM PLATTENREAKTOR STATT.
- DAS SNG WIRD IN EINER NACHGESCHALTETEN EINSPEISEANLAGE IN DAS ERDGASNETZ EINGESPEIST. (MAX. 10% H₂ ANTEIL)
- 500 NM³ SNG/TAG
- OUTPUT EINER BIOGASANLAGE KANN SO VERDOPPELT WERDEN

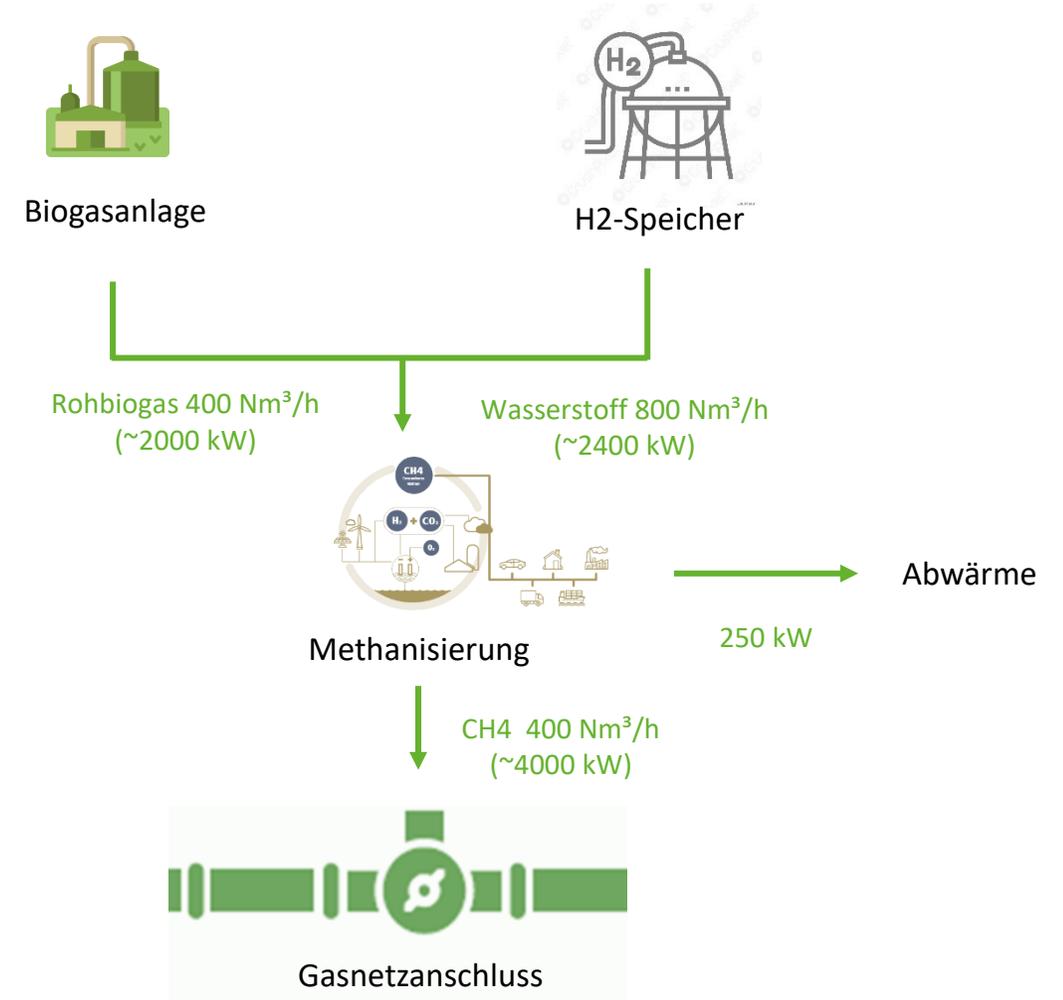


METHANISIERUNG - STOFFSTRÖME

Skalierung in Gabersdorf



Skalierung typische Biogasanlage



BEFÜLLANLAGE



- VIER STELLPLÄTZE MIT ZWEI BETANKUNGSMÖGLICHKEITEN
- STEUERUNG ÜBER ZENTRALES BEDIENPORTAL

AUTOMATISIERTER ABLAUF FÜR:

- FREISPÜLEN
- DICHTHEITSPRÜFUNG
- BEFÜLLUNG (KOSTENOPTIMIERT)
 - Direktbefüllung mit Kompressor
 - Überströmen aus MD-Speicher
 - Boostern



TRAILERKONZEPT



- STANDARD ADR ZUGMASCHINE
- GEFAHRENGUTTRANSPORT NACH ADR

TRAILERKONZEPT:

- Mehrbankensystem
- Inhalt Ca. 300 Kg
- Pneumatische Ventile
- Coriolis Durchflussmesser
- Steuereinheit
- Batterie
- Druckluftspeicher

ANSCHLÜSSE FÜR:

- Wasserstoff
- Erdung
- Druckluft
- Kommunikation
- Stromversorgung



ANLAGENSICHERHEIT & VERFÜGBARKEIT

- BRANDSCHUTZKONZEPT, WELCHES BRANDMELDEANLAGE, THERMOKAMERAS SOWIE DIVERSE RAUCH UND BRANDMELDER BEINHALTET
- 24/7 INTERNER BEREITSCHAFTSDIENST SOWIE 24/7 WARTUNGSVERTRÄGE MIT DEN JEWEILIGEN ANLAGENHERSTELLER
- GASWARNANLAGEN IN DEN GEWERKEN (H₂/CH₄/H₂S/O₂ ETC.) INSTALLIERT.
- 24/7 OBJEKTÜBERWACHUNG
- ZUTRITTSKONTROLLSYSTEM, ZUTRITT AUF DIE ANLAGE NUR MIT BERECHTIGUNGSKARTE



ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

EXPLOSIONSSCHUTZ H₂ VS. CH₄

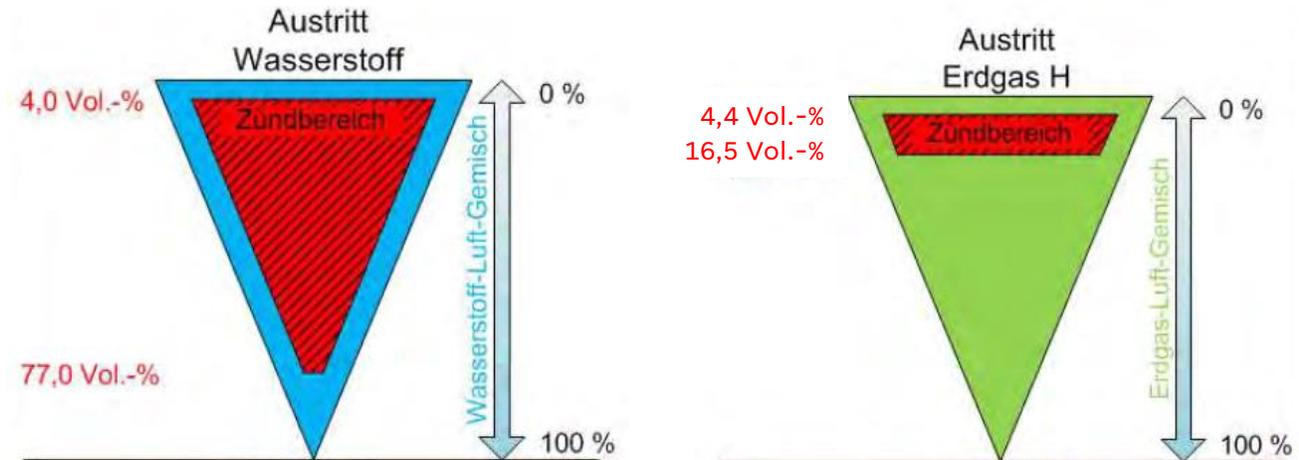
Eigenschaft	Methan	Wasserstoff	Parameter	Einheit	Methan	Wasserstoff
gasförmig	ja	ja	relative Dichte (Luft=1)		0,55	0,07
farblos	ja	ja	Explosionsgrenzen	Vol. %	4,4 - 16,5	4,0 - 77,0
geruchlos	ja	ja	Zündtemperatur	°C	595	560
giftig	nein	nein	Mindestzündenergie	mJ	0,23	0,017
brennbar	ja	ja	Explosionsgruppe		IIA (≥ 0,9mm)	IIC (≤ 0,5mm)
explosiv	ja	ja	Normspaltweite	mm	1,14	0,29
korrosiv	nein	nein	Flammfarbe		blau	farblos
			Infrarotabsorption		ja	nein
			Max. Druckanstiegsgeschwindigkeit	bar m/s	bis 52	bis 800
			Explosionsdruck	t/m ²	81	85

Normspaltweite: jene Breite eines Spaltes durch den ein Brand sich gerade nicht mehr fortpflanzt.

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

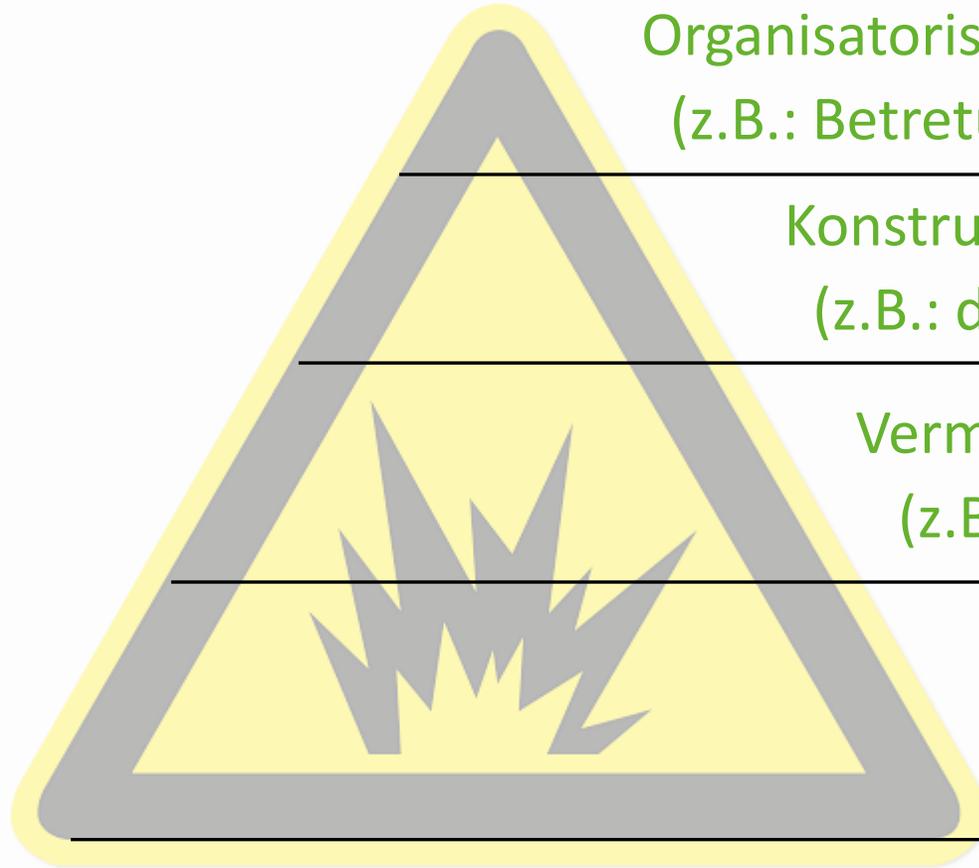
EXPLOSIONSSCHUTZ H₂ VS. CH₄

- Wasserstoff: H₂
4 – 77 Vol%:
- Erdgas: CH₄
4,4 – 16,5 Vol%
- Erdgas mit 10%Wasserstoff:
4,3 – 18,2 Vol%



Optimales Gas-Luft-Gemisch führt bei entsprechender Zündquelle zu Zündung / Explosion

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN EXPLOSIONSSCHUTZ



Organisatorische Maßnahmen
(z.B.: Betretungsverbot bei Betrieb)

Konstruktive Maßnahmen
(z.B.: druckfeste Ausführung, Schutzmauer, ...)

Vermeidung Zündquellen
(z.B.: Potenzialausgleich, Ex Installation,)

Vermeidung explosionsfähige Atmosphäre
(z.B.: Gaswarnanlage, Belüftung,)

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE H₂ PROZESSBESCHREIBUNG BZW. ABLAUF

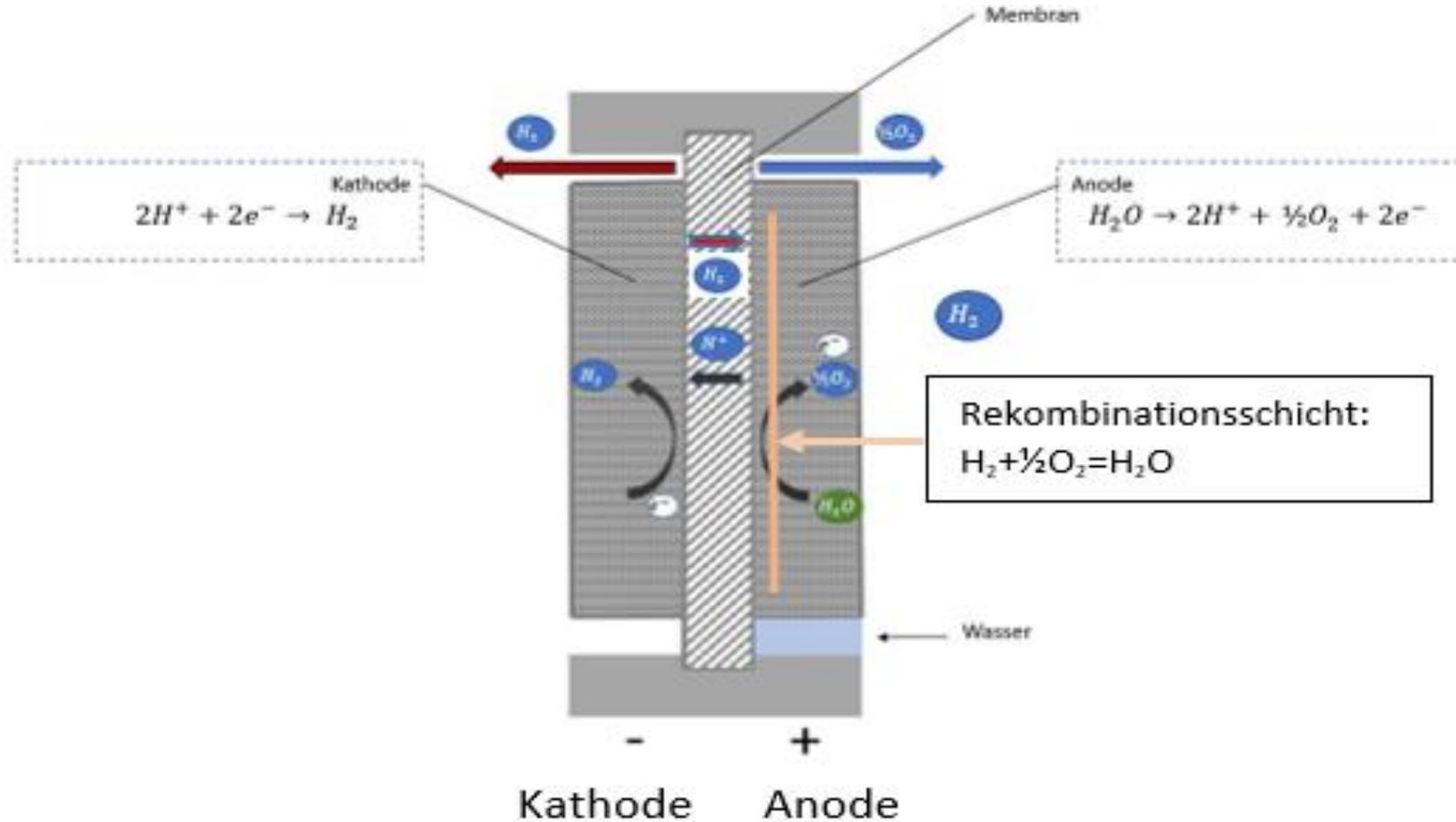
- Prozessbeschreibung:

Bei der Elektrolyse aus entmineralisiertem oder destilliertem Wasser (H₂O) unter Einsatz elektrischer Energie (Gleichstrom) wird gasförmiger Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) in der gewünschten Reinheit erzeugt.

- Prozessablauf:

Die in einem PEM-Elektrolyseur verwendete Polymermembran, lässt nur Wasserstoffionen durch. Das Wasser wird an der Anode in Sauerstoff, Wasserstoffionen und zwei Elektronen gespalten. Die Wasserstoffionen und die beiden Elektronen passieren dann die Membran und werden an der Kathode in Wasserstoff umgewandelt.

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK



Prinzip der Permeation

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

- In Abhängigkeit der Stromdichte kann es bei der Elektrolyse zu einer unerwünschten Wasserstoffanreicherung im Sauerstoffabscheider kommen.
- Dieses Phänomen tritt überwiegend während des An- und Abfahrprozesses auf.
- Bei Erreichen von 50% UEG im Sauerstoffabscheider führt dies zu einer Notabschaltung.
- Somit war es erforderlich sich mit dem unteren und oberen Betriebspunkt der Elektrolyse zu beschäftigen.

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

- Vorgangsweise:
 - Sammeln von relevanten Daten
 - Gleichdruck oder Gegendruckelektrolyse
 - Zellspannungen
 - Aufbau des Stacks
 - Berechnung der erforderlichen Stromdichten in Abhängigkeit des Druckes
 - Erarbeiten von Maßnahmen zur Beseitigung der Problematik
 - Einfluss der Rekombinationsschicht
 - Adaptierung des An- und Abfahrprozesses

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

- Einfluss der Stromdichte auf die Elektrolyse:
 - Die minimale Stromdichte ist durch den Diffusionsgrenzstrom limitiert. Diese ist jedoch abhängig vom Druck auf der Wasserstoffseite. Unterhalb der minimalen Stromdichte findet der Elektrolyseprozess nicht sauber statt, was eine Permeation zur Folge haben kann.
 - Die Begrenzung der Stromdichte nach oben hat eher Aspekte hinsichtlich der Lebensdauer eines Stacks. Zu hohe Stromdichten haben ungewollte Korrosionserscheinungen zur Folge, welche sich negativ auf die Lebensdauer des Stacks auswirkt. Daher ist es sinnvoll die Stacks mit Zellspannungen $< 2,2$ V und bis zu Stromdichten von 3 A/cm^2 zu betreiben.

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

- Oberer Betriebspunkt der Elektrolyse:
Dieser definiert sich über den vorgegebenen Wirkungsgrad, der Lebensdauer und der erforderlichen Gasreinheit
- Unterer Betriebspunkt der Elektrolyse:
Der untere Betriebspunkt definiert sich über den Wirkungsgrad und zusätzlich über die Gasreinheit auf der Anodenseite. Die Gasreinheit auf der Anodenseite liegt sicherheitstechnischen Überlegungen zu Grunde. Durch die Permeation von Wasserstoff auf die Sauerstoffseite von mehr als 4 V% hat ein **explosionsfähiges Gemisch** zur Folge, welches **unbedingt vermieden werden muss!**

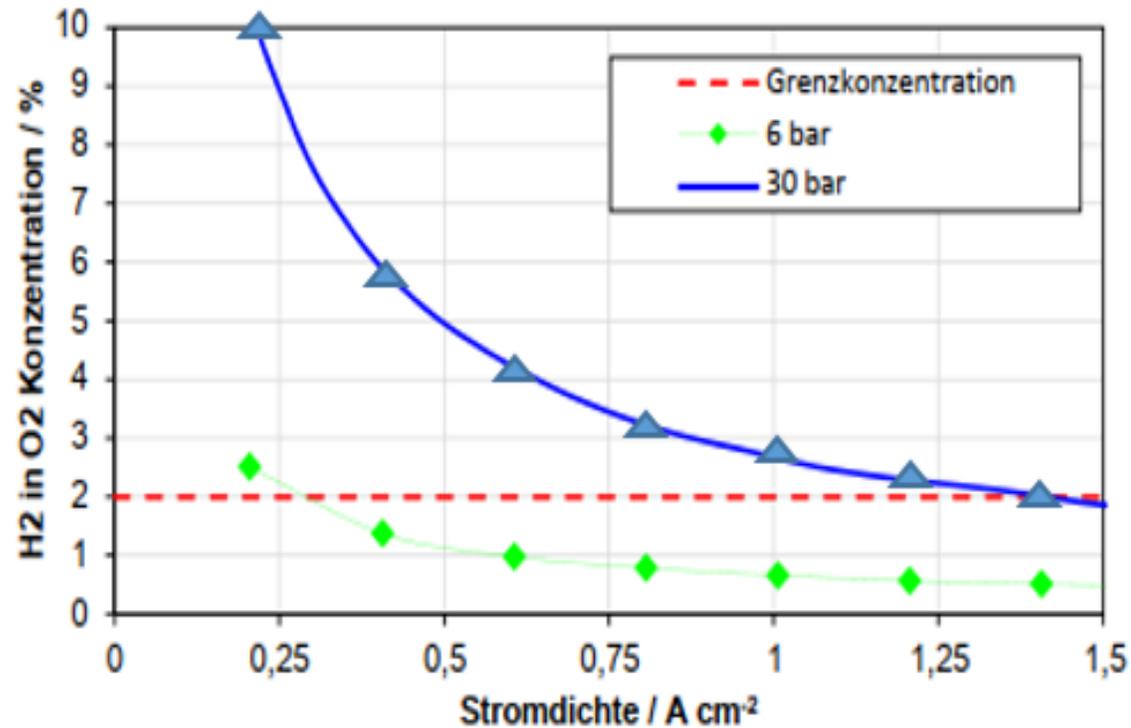
ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

- Permeation von Wasserstoff auf die Sauerstoffseite :
Die Permeation ist abhängig vom Betriebsdruck der Elektrolyse sowie der Stromdichte i im unteren Betriebspunkt.
Der Verluststrom durch Permeationsvorgänge kann für unterschiedliche Stromdichten, Betriebsdrücke und einer angenommen Membrandicke von 200 μ m berechnet werden.
Die Grenzkonzentration für die Permeation von Wasserstoff auf der Sauerstoffseite soll maximal 2 V% (50% UEG) betragen damit es aus explosionsschutztechnischer Sicht zu keiner zündfähigen Atmosphäre kommen kann.

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

- Berechnete H₂ in O₂ Konzentration in Abhängigkeit von Druck und Stromdichte:



H ₂ in O ₂ [V%]	Stromdichte bei 6bar [A/cm ²]	Stromdichte bei 30bar [A/cm ²]
0		
0,4	1,4	
0,5	1,2	
0,6	1	
0,7	0,8	
1	0,6	
1,5	0,4	1,75
2	0,25	1,4
2,5	0,2	1,1
3	0,15	0,9
4		0,65
5		0,5
6		0,4
7		0,33
7,5		0,3
8		0,28
9		0,25
10		0,21

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

- Ermittlung der Stromdichte:

Mit der aktiven Gesamtfläche der Stacks A_{ges} ergibt sich die Leistung des P_{el} in Abhängigkeit der Stromdichte i .

$$P_{el}(i) = P_{el(spez)}(i) * A_{ges} = U_{zelle}(i) * i * A_{ges}$$

Beispiel:

Membranfläche $A_{ges} = 400\text{cm}^2$; Strom $I = 370\text{A}$

Stromdichte $i = I/A_{ges} = 370\text{A}/400\text{cm}^2 = \mathbf{0,925\text{A}/\text{cm}^2}$

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

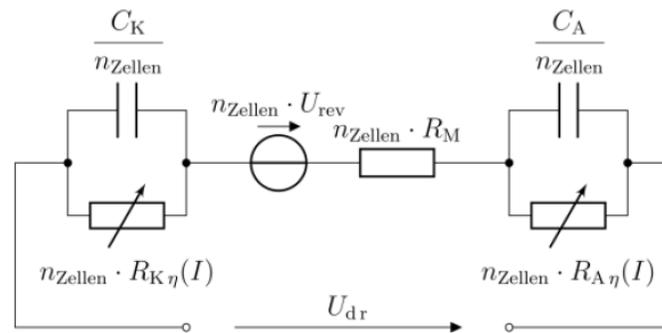
- Einfluss der Zellspannung auf die Elektrolyse:
 - Die Zellspannung, die benötigt wird, um die Elektrolyse im idealen Fall (ohne Verluste) zu betreiben, wird reversible Zellspannung (U_{Rev}) genannt. Diese beträgt 1,23V
 - Jedoch kommen in der Praxis an verschiedenen Stellen in der Elektrolyse Verluste vor. Die daher benötigte Zellspannung erhöht sich zur reversiblen Zellspannung um diese Spannungsverluste

$$U_{\text{Zelle}} = U_{\text{Rev}} + \boxed{?} U_{\text{Verluste}}$$

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

- Verlusttypen bei den Spannungsverlusten:
 - An den Elektroden ergeben sich Spannungsfälle durch Polarisierungseffekte und die Aktivierungsenergie.
 - Des Weiteren muss der Spannungsfall über die Zellmembran berücksichtigt werden. Die Berechnung des Membranwiderstands R_M
 - Dabei sind l_M und A_M die Membrandicke bzw. -fläche und λ_M der Wassergehalt der Membran zu berücksichtigen.



ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN ELEKTROLYSE H₂ IN O₂ PROBLEMATIK

- Erkenntnisse daraus:
 - Anfahrprozess muss entsprechender Leistung erfolgen.
 - Der Druckaufbau soll zeitverzögert zur Bestromung der Stacks erfolgen.
 - Einbringen einer Rekombinationsschicht auf der Anodenseite der Stacks
Die dadurch angeregte Katalyse rekombiniert den zurück diffundierten Wasserstoff mit dem Sauerstoff auf der Anodenseite zu Wasser.
Als Katalysator kommt Platin zum Einsatz.
 - Beobachtung der Einzelspannungsmessung beim Elektrolyseprozess gibt Auskunft wie sauber der Elektrolyseprozess von statten geht.

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE WASSERANSCHLUSS

- Für den Elektrolyseprozess ist ein Wasseranschluss ans öffentliche Wasserversorgungsnetz erforderlich. Dabei ist zu beachten, dass nicht nur die für den Elektrolyseprozess erforderliche Wassermenge sondern auf die Wassermenge für den Regenerationsprozess der Wasseraufbereitungsanlage für die Dimensionierung der Wasseranschlussleitung herangezogen werden muss.
- Beispiele für Wasserverbräuche:
 - Elektrolyseprozess 260l/h mit einem Leitungsdruck $> 3,8$ bar
 - Regenerationsprozess 940l/h bei $> 3,8$ bar für 5min
 - Rückspülung Regenerationsprozess 2800l/h bei $> 3,8$ bar für 7 min
- Bei zu geringer Leitungsdimensionierung fällt der Wasserdruck beim Regenerationsprozess unter den erlaubten Mindestdruck ab.

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE WASSERAUFBEREITUNG

- Die Aufbereitung des eingesetzten Wassers ist essenziell für den Elektrolyse Prozess. Unter anderem ist der Leitwert des Wassers ein maßgeblicher Faktor für die Reinheit des Wassers. Dabei gilt: Je verunreinigter ein Wasser ist, desto besser leitet es Strom, desto höher der Leitwert. Außerdem korreliert der Leitwert mit der Wasserhärte, was heißt je höher der Leitwert desto höher die Wasserhärte.
- Beispiele für den Leitwert von Wasser:
 - ultragereinigtes Wasser: etwa $0,05 \mu\text{S}/\text{cm}$ (= nicht leitfähig)
 - Destilliertes Wasser: bis zu $20 \mu\text{S}/\text{cm}$
 - Regenwasser: etwa $30 \mu\text{S}/\text{cm}$
 - Trinkwasser: $1 \text{ Grad DH} \approx 35 \mu\text{S}/\text{cm}$, durchschnittlich zwischen 300 bis 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE WASSERAUFBEREITUNG

- Die Wasseraufbereitung ist eine Schlüsselkomponente für die Produktion von hochwertigem Wasserstoff und für den dauerhaften Betrieb des Elektrolyseurs. Eine unzureichende Wasseraufbereitung kann zu Betriebsstörungen und Schäden am Elektrolyseur führen.
- Für den Elektrolyse Prozess wird hochreines Wasser verwendet, theoretisch sollte der Leitwert somit bei $0,05 \mu\text{S}/\text{cm}$ liegen, also nicht leitfähig sein.
- In der Praxis liegen die Leitwerte für die Elektrolyse bei $> 5 \mu\text{S}/\text{cm}$, typischerweise bei $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$.
- Daraus entsteht das Erfordernis einer aufwendigen und sehr sorgfältigen Wasseraufbereitung:

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN

ELEKTROLYSE WASSERAUFBEREITUNG

- Komponenten der Wasseraufbereitungsanlage für Trinkwasser ohne Chlor:
 - Enthärtungsanlage mit Salz (Vorenthärtung des Wassers)
 - Umkehrosmoseanlage (Abspaltung von Schmutzpartikel im Wasser)
 - Membrantgasungsanlage (Entfernung von Gasen und gelöster Kohlensäure)
 - Ionentauscher bzw. Mischbett (Reduzierung des Leitwertes)

ERSTE BETRIEBSERFAHRUNGEN ELEKTROLYSE WASSERAUFBEREITUNG



AUSBLICK

- KOMPLEXE SCHNITTSTELLEN IM ZUSAMMENSPIEL UNTERSCHIEDLICHER ANLAGENKOMPONENTEN
- TÄGLICHES LERNEN AN DER ANLAGE UND KNOW-HOW AUFBAU
- DIE ÜBERFÜHRUNG IN EINEN UNBESETZTEN BETRIEB DER ANLAGE SOWIE DIE LÖSUNG VON TECHN. PROBLEMSTELLUNGEN
- ENTWICKLUNG UND VERBESSERUNG EINER NEUEN TECHNOLOGIE GEMEINSAM MIT FORSCHUNGSPARTNERN, HERSTELLERN UND KUNDEN
- GEWINNUNG WEITERER REGIONALER KUNDEN
- ERWEITERUNG UM ELEKTROLYSEUR 1 MW UND VERDICHTERANLAGE MÖGLICH



Sicherheitsunterweisung

Renewable Gasfield

Energienetze Steiermark

WAS TUN IM NOTFALL?



Machen Sie sich mit den Notfallmaßnahmen Vorort vertraut. Im Notfall, wenn also Gefahr für Menschen in der Anlage droht und die Anlage aus Sicherheitsgründen vorübergehend geräumt werden muss, ertönt ein akustisches Warnsignal. Verlassen Sie dann bitte die Anlage über die gekennzeichneten Fluchtwege und suchen Sie unverzüglich den Sammelplatz auf (siehe Übersichtsplan). Wenn Sie dort angekommen sind, melden Sie sich auf jeden Fall beim Aufsichtspersonal.

NOTRUFNUMMERN

Euronotruf ☎ 112

Feuerwehr ☎ 122

Polizei ☎ 133

Rettung ☎ 144

Gasotruf ☎ 128



Wir weisen sie daraufhin, dass unsere Anlagen aus Sicherheitsgründen video-und alarmüberwacht sind.

DIE WICHTIGSTEN VORSCHRIFTEN - GEBOTE

 Melden Sie alle gefährlichen Ereignisse wie unsichere Handlungen, Zustände und erkannte Gefährdungen, Unfälle inkl. Beinaheunfälle und jeder sonstige Zwischenfall sind unverzüglich zu melden.

 Im Zweifelsfall immer fragen

 Achten Sie auf Ordnung und Sauberkeit

DIE WICHTIGSTEN VORSCHRIFTEN - VERBOTE

 Ohne Anmeldung und Unterweisung kein Zutritt.

 Feuer, Rauchen, offenes Licht und die Verwendung von Zündmittel sind verboten.

 Das Mitbringen, Anbieten von Alkohol und Drogen oder anderen berauschenden Mitteln (evtl. Medikamente) sowie deren Konsum ist strengstens verboten! Essen und Trinken ist, außer in den dafür vorgesehenen Räumlichkeiten, grundsätzlich verboten!

 Fotografieren, Telefonieren und Filmen ist grundsätzlich verboten.

 Achten sie auf die gekennzeichneten Betretungsverbote in Bereichen mit elektrischem Strom und bei elektromagnetischen Feldern.

GEFAHRENZONEN



Explosionsgefährdeter Bereich (EX) – Feuer, Rauchen, offenes Licht und die Verwendung von Zündmittel sind strengstens verboten.



Gefahr durch Gas



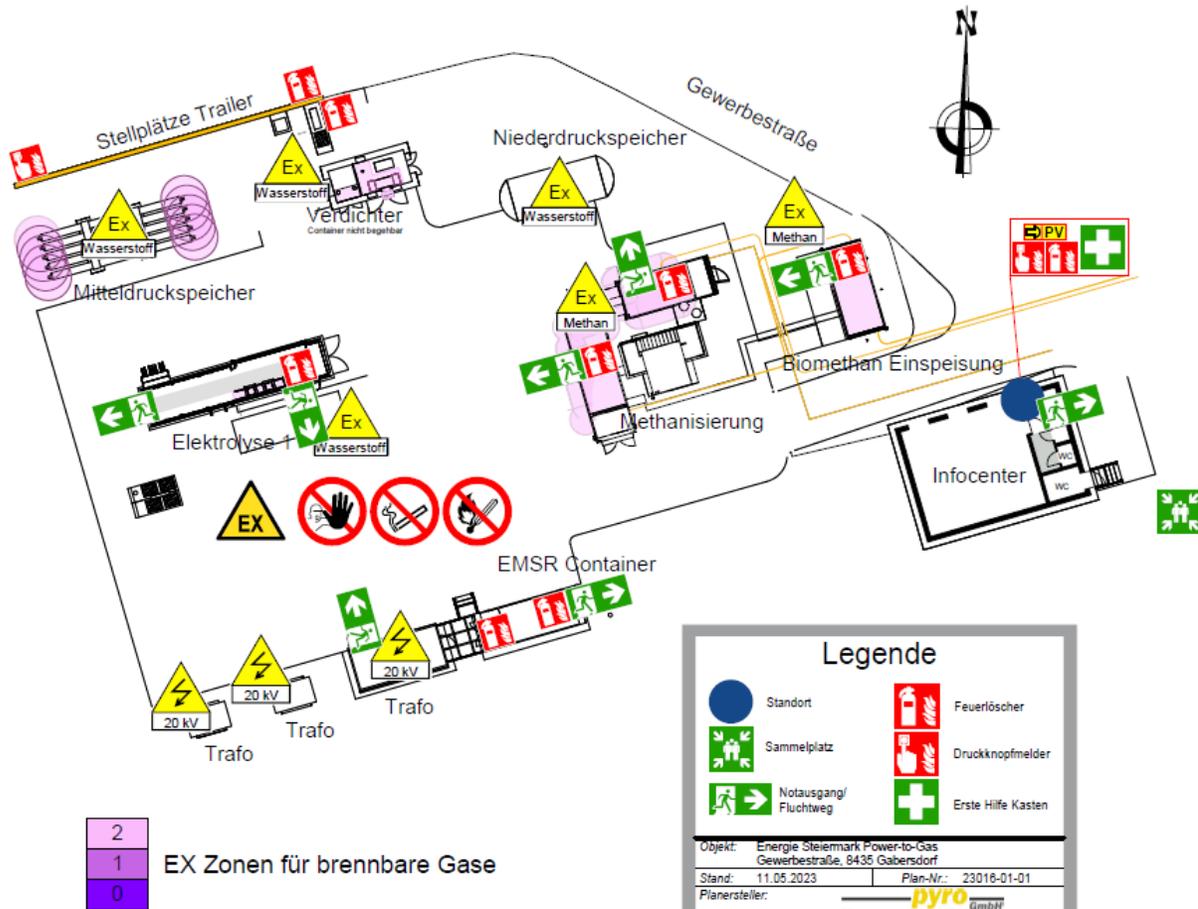
Gefahr durch Elektrizität



Gefahr durch elektromagnetische Felder



BESUCHERINFORMATION – ALARM UND NOTFALLPLAN



Verhalten bei Unfällen Ruhe bewahren	Conduct in case of accident Stay calm
1. Unfall melden Telefon: 144 Wo geschah es? Was geschah? Wie viele Verletzte? Welche Arten von Verletzungen? Warten auf Rückfragen!	1. Report the accident Telephone: 144 Where did it happen? What happened? How many are injured? What type of injuries? Wait for further queries!
2. Erste Hilfe Absicherung des Unfallortes Versorgung der Verletzten Anweisungen beachten	2. First aid Make the scene of the accident safe Care of the injured persons Follow instructions
3. Weitere Maßnahmen Rettungsdienst einweisen Schaulustige entfernen	3. Additional measures Instruct the emergency services Clear the area of onlookers

Verhalten bei Gasaustritt Ruhe bewahren	Conduct in gas leak Stay calm
1. Anlage runterfahren Brandmelder betätigen	1. Shut down the system Activate the fire alarm
2. In Sicherheit bringen Gefährdete Personen mitnehmen Anweisungen beachten	2. Move to a safe place Take endangered persons with you Follow instructions
3. Gasaustritt melden Telefon: 128 Wo tritt Gas aus? Welche Gefahren? Warten auf Rückfragen!	3. Report the gas leak Telephone: 128 Where is the gas leak? What dangers are there? Wait for further queries!

Weitere wichtige Telefonnummern	Other important phone numbers
1. Gasnotruf Telefon: 128	1. gas emergency call Telephone: 128
2. Steiermärkische Landeswarnzentrale Telefon: 130	2. Warning center of styria Telephone: 130
3. Brandschutzbeauftragter Erlof Sohofer Telefon: 0984 8183 161 0318 9000 63151	3. Fire protection officer Erlof Sohofer Telephone: 0984 8183 161 0318 9000 63151

Verhalten im Brandfall Ruhe bewahren	Conduct in case of fire Stay calm
1. Brand melden Brandmelder betätigen und Telefon: 122 Wo brennt es? Was brennt? Wie viel brennt? Welche Gefahren? Warten auf Rückfragen!	1. Report the fire Activate the fire alarm and Telephone: 122 Where is the fire? What is burning? How much is burning? What dangers are there? Wait for further queries!
2. In Sicherheit bringen Gefährdete Personen mitnehmen Türen und Fenster schließen Gezeichneten Rettungswegen folgen Aufzug nicht benutzen Anweisungen beachten	2. Move to a safe place Take endangered persons with you Close doors and windows Follow marked escape routes Do not use the lift Follow instructions
3. Lösungsversuch unternehmen Feuerlöscher benutzen	3. Attempt to extinguish the fire Use fire extinguisher

VIELEN DANK!

Energienetze Steiermark GmbH
Leonhardgürtel 10
8010 Graz

DI FH Johann Haberl
Zentrale Warte Fernwirktechnik

Dipl.-Ing. Andreas Kainz
Assetmanagement und Engineering Gas

