



# DEKRA Industrie <sup>H<sub>2</sub></sup>

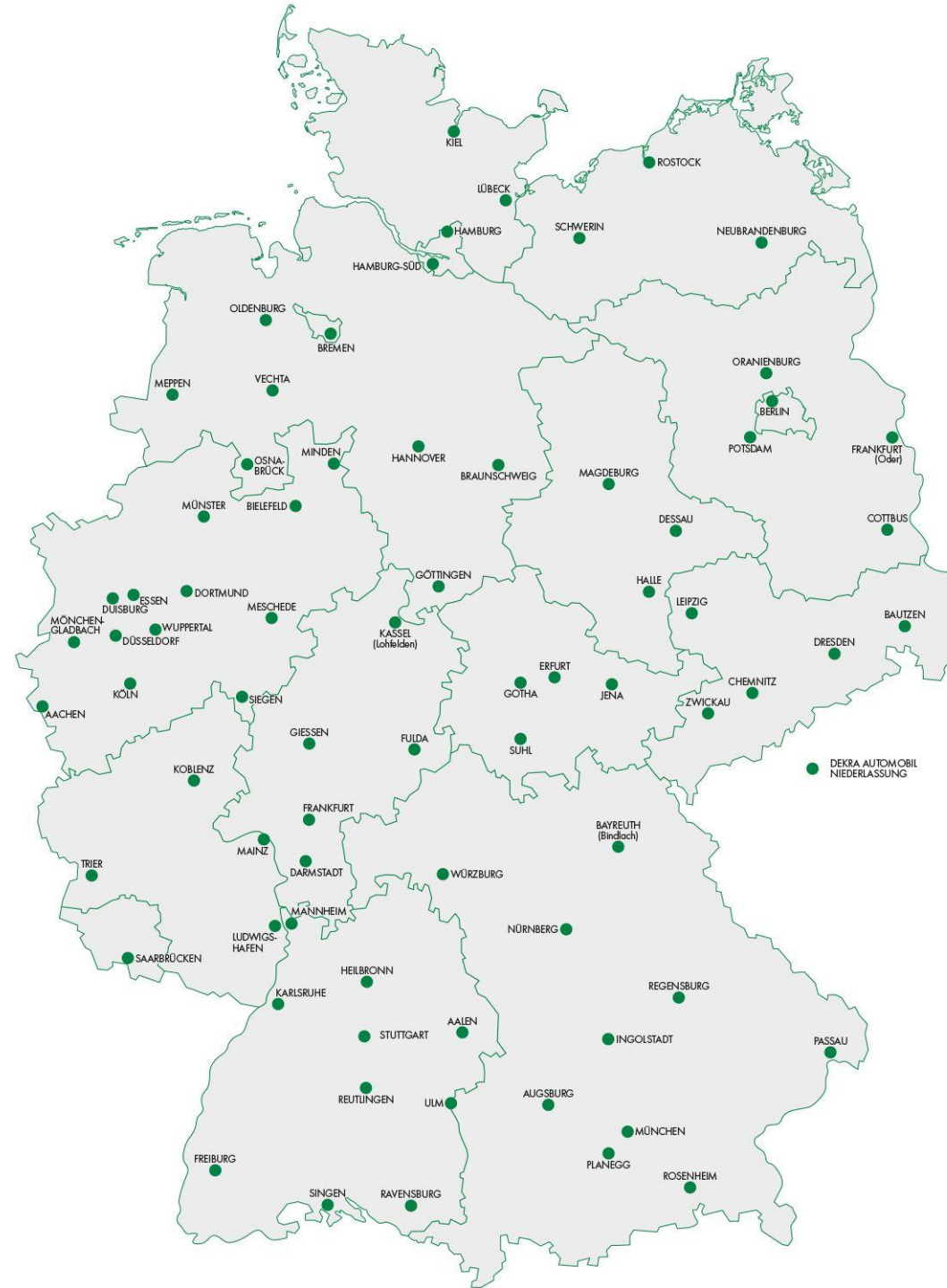
**Nutzung von Wasserstofftechnik.  
Sicherheit für  
Mitarbeiter und Anlagen**

12. Wissenschaftswoche  
Energiesymposium  
Technische Hochschule Wildau  
03.03.2023



# DEKRA für Sie vor Ort

44.000 Mitarbeiter/innen  
Prüf-Sachverständige  
in Deutschland und in  
>50 Ländern der Erde.

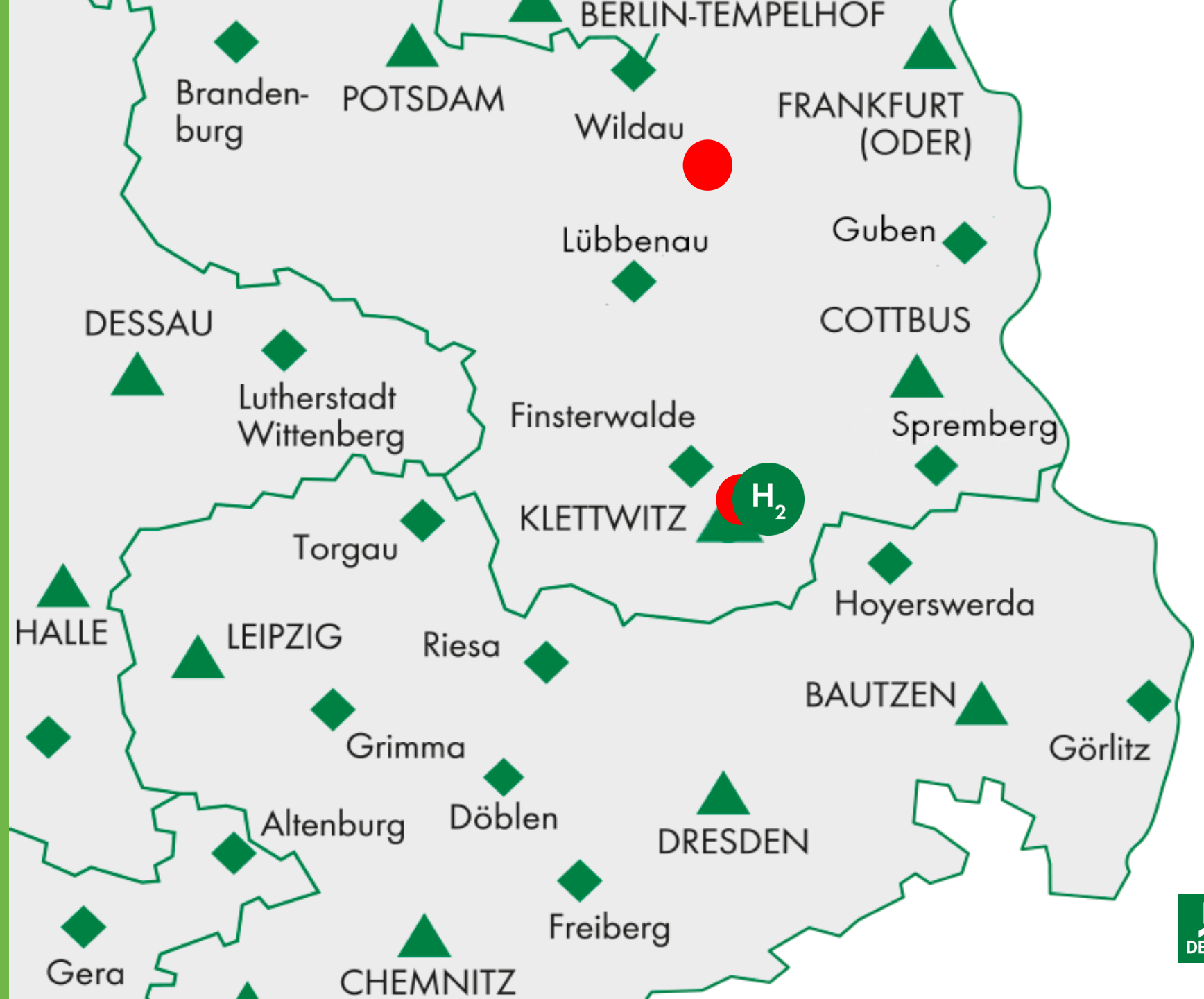




# DEKRA für Sie vor Ort

Sicherheit durch praxisnahe Tests!

In Klettwitz / Brandenburg unser H<sub>2</sub>-Prüfzentrum für Assets, Gasarmaturen bis DN 750  
Prüfung nach GasHDrLtgV.



# Nr.1 im PSE - Wasserstoff Eigenschaften

Wer sie beachtet, kann Sicherheit maximieren.

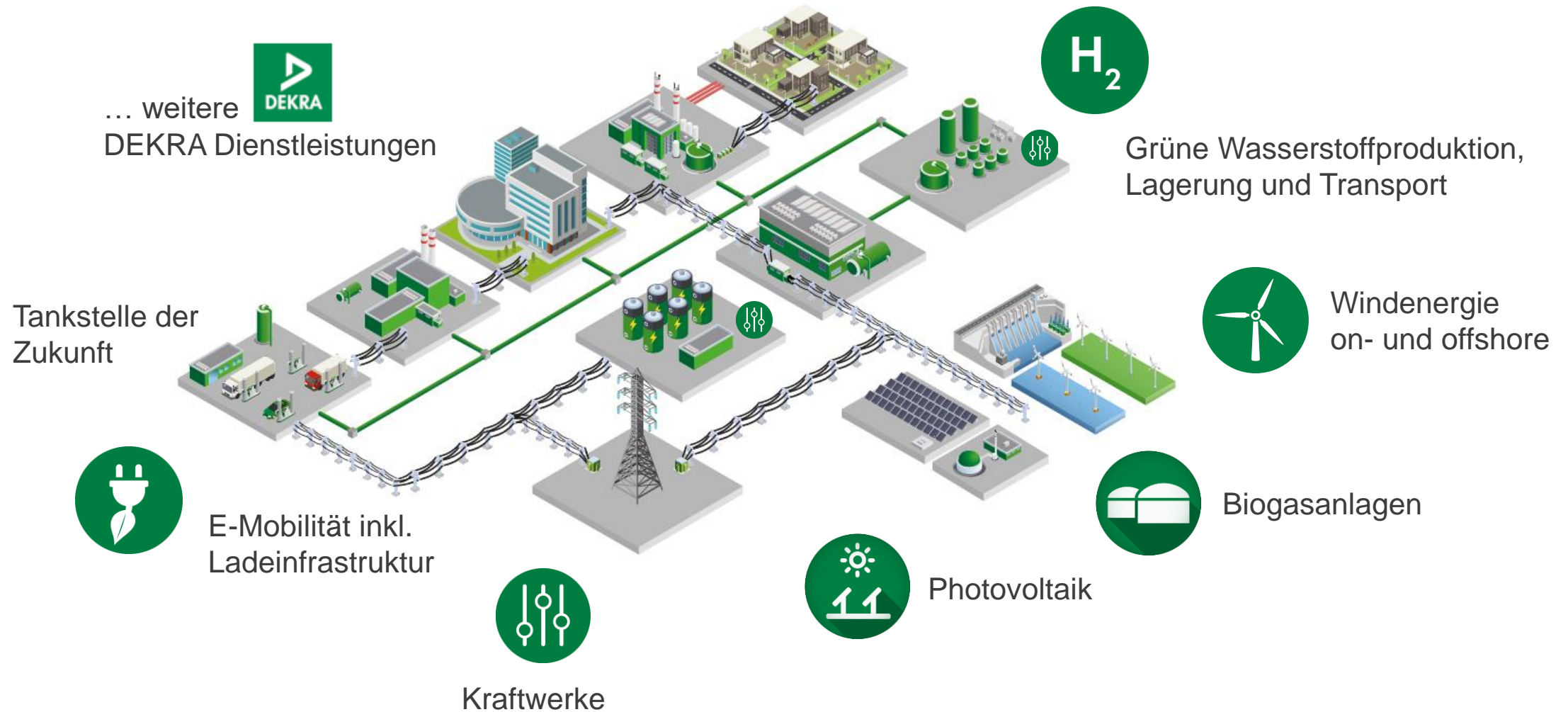
Ordnungszahl Nichtmetall	1	1,0079	Atomgewicht Gas
Symbol	H		
Name	Wasserstoff		
Elektronegativität	2,2	0,09	Dichte kg/ m <sup>3</sup>

- farblos, geruchlos → Achtung: schlechte Erkennbarkeit von Wasserstofflecks
- kleinste Moleküle → Diffusion durch Risse, Verbindungen o.ä. sind möglich
- ungiftig → gute Nachricht: für Menschen ist H<sub>2</sub> in der Atemluft keine Gefahr
- spez. Gewicht 0,0899 g/l → 14,4 mal leichter als Luft, extrem flüchtig (Im Freien kaum Gefahr.)



# Wasserstoff im Power-toX Netzwerk

Eine Speicherenergie, als Schnittstelle im Energiemix.



# Wasserstoff – Ein Gas voller Power...

Energie die gebändigt werden kann.

Ordnungszahl Nichtmetall	1	1,0079	Atomgewicht Gas
Symbol	H		
Name	Wasserstoff		
Elektronegativität	2,2	0,09	Dichte kg/ m <sup>3</sup>

Wasserstoff bildet beim Austritt ein entzündliches Gemisch mit der Umgebungsluft  
Anteil von 4% bis ~75% (explosiv erst ab ca. 18%)

- Energiedichte - 1 kg gasförmiger Wasserstoff → entspricht ca. 2,75 kg Benzin
- 1 kg gasförmiger Wasserstoff → hat Volumen von 11 m<sup>3</sup>
- Flammgeschwindigkeit bei Wasserstoff 346 cm/s → ca. 8x höher als bei Erdgas (43 cm/s)

P.S. Statement: Ohne Zündquelle / ohne Zündfunken kaum Gefahr...



# Geringe Zündenergie...

Eine Gefahrenquelle, die beachtet werden muß.

Eigenschaften	Einheit	Wasserstoff H <sub>2</sub>	Methanol CH <sub>3</sub> OH	Methan CH <sub>4</sub>	Propan C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Benzin C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>
Untere Explosionsgrenze *)	Vol. %	4,0	6,0	4,4	1,7	1,1
Obere Explosionsgrenze *)	Vol. %	77,0	50 (bei 100°C)	17,0	10,8	6,7
Anteil Brennstoff im stöchiometrischen Gemisch *)	Mol.-%	29,5	(12,2)	9,5	4,0	(1,9)
Mindest-Zündenergie *)	mJ	0,017	0,14	0,29	0,24	0,24
Zündtemperatur *) gemäß DIN 51794	°C	560	440	595	470	220
Maximale laminare Flammgeschwindigkeit	cm/s	360 (bei 40 Vol. %)	43	37	47	30
Flammentemperatur	°C	2050	1870	1950	1925	2030
Spezifischer Heizwert	MJ/kg	120	19,95	50	46,2	42 - 44



# Technische Möglichkeiten für mehr Sicherheit

Anlagen offline / online / inline überwachen.



- Speicher mit integrierten Sicherheitssystemen → GFK / CFK mit einlaminieren Sensoren...
- für H<sub>2</sub> geeignete Sensorik und → prof. Gasmesstechnik einsetzen
- Wiederkehrende Prüfungen durchführen → ZÜS Druck / EX - nach BetrSichV, DGRL
- Ausbläser berechnen, für H<sub>2</sub> und O<sub>2</sub> → ZÜS Druck
- Mindestabstände nach KAS 18, TRGS 746, 751 → berechnen und einhalten
- keine O<sub>2</sub> Tanks direkt neben H<sub>2</sub> Tanks → Druckbehälter sind kein „Garderoben-Schrank“

Neu: seit 2021 bei DEKRA: SEP Schallemissionsprüfung, als Ersatzprüfung nach BetrSichV !

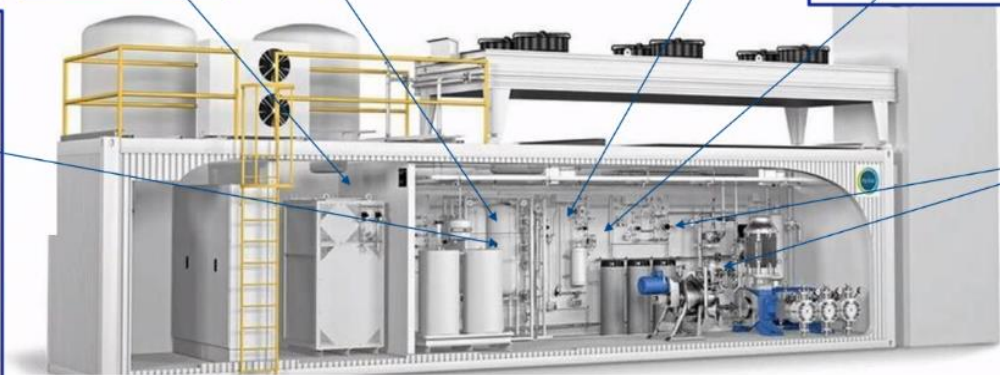





# Produktion von Wasserstoff

## Komplexe Anlagen / Elektrolyseure verschiedener Bauart

### PEM Elektrolyseur




**Edge Controller**  
Kompakte Steuerungen für Stand Alone




- RRSTI-EP E/A und VersaMaxrun HNL, Historiker- und Analyseanwendungen sind skalierbar und redundant ausgelegt
- Quick Panel Monitore können Analysen des Kraftstoffverbrauchs und der verfügbaren Tankstellen anzeigen

**Aventics Ventilinsel oder Pilot ASCO 262**




- Geringe Größe und geringes Gewicht
- Elektrischer Anschluss: Mehrfach, Feldbus, IO-Link
- Flexible Erweiterungsoptionen
- AV03 und AV05 miteinander kompatibel

**Aventics AF2 Serie**




- Der Aventics AF2 IIoT Sensor liefert Durchfluss- und Leckagewerte im Wasserstoffkompressor
- Reduziert Ausfallzeiten durch vorausschauende Wartung des Kompressors

**Rosemount PT/TT**




- Überwacht den Wasserstoffdruck
- Vergoldeter Sensor, resistent gegen Wasserstoffpermeation, verlängerte Lebensdauer
- X-Well-Technologie ohne Prozessintrusion, keine Lecks und einfache Nachrüstung

**Fisher GX, easy-e und HP Regelventil**




- Umfassendes Angebot an Regelventilprodukten zur Abdeckung eines großen Druck- und Temperaturbereichs für universelle und komplexe Anwendungen
- Konzipiert für einfache Wartung, niedrige Betriebskosten und hohe Genauigkeit

**Rosemount X-stream**




- Verbessertes Gasanalyse-System
- Komplett Lösung zur Erkennung von Wasserstoff- und Sauerstoffkonzentrationen in der Atmosphäre
- Gewährleistet Anlagensicherheit durch die Überwachung von Lecks

**Tescom BPR**



- Hochpräzise Gegendruckregler mit hohem Durchfluss und niedrigem Druck, mit Federkuppel und Luftbelastungsoptionen
- Zur Verwendung bei der Druckregelung von Elektrolysezellen und der Regelung des Pumpenauslassdrucks

**ASCO 290/298 Absperrventil**



- Druckbetätigtes Eckkolbenventil mit Auf/Zu- oder Proportionalsteuerung
- Wasserdichtigkeit nach IP66
- Vorsteuerventile in Edelstahl mit ATEX-Antrieb lieferbar

Quelle: Emerson Automation



# Möglichkeiten Sie und Ihre Mitarbeiter zu schützen.

Aktive Weiterbildung, statt nur unterschriebenes Papier/Belehrungen.

## Trainingsmodule und Erfahrungsaustausch!

- planerisch → GBU Gefährdungsbeurteilung für jeden Arbeitsplatz
- planerisch → Brandschutz, Blitzschutz, Ausbläser usw.
- kooperativ → techn. Abstimmung mit Lieferanten / Dienstleistern / Feuerwehr
- operativ → Anlagen mit H2 ready Siegel betreiben
- operativ → Einarbeitung durch Profi / versierten Kollegen
- operativ → R&I Diagramme erklären. Was passiert wenn...



P.S. Wiederkehrende Arbeitsschutzbelehrung durch H2 Experten, nicht nur durch einfache Fachkraft für Arbeitssicherheit - FaSi...

# Wasserstoff | Flammenfarbe /-Temperatur

Hellblau. im Tageslicht fast unsichtbar...

Dafür wirklich SUPER! Hochreine Verbrennung!  
Anlagen „verdrecken“ wenig... Normale Wartungskosten sinken.

Wasserstoff hat eine Farbe nah am ultravioletten Spektrum und bildet andere Flammgeometrien aus als Benzin, Diesel, CH<sub>4</sub>, Propan usw.

Anlagen, Brenner, Flammrohre, Thermen müssen bei H<sub>2</sub> Nutzung qualifiziert umgebaut / rezertifiziert (CE) werden.

P.S. Unser Netz in Ostdeutschland, ist überwiegend schon H<sub>2</sub>ready für 30% H<sub>2</sub> Beimischung.

Ordnungszahl Nichtmetall	1	1,0079	Atomgewicht Gas
Symbol	H		
Name	Wasserstoff		
Elektronegativität	2,2	0,09	Dichte kg/ m <sup>3</sup>

Brennstoff	Flammentemperatur	
	mit Luft	mit reinem Sauerstoff
Propan/Butan	1925 °C	2850 °C
Wasserstoff	2130 °C	3080 °C <sup>[1]</sup>
Methan (Erdgas)	1970 °C	2860 °C
Ethin (Acetylen)	2250 °C	3030 °C

Quelle: Wikipedia

# Was tun, wenn Wasserstoff doch brennt?

Feuerwehr rufen, H<sub>2</sub> Zufuhr stoppen - statt nur löschen...

**Es ist nicht ratsam, ein Wasserstoff-Feuer zu löschen.**

Es ist besser, die H<sub>2</sub>-Zufuhr zu stoppen, damit dem Feuer die Nahrung ausgeht und gleichzeitig umliegende Objekte mit Wasser zu kühlen.

Sollte ein Löschversuch unternommen werden, könnte die Flamme eventuell zwar gelöscht werden, es könnte aber noch weiterhin Wasserstoff ausströmen, der sich dann eventuell etwas später woanders wieder entzündet oder eine Explosion auslöst.

Außerdem ist es schwierig, eine Flamme zu löschen, die fast unsichtbar ist...

Quelle: [www.hydrogeit.de](http://www.hydrogeit.de)





# ATEX / betriebl. Explosionsschutz

H2 Sicherheit durch unsere ZÜS-EX und ZÜS-Druck



## Erarbeiten von ExSchutz-Konzepten und qualifizierte Nutzung von Druckbehältern

- im Rahmen der Produktentwicklung
- für eine sichere Fertigung
- Prüfung bei Inbetriebnahme von Anlagen, Produkte
- wiederkehrende Prüfungen

## Umsetzung der BetrSichV, ArbSchG

- Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung
- Ex-Zoneneinteilung
- Explosionsschutzdokument erarbeiten

- **Beispiele aus der Praxis**

- Elektrolyseure und Brennstoffzellen
- Verdichter, Armaturen, Pipelines (auch Umwidmung auf H2)
- Speicher/Gasflaschen aktuell bis 1.000 bar



## Integrierter Explosionsschutz



Technische + Organisatorische Schutzmaßnahmen

# Was kostet H2 und lange ist die Betankungszeit?

Mit 7kg H2, bei 700 bar Betankung- bis zu 700km fahren! 3x7 Regel...

Betrag	0.00	€
Abgabe	0.00	kg
Preis je kg	13.85	€/kg

## Sichere und schnelle H2-Betankung in Kürze - Standard.

- Tankzeit PKW: 4:30min
- kg Preis: 13.85 €

In Planung ca. 200 neue H2 Tankstellen bundesweit. Bis ca. 2026...



# Sicherheit bei Wasserstoffproduktion / Nutzung ist planbar.

Unsere Dienstleistungen für Ihre Wasserstoffanlage.



## 1 **Genehmigungsphase**

Unterstützung beim Genehmigungsverfahren nach BImSchG



## 2 **Planungsphase**

Prüfung von Planungsunterlagen



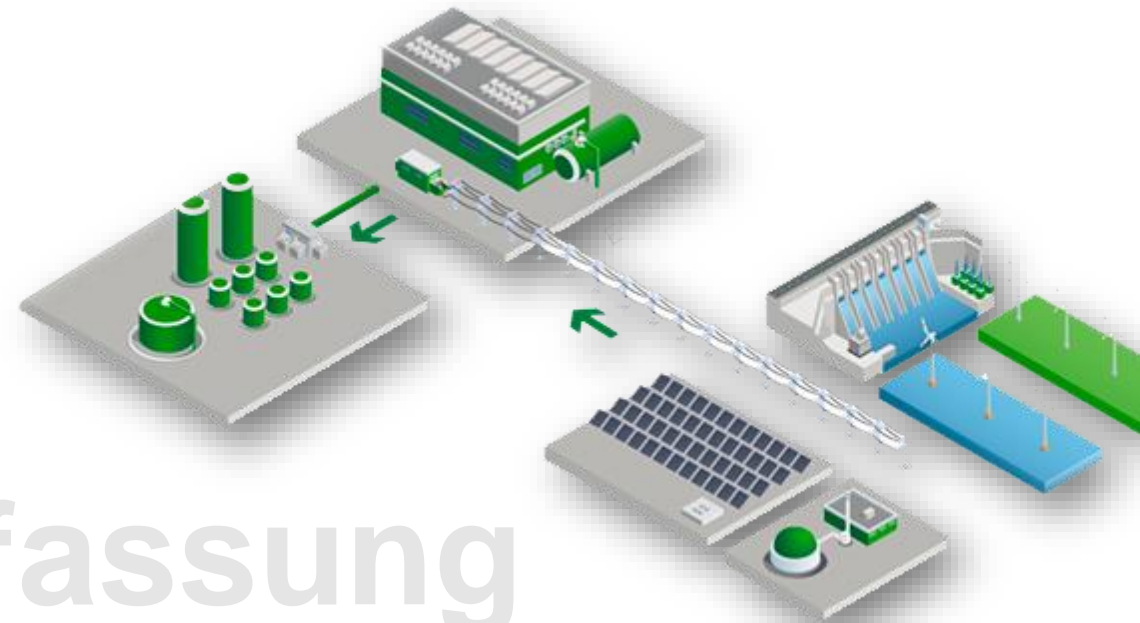
## **Bauphase**

SiGeKo und PVI Prüfung vor Inbetriebnahme



## **Anlagenbetrieb 24 / 7 / 365**

Wiederkehrende Prüfungen nach BetrSichV  
u.a. Gefahrenfeld Druck und ExSchutz



# Zusammenfassung



# Green Hydrogen? Offene Themen? Fragerunde!

Kontakt für weitere Themen und Ihre Projekte!



**Dipl.-Ing. Falk Rosenlöcher**

Fachvertrieb Anlagentechnik / Industriedienstleistungen

Mobil: +49 (0) 160 901 31 902

[falk.rosenloecher@dekra.com](mailto:falk.rosenloecher@dekra.com)

Ordnungszahl Nichtmetall	1	1,0079	Atomgewicht Gas
Symbol	H		
Name	Wasserstoff		
Elektronegativität	2,2	0,09	Dichte kgf m <sup>3</sup>

