



weyer gruppe

komplett. durchdacht.



Consulting. Engineering. Seit 1976.

Online-Seminar:
Planung von Anlagen mit H₂-Beimischung

Jörg tom Felde



Gliederung

- Zur Person
- Die weyer gruppe
- Planung von Anlagen mit Wasserstoffbeimischung
 - Gesetzlicher Rahmen und technisches Regelwerk zum Thema Wasserstoffbeimischung
 - Was ändert sich bei den Gasverbrauchseinrichtungen?
 - Vorgehensweise bei einer Umstellung, „Prüfung zur Eignung“ des Netzes/der Gasanwendungen



weyer gruppe

komplett. durchdacht.

Zur Person



Jörg tom Felde



➤ Laufbahn

- horst weyer und partner | Leiter Büro Nürnberg
- promeos GmbH | Leiter Projektierung und Konstruktion
- ARI-Armaturen | Vertriebsingenieur
- Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. | wiss. Mitarbeiter

➤ Expertise

- Dipl.-Chemieingenieur
- Experte für gasbeheizte Thermoprozessanlagen nach EN746-2
- Fachexperte für Wasserstoffanwendungen (IHK)
- Anlagensicherheit und Maschinenrichtlinie
- HAZOP / LOPA



weyer gruppe

komplett. durchdacht.

Die weyer gruppe



Unternehmensverbund

Weyer und Partner (Schweiz)

weyer polska

weyer IngenieurPartner

weyer akademie

As-U Gamerith Weyer



BDO – Technik- und Umweltconsulting

CTE – Chemietechnik-Engineering

horst weyer und partner

PROBIOTEC

L+T Gasetechnik

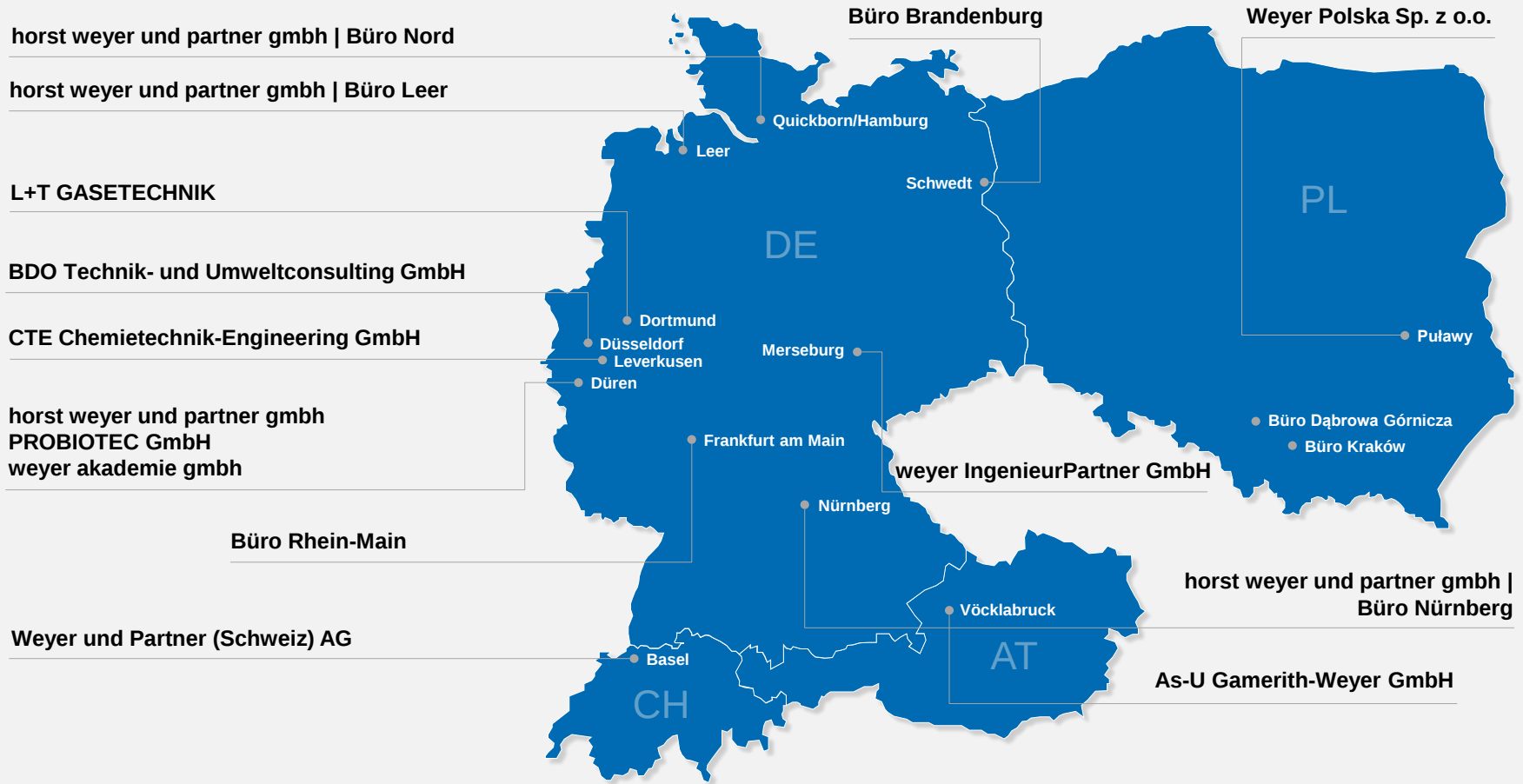
Weyer Cert

Die weyer gruppe ist ein konzern- und lieferantenunabhängiger Unternehmensverbund von Ingenieur- und Consulting-Unternehmen mit gesellschaftsrechtlicher Verknüpfung, der sich seit 1976 immer weiterentwickelt.

Unsere Standorte liegen in Deutschland, Österreich, Polen und der Schweiz.

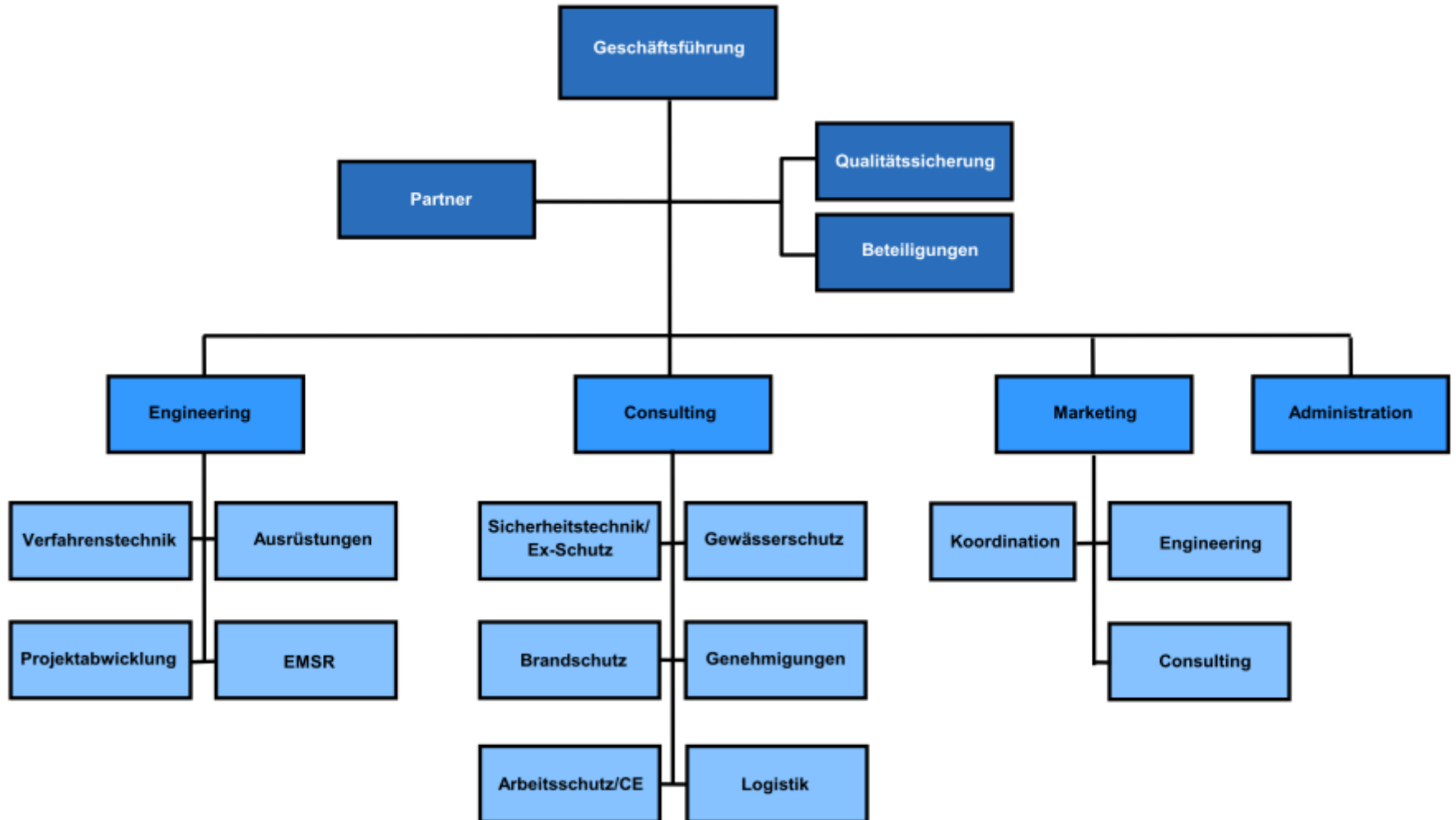


Standorte





Organisation horst weyer und partner gmbh





Leistungen für Anlagenbetreiber & -investoren



Anlagen- sicherheit

- Arbeitssicherheit und Arbeitsschutz
- Brandschutz
- CE-Kennzeichnung nach Maschinenrichtlinie
- Explosionsschutz
- Gefährdungsbeurteilungen nach BetrSichV
- Gewässerschutz
- HAZOP



Engineering und Anlagenplanung

- Konzeptfindung
- Basic & Detail Engineering
- Owner's Engineering
- Montageüberwachung
- Inbetriebnahme-Begleitung
- Zusatzleistungen wie Abluftreinigung oder CFD-Simulation



Umweltschutz

- Altlasten
- Ausgangszustandsbericht für Boden & Grundwasser
- Emissionshandel
- Genehmigungsmanagement
- Klima- und Artenschutz
- Umweltverträglichkeitsprüfungen



Was uns ausmacht

- Unser Claim: „komplett. durchdacht.“
- komplett: Alle Dienstleistungen und Fachgutachten aus einer Hand.
 - Sie haben nur **eine** Schnittstelle.
- durchdacht: Die Dienstleistungen und Produkte der weyer gruppe sind wissensbasiert und berücksichtigen Erfahrungen mehrerer Ingenieur-Disziplinen.
 - abdeckende Lösung für die Fragestellung des Kunden



weyer gruppe

komplett. durchdacht.

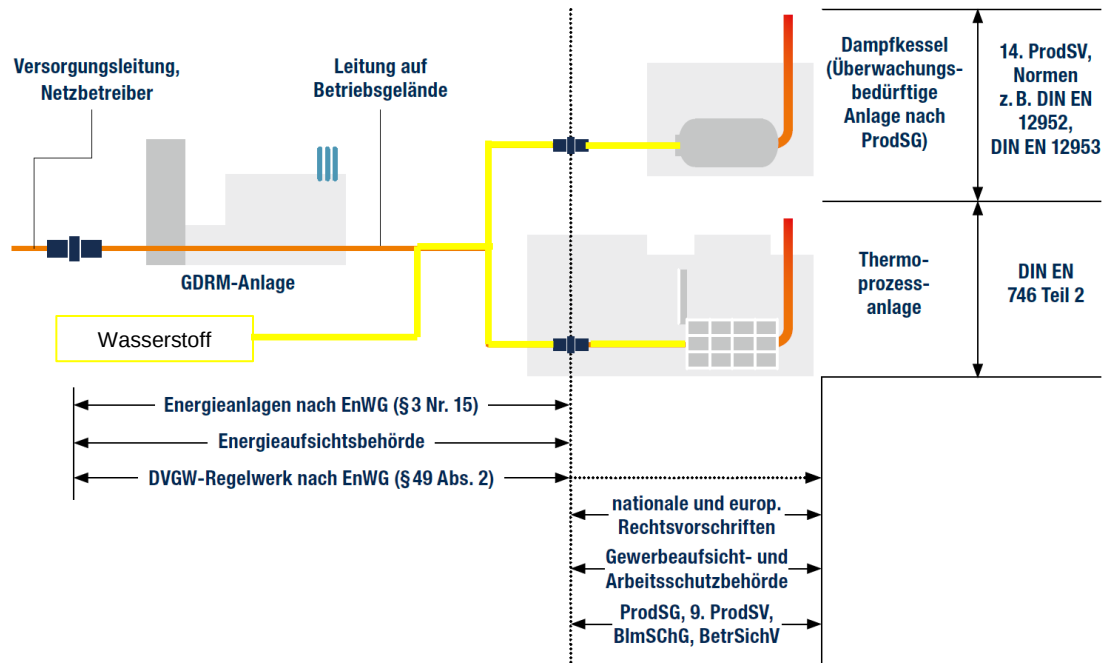
Planung von Anlagen mit Wasserstoffbeimischung



Anlagen mit H₂-Beimischung – Regelwerk EnWG

➤ Energiewirtschaftsgesetz, Erdgasanlagen, Erdgasanwendungen

Rechtlicher Rahmen für Erdgasanlagen und Erdgasanwendungen



Legende

..... freiwillige Anwendung des DVGW-Regelwerkes für Gasinstallationen

GDRM Gas-Druckregel- und Messanlage

EnWG Energiewirtschaftsgesetz

ProdSG Produktsicherheitsgesetz

BImSchG Bundesimmissionsschutzgesetz

9. ProdSV Maschinenverordnung

BetrSichV Betriebssicherheitsverordnung



Anlagen mit H₂-Beimischung – DVGW-Regelwerk

➤ Der DVGW hat die Aufgabe sein Regelwerk „H₂ Ready“ zu machen

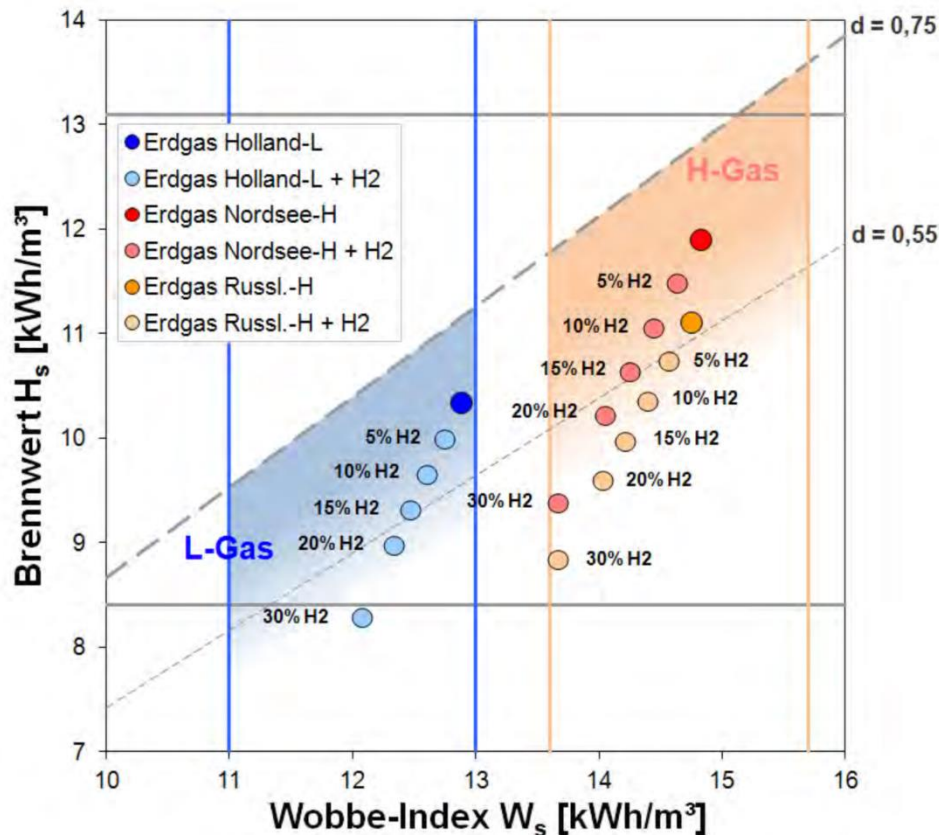
- Stufe 1: Leitfäden als Ergänzung zum bestehenden Regelwerk, Handlungsempfehlungen für Pilotprojekte und Einzelabnahmen bei der Verwendung von wasserstoffreichem Erdgas und Wasserstoff
- Stufe 2: Anpassung und Überarbeitung der nationalen und europäischen Regelwerke





Anlagen mit H₂-Beimischung – DVGW-Regelwerk

➔ DVGW G 260 Arbeitsblatt „Gasbeschaffenheit“ 09/2021 „H₂ Ready“



$$d_n = \frac{\rho_{n,\text{Gas}}}{\rho_{n,\text{Luft}}} \quad W_{s,n} = \frac{H_{s,n}}{\sqrt{d_n}} \quad \text{bzw.} \quad W_{i,n} = \frac{H_{i,n}}{\sqrt{d_n}}$$

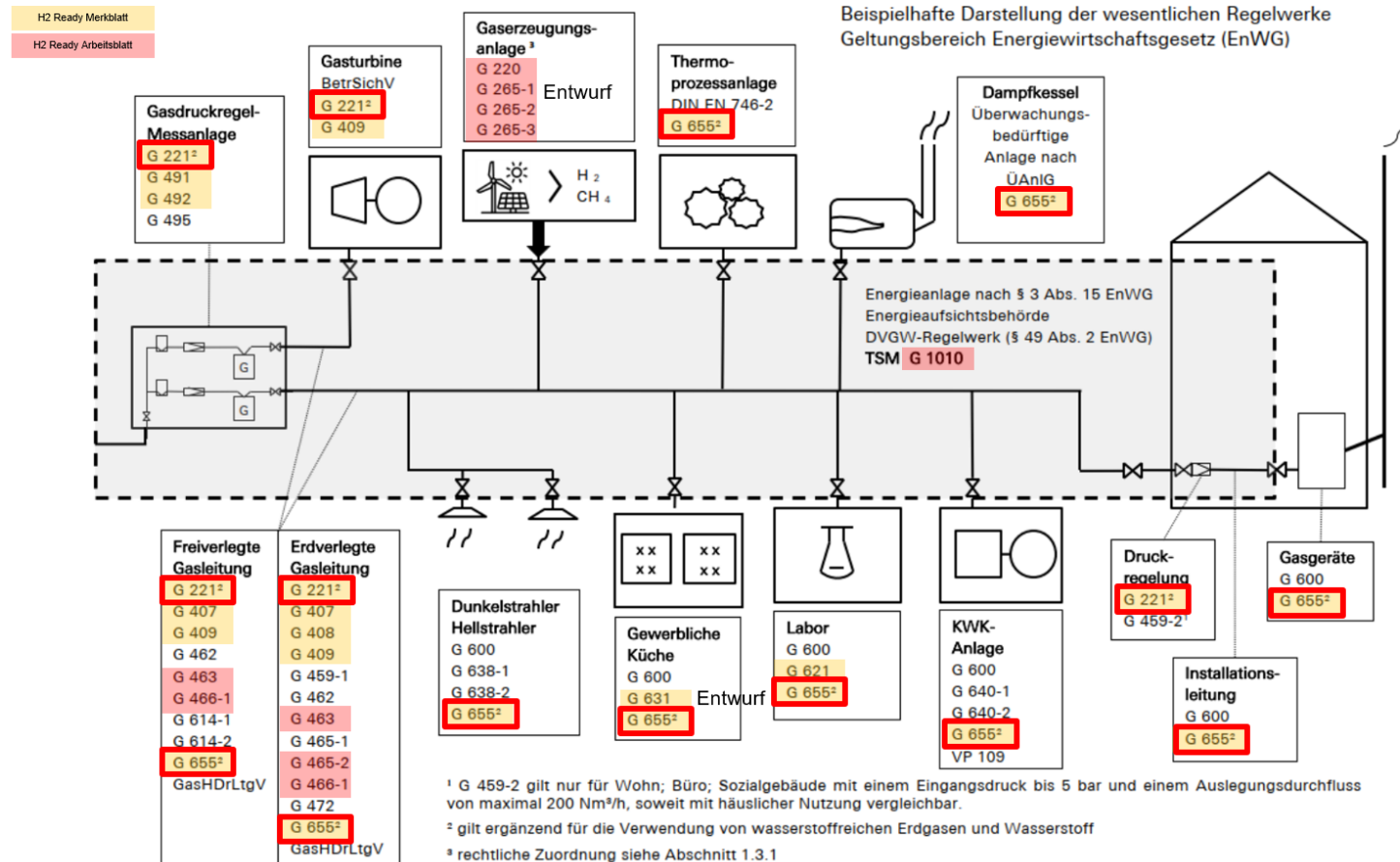
- ➔ H₂ Anteil ≤ 10%
→ generell OK
- ➔ 10% < H₂ Anteil ≤ 20%
→ Prüfung notwendig
(relative Dichte)
- ➔ H₂ Anteil > 20%
→ detaillierte Einzelfallprüfung



Anlagen mit H₂-Beimischung – DVGW-Regelwerk

DVGW-Information GAS Nr. 10 12/2023

„Erdgasanlagen auf Werksgelände und im Bereich betrieblicher Gasverwendung; Hinweise auf das anzuwendende DVGW-Regelwerk“





Anlagen mit H₂-Beimischung – DVGW-Regelwerk

➤ DVGW G 655 Merkblatt „Leitfaden H₂-Readiness Gasanwendung“ 04/2021

- Sehr allgemein gehalten
 - Hinweise und Beachtungspunkte zur Planung, Errichtung und Betrieb von Gasleitungsanlagen, Gasanwendungen und Füllanlagen mit wasserstoffreichen Erdgasen bis 20% und Wasserstoff
 - Ergänzung der Anforderungen der DVGW-Arbeitsblätter G600 und G614-1 sowie DVGW-Arbeitsblatt G711 und Merkblatt G656
-
- ## ➤ Bauteile und Materialien der Leitungsanlage:
- Gemische bis 20% sind meist problemlos möglich (aber: Langzeitbest. von Elastomerdichtungen noch nicht klar / Gaszähler)
 - Für Gemische > 20% H₂ und reinen Wasserstoff, laufen versch. Forschungsvorhaben und Zertifizierungsprogramme für Bauteile und Komponenten



Anlagen mit H₂-Beimischung – DVGW-Regelwerk

➤ DVGW G 655 Merkblatt „Leitfaden H₂-Readiness Gasanwendung“

➤ Industrielle Gasanwendungen,

- Aus der Konformitätserklärung wird deutlich, für welches Brenngas oder Brenngase die Thermoprozessanlage geeignet ist.
- Eignung muss vom Hersteller bestätigt werden
- Gegebenenfalls ist ein Austausch von Komponenten und eine Anpassung der Verbrennungseinstellung notwendig

➤ Anforderungen an das Personal

- Basis ist die Anforderung aus den „alten“ Arbeitsblättern
- Eine weitergehende Qualifikation zu den wasserstoffspezifischen Anforderungen wird gefordert



Anlagen mit H₂-Beimischung – DVGW-Regelwerk

➤ DVGW G 221 Merkblatt 12/2021 (Wasserstoff)

„Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff“

- Es ergänzt das vorhandene Technische Regelwerk des DVGW mit dem Ziel, bestehende Gasinfrastrukturen weitgehend mit den etablierten Techniken und Schutzmaßnahmen weiterbetreiben zu können
- Anforderungen und Prüfgrundlagen, die bei einer Umstellung von Gasnetzen mit mehr als 20% H₂ und reinem H₂ zu berücksichtigen sind werden festgelegt
- Bewertungsgrundlagen und Erkenntnisquellen für die Umstellung werden angeführt
- Das Merkblatt zielt auf die Gasinfrastruktur kann aber auf werksinterne Gasverteilnetze angewendet werden.



Anlagen mit H₂-Beimischung – DVGW-Regelwerk

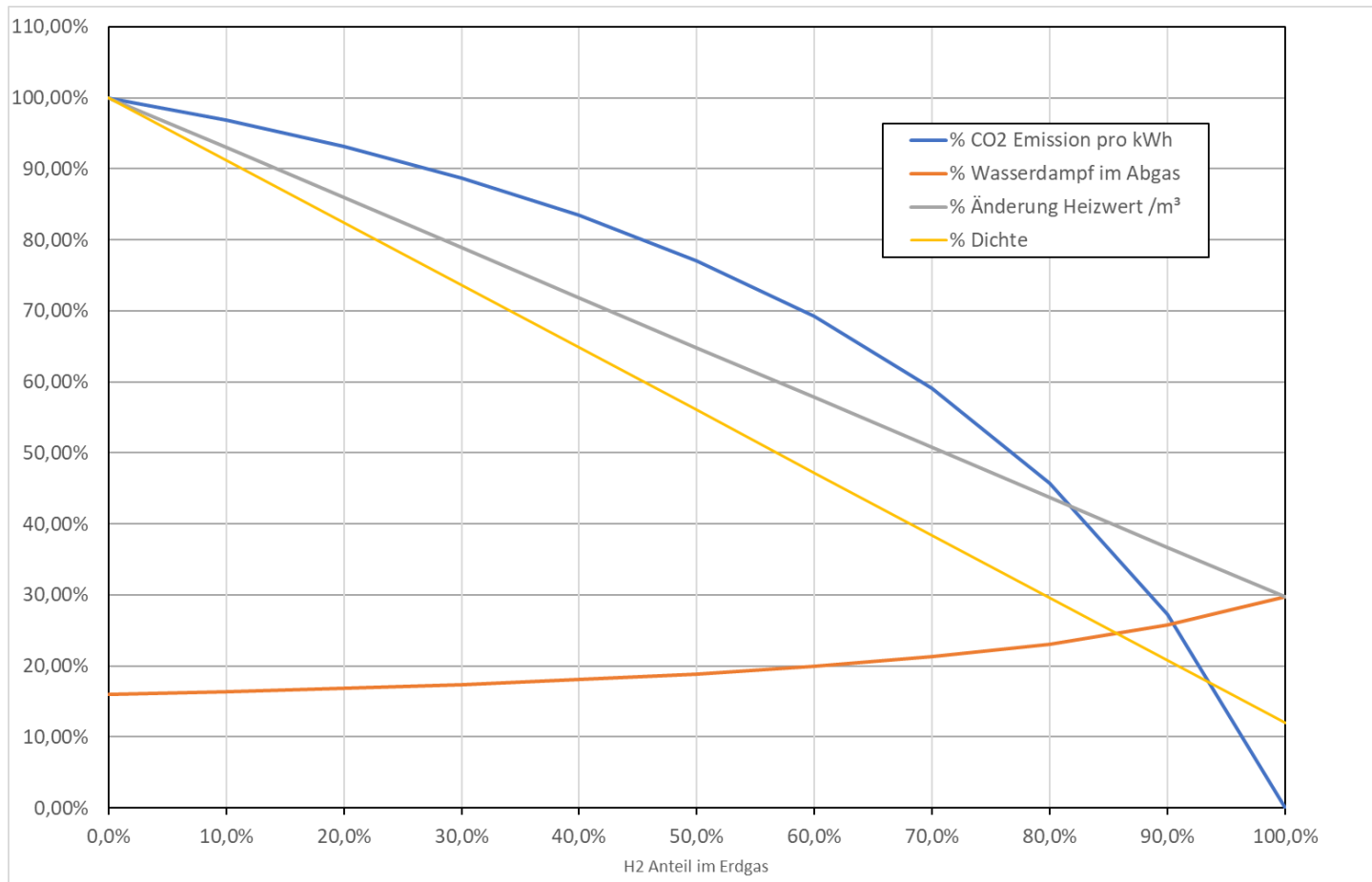
➤ Weitere Interessante Erkenntnisquellen:

- DVGW G 407 Merkblatt 08/2022
„Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff“
- DVGW G 265-3 Arbeitsblatt 12/2022
„Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb“
- HYDROGEN PIPELINE SYSTEMS, IGC Doc 121/14 von der European Industrial Gases Association (EIGA)
Thema: metallische Transport- und Verteilungsrohrleitungssysteme, die reinen Wasserstoff und Wasserstoffgemische transportieren.



Anlagen mit H₂-Beimischung – Gasverbrauchseinrichtungen

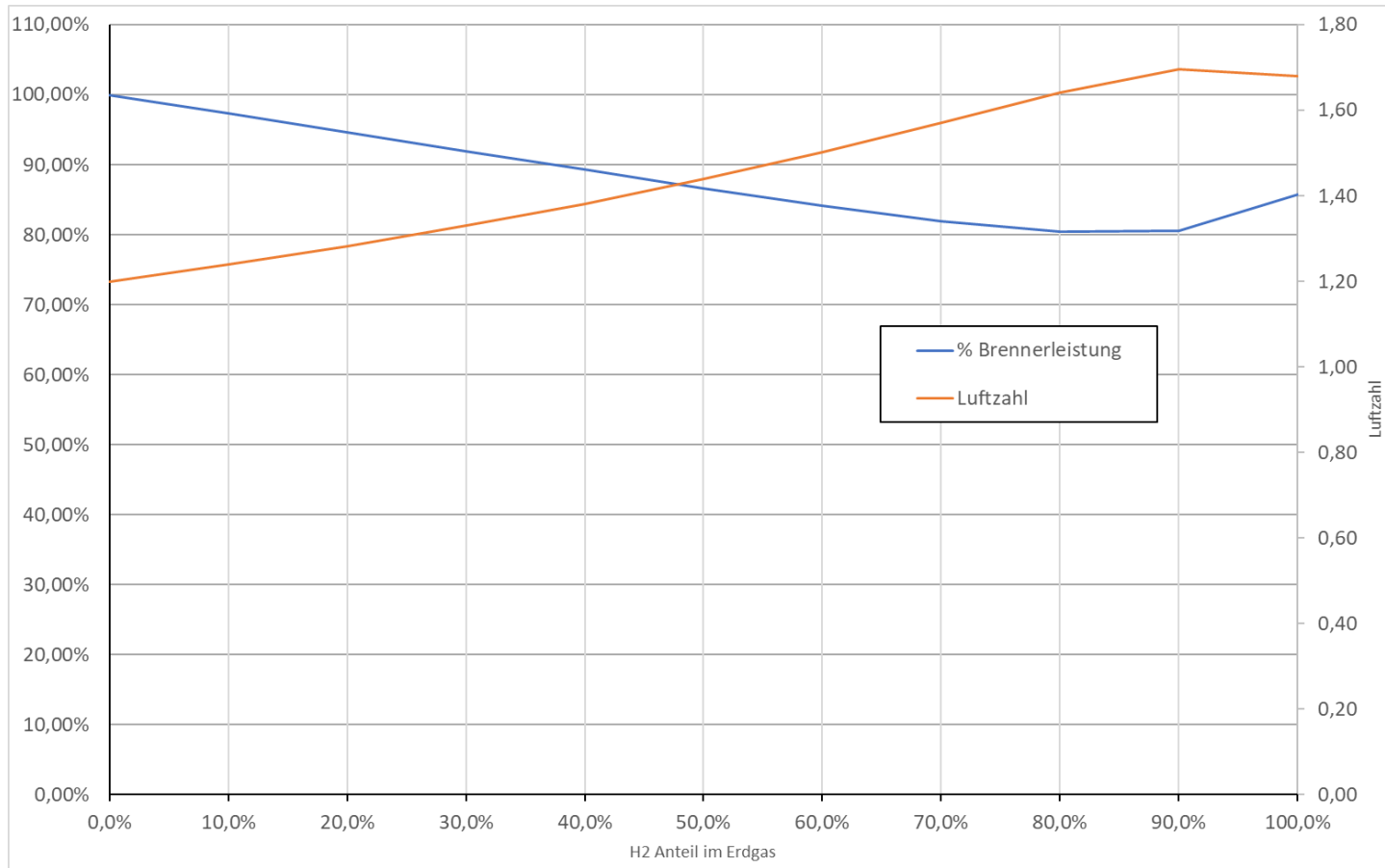
➤ Verbrennung von H₂/Erdgas Gemischen in Thermoprozessen





Anlagen mit H₂-Beimischung – Gasverbrauchseinrichtungen

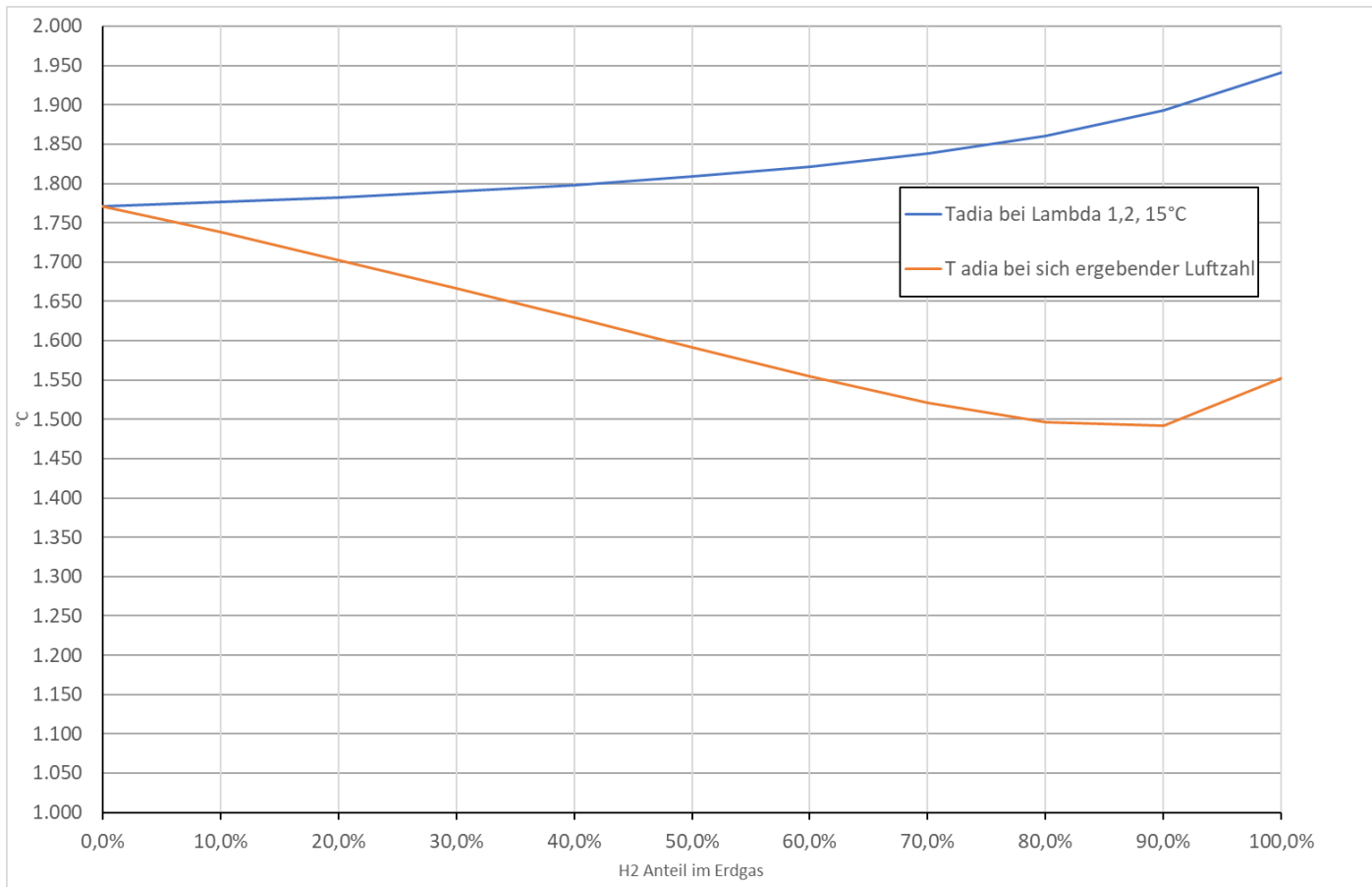
➤ Verbrennung von H₂/Erdgas Gemischen - Luftzahl bei Luft/Brenngasmischung über pneum. Verbund ohne Anpassung





Anlagen mit H₂-Beimischung – Gasverbrauchseinrichtungen

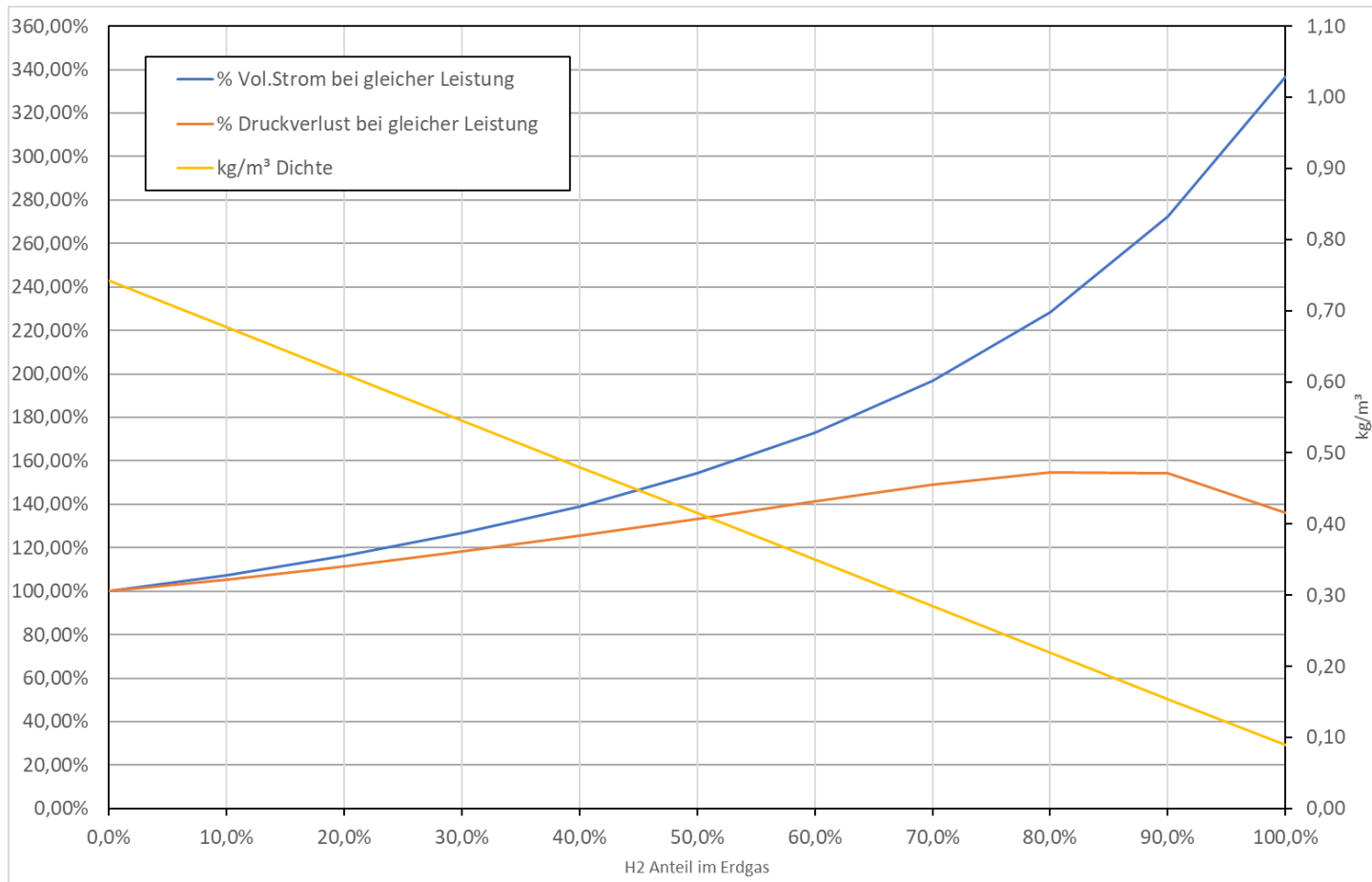
➤ Verbrennung von H₂/Erdgas Gemischen - Verbrennungstemperatur





Anlagen mit H₂-Beimischung – Gasverbrauchseinrichtungen

➤ Druckverlust von H₂/Erdgas Gemischen in Rohrleitungen





Anlagen mit H₂-Beimischung – Gasverbrauchseinrichtungen

- Weitere wichtige Punkte bei der Beurteilung der Eignung und des Anpassungsbedarfes von Gasverbrauchseinrichtungen:
- Die Flammengeschwindigkeit steigt mit dem H₂ Anteil, dadurch kann sich das Resonanzverhalten ändern
 - Flammenüberwachung:
 - Ionisation benötigt CHO⁺ Ionen, diese werden weniger bei H₂ Beimischung
 - ab ca. 95% Wasserstoff ist nur noch Überwachung über UV-Sonde möglich
 - Wird die Flamme als Werkzeug benutzt (z.B. Glasindustrie)?
 - Ist der H₂O Dampfdruck in der Ofenatmosphäre für den Prozess wichtig?
 - Ist der Strahlungsanteil für den Wärmeübergang wichtig?
 - Modulation der Brennerleistung?
 - Nahstöchiometrischer Betrieb?



Anlagen mit H₂-Beimischung – Vorgehensweise bei einer Umstellung

➤ Eine Umstellung eines Leitungsnetzes auf Erdgas mit einer Beimischung von mehr als 20% H₂ und reinem H₂ erfolgt in folgenden Schritten:
(in Anlehnung an den Vorschlag von Dr. Klaus Steiner, Erdgas und Verwandtes)

1. Klärung der Verantwortlichkeiten und der Organisation
2. Projektvorbereitung
 - Beschreibung Ist-Zustand und Festlegung Soll-Zustand
 - Festlegung von Umstellmaßnahmen, Dokumentation und erforderliche Prüfungen (Einbindung von Sachverständigen und Sachkundigen)
3. Durchführung der Maßnahmen und Erstellung der Dokumentation
4. Durchführung von betrieblichen Prüfungen
5. Freigabe der Wasserstofftauglichkeit



Anlagen mit H₂-Beimischung – DVGW-Regelwerk

➤ Fazit:

- < 10% H₂: Beimischung ist nach G260 möglich ohne erweiterte sicherheitstechnische Bewertung wenn die relative Dichte > 0,55 ist
→ jedoch sollte geprüft werden ob pot. kritische Anlagentechnik wie Gasturbinen, Verbrennungsmotoren im Netz vorhanden sind
- 10 bis 20% H₂: falls die relative Dichte im Bereich > 0,45 möglich, jedoch ist eine erweiterte Prüfung notwendig (Hinweise in DVGW G655)
- > 20% H₂, ist eine erweiterte sicherheitstechnische Bewertung erforderlich (Hinweise in DVGW G221)
→ In der Regel sind Anpassungen sowie Austausch von Anlagenkomponenten wie z. B. Gas-Druckregelgeräte, Gaszähler, Bauteile der Gasleitungsanlage und Gasgeräte notwendig.
→ Die Maßnahmen und erforderliche Prüfungen müssen detailliert geplant werden.
→ Da bisher meist nur Pilotprojekte umgesetzt wurden, gibt es aktuell noch wenig Sachkundige und Sachverständige.



Kontaktieren Sie uns:

Dipl.-Ing. Jörg tom Felde

weyer gruppe | horst weyer und partner gmbh

Chemieingenieur | Leiter Büro Nürnberg

Tel.: +49 (0) 911 – 25 35 70 32

Mobil: +49 (0) 172 – 20 55 157

E-Mail: j.tomfelde@weyer-gruppe.com