

Power - to - Gas

-

***Erhöhung der Wasserstofftoleranz
im Gasnetz***

-

Machbarkeit und Chancen

Johannes Paulus

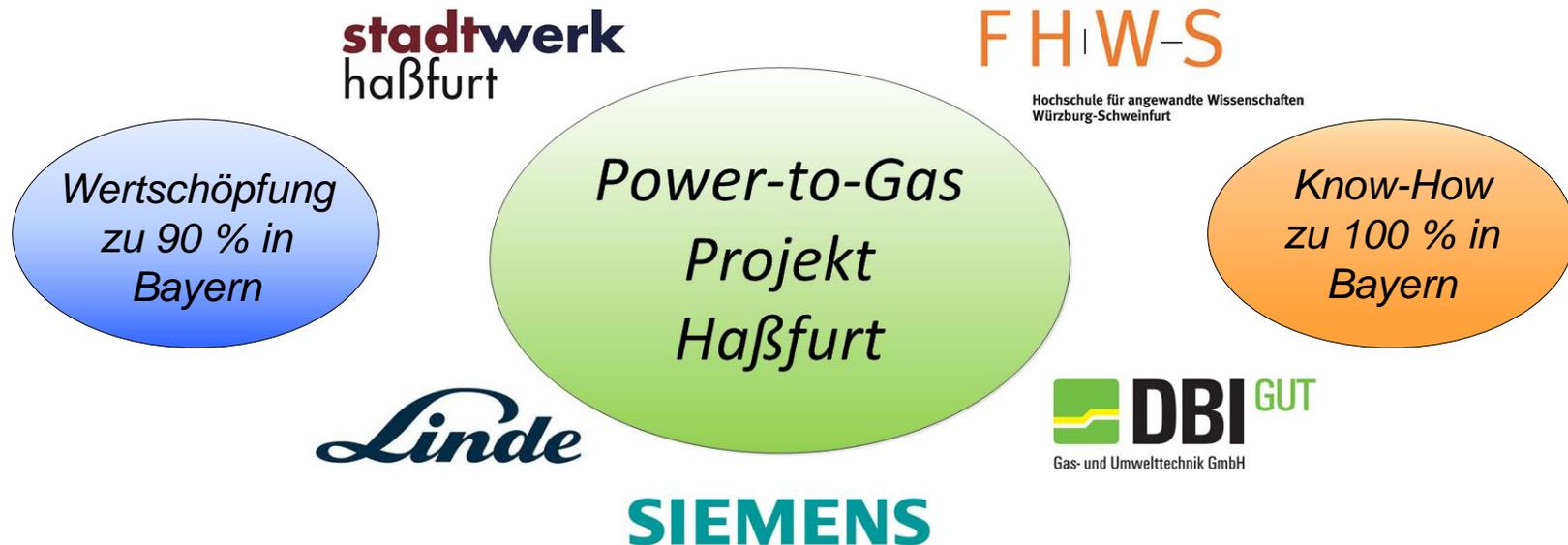
Power-to-Gas-Haßfurt; Projektziele und -partner

Projektziele:

- Errichtung und Betrieb einer „Leuchtturm“-Anlage in Haßfurt zur Speicherung von regenerativem Strom aus der Region in Form von Wasserstoff
- Einspeisung von bis zu 5 Vol. % Wasserstoff ins Erdgasverteilnetz der Stadt Haßfurt
- Nutzung des Erdgasnetzes zur Stromspeicherung („Windgas“)
- Ausbau der entsprechenden Technologiekompetenz in Bayern

Projektsumme: 4 Mio. €

Projektpartner:



Motivation für das Power-to-Gas-Projekt

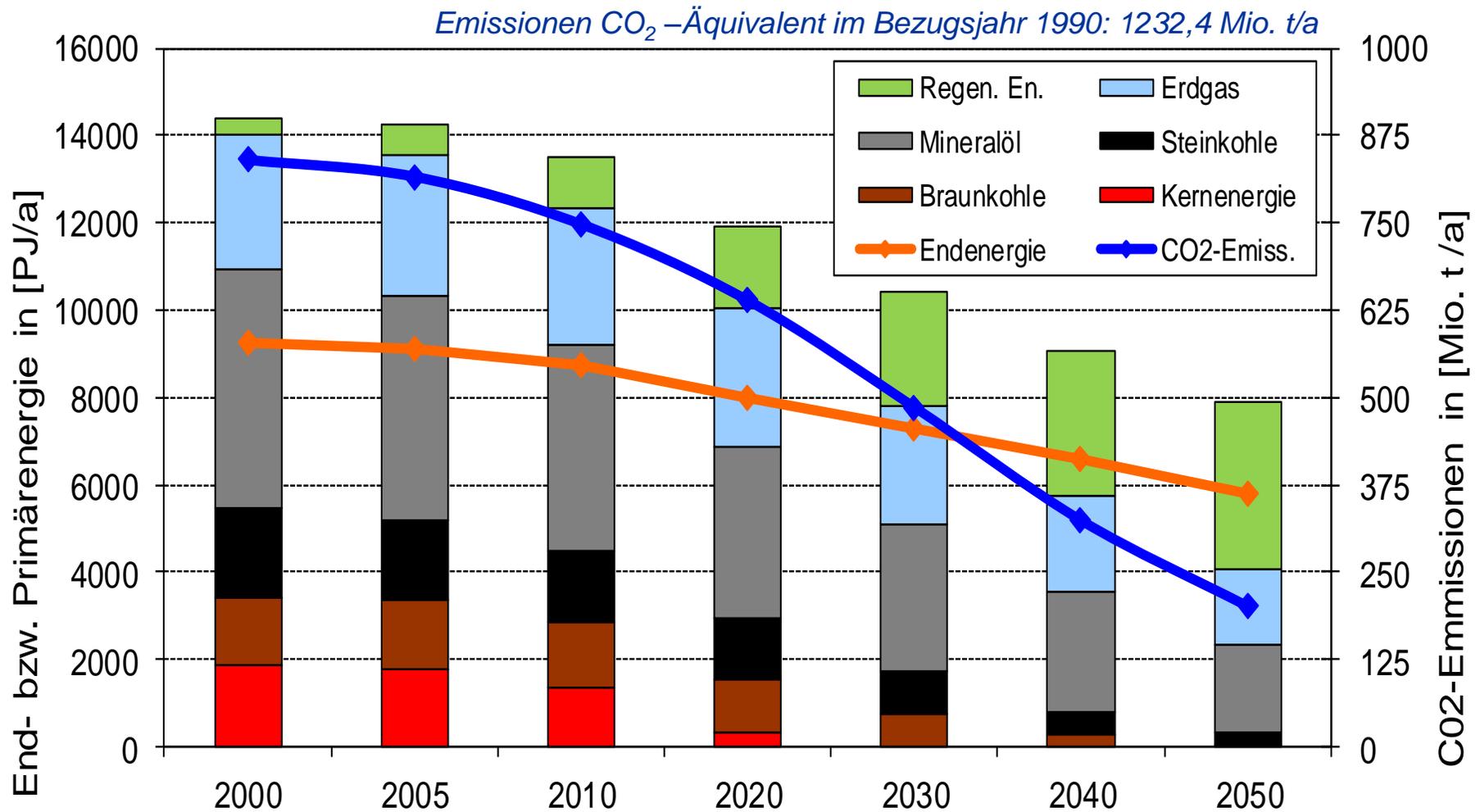
- Ziele der Bundesregierung zum Ausbau von erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung

2012	2020	2030	2040	2050
22 %	35 %	50 %	65 %	80 %

- Speicherbedarf zur Integration von erneuerbaren Energien: $3 - 6 \text{ TWh}_{el}$.
- Die Pumpspeicherkapazitäten in Deutschland: $0,38 \text{ TWh}_{el}$ ($P_{el} = 6,7 \text{ GW}_{el}$).
Zum Vergleich, Nettostromerzeugung 2012: 618 TWh_{el} ($P_{el} = 170 \text{ GW}_{el}$).
- Speicherkapazität des Erdgasnetzes (Arbeitshub): $> 130 \text{ TWh}$.
- Batterien sind als Langzeitspeicher nicht geeignet

- 
- **Zur Sicherung der Energiewende muss das Erdgasnetz als Stromspeicher genutzt werden.**
 - **Dezentrale, regenerative Erzeugung benötigt langfristig auch dezentrale Strukturen zur Speicherung und Netzstabilisierung.**

Entwicklung des Energieverbrauchs in Deutschland gemäß BMU-Prognose 2007/08 und EEG 2012



Prognose unter der Annahme einer jährlichen 3 %-igen Effizienzsteigerung

**EEG 2012 -
Stromanteil**

Power-to-Gas als „Retter“ der Energiewende

Abschätzung des Bedarfs an Power-to-Gas-Kapazitäten in 20xx

•	EE-Stromerzeugung in 20xx (Annahme von 80 % EEG-Anteil)	500 TWh
•	Mittlere Volllaststunden von Wind- und PV-Erzeugung	1500 h
->	EE-Gesamtleistung in 20xx Annahme: 50 % Wind, 50 % PV	330.000 MW
•	Wintermaximallast (Stand 2011)	ca. 80.000 MW
•	Sommerminimallast (Stand 2011)	ca. 35.000 MW
->	EE-Leistung an einem Frühsommertag in 20xx (wenig Wind, viel Sonne)	> 140.000 MW
->	EE-Leistung an einem Wintertag in 20xx (viel Wind, wenig Sonne)	> 140.000 MW

Im Jahr 20xx wird elektrische Leistung in Engpasszeiten sehr teuer und in Überschusszeiten günstig bis umsonst sein. Das ist das Geschäftsmodell von Power-to-Gas.

Bewertung der Eignung von Batterien zur Speicherung

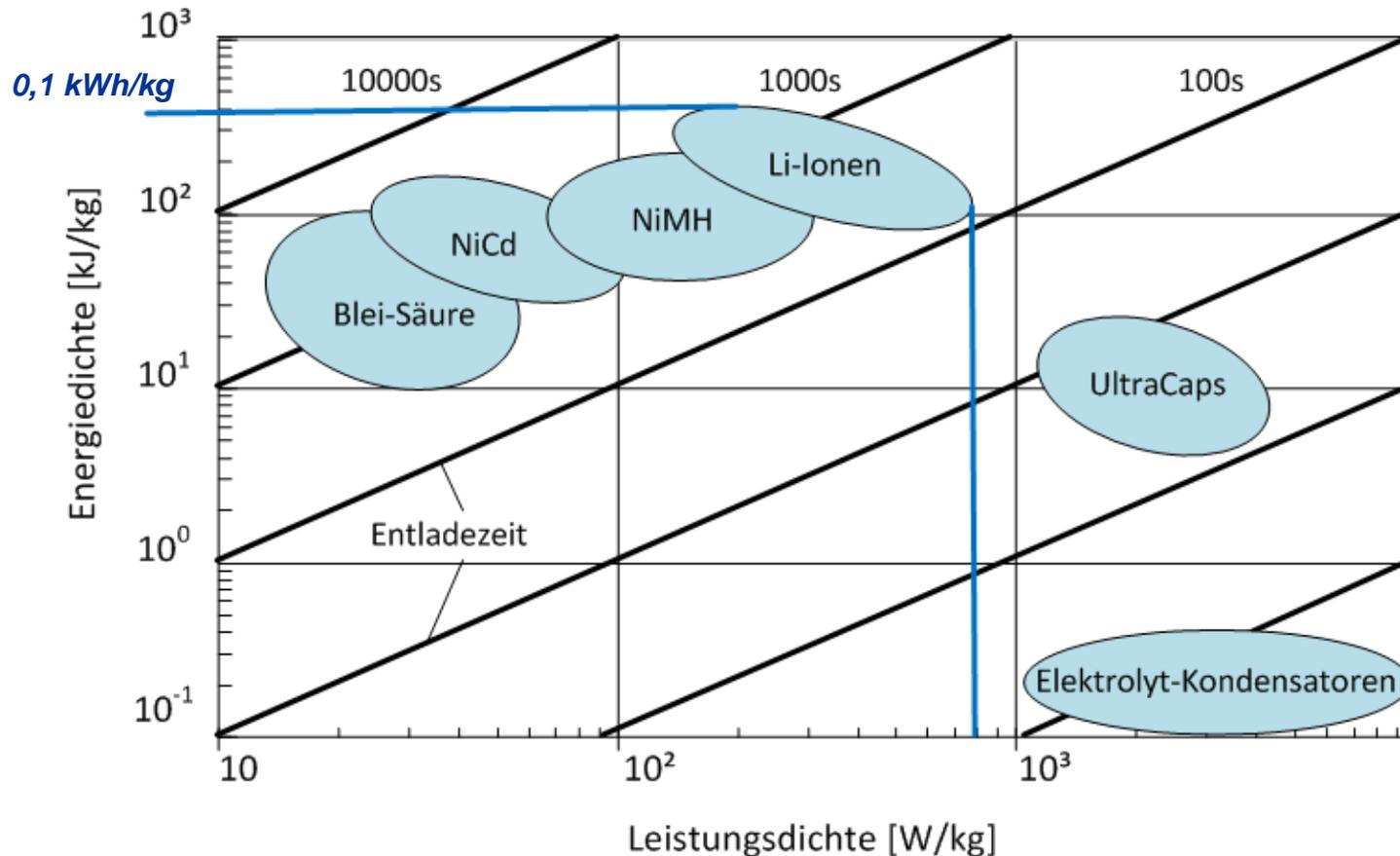
Energiedichten von Speichermedien:

- Benzin: 43 MJ/kg,
- Wasserstoff: 120 MJ/kg,
- Methan: 50 MJ/kg

Kosten eines Li-Ionen Akku: ca. 500 €/kWh

Speicherbedarf zur EE-Integration:

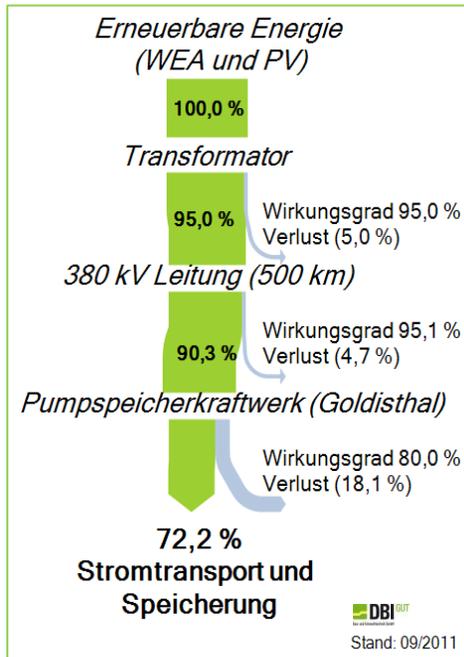
BMU 2008 (Uni DO) $E_{el} = 2,2 \text{ TWh}$ $P_{el} = 18 \text{ GW}$
 Zwei Wintervolllasttage: $E_{el} = 3,2 \text{ TWh}$ $P_{el} = 80 \text{ GW}$
 Hubkapazität Erdgasnetz: $> 130 \text{ TWh}$



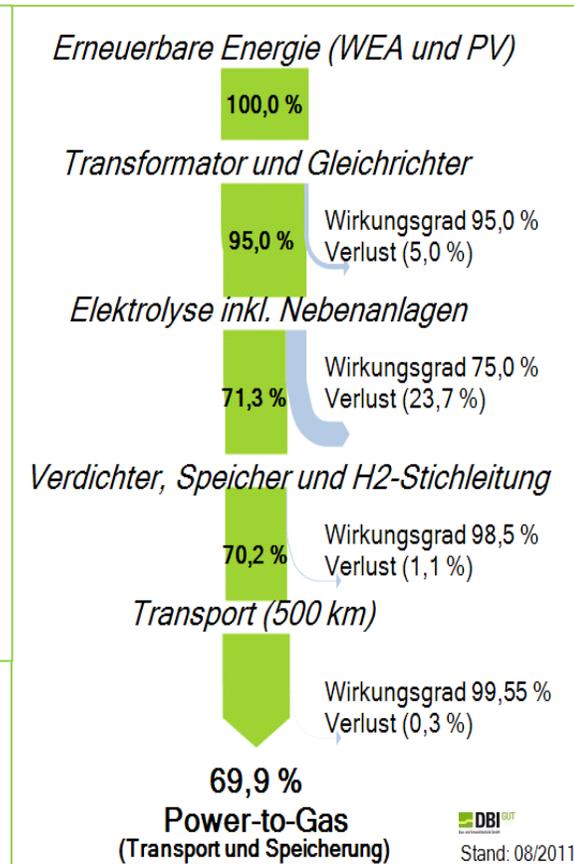
Die Energiedichten von Batterien sind viel zu gering um den Strombedarf in Deutschland für mehrere Tage sicherzustellen.

Möglichkeiten zur Speicherung von regenerativer Energie

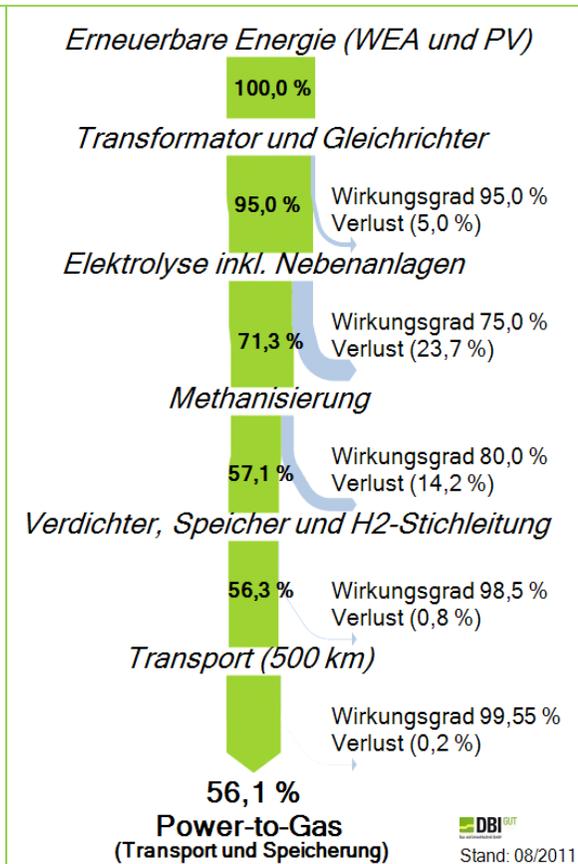
PSW



„Power-to-Gas H₂“



„Power-to-Gas CH₄“



Power-to-Gas „H₂“ ist die erste, nachhaltige Option zur Speicherung von EE-Strom, da der Ausbau von PSW limitiert ist und große Eingriffe in die Natur bedingt.

Brennstoffzelle, Gasturbine Wirkungsgrad 60 %

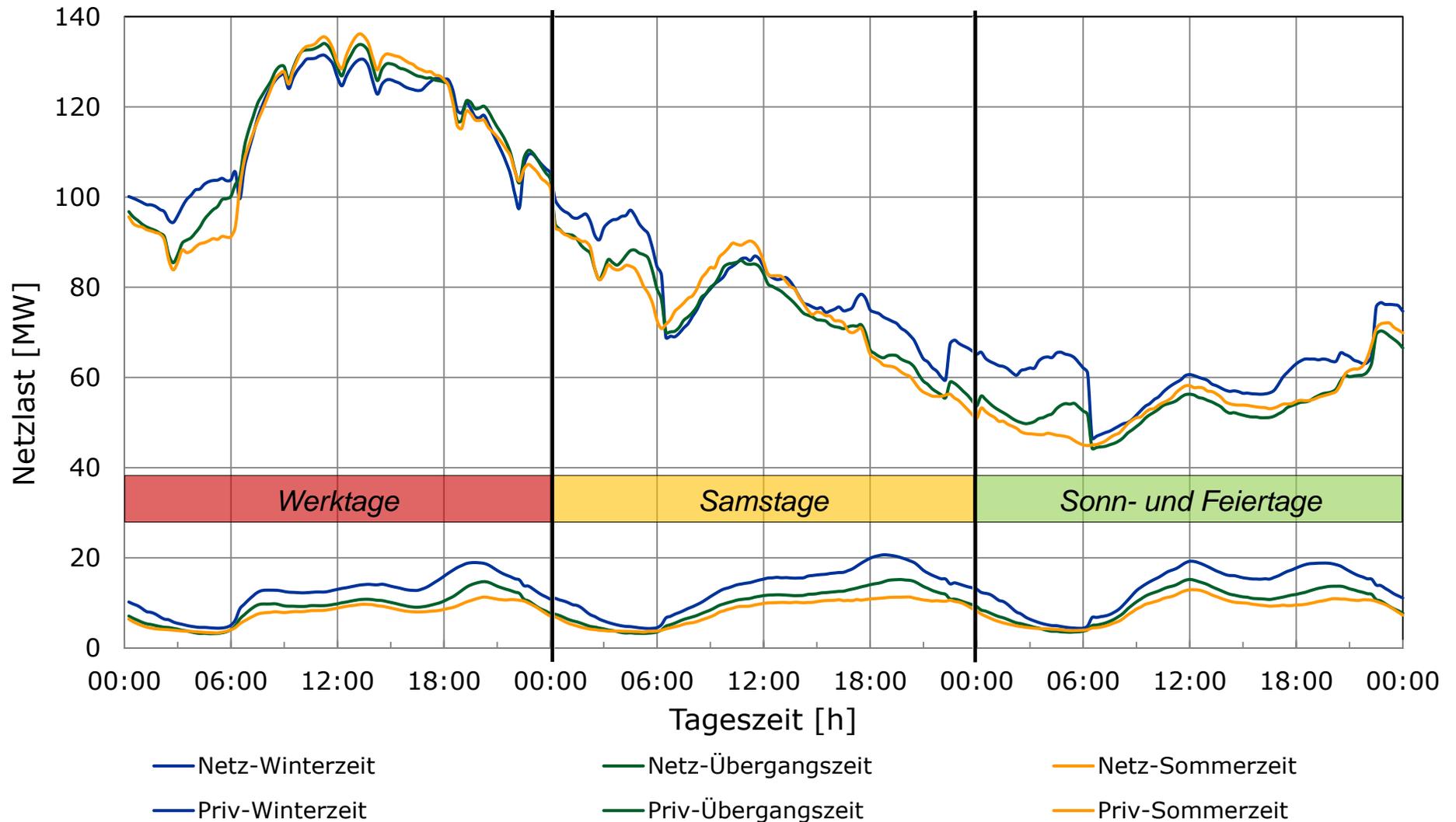
42 % elektrische Energie

Brennstoffzelle, Gasturbine Wirkungsgrad 60 %

34 % elektrische Energie

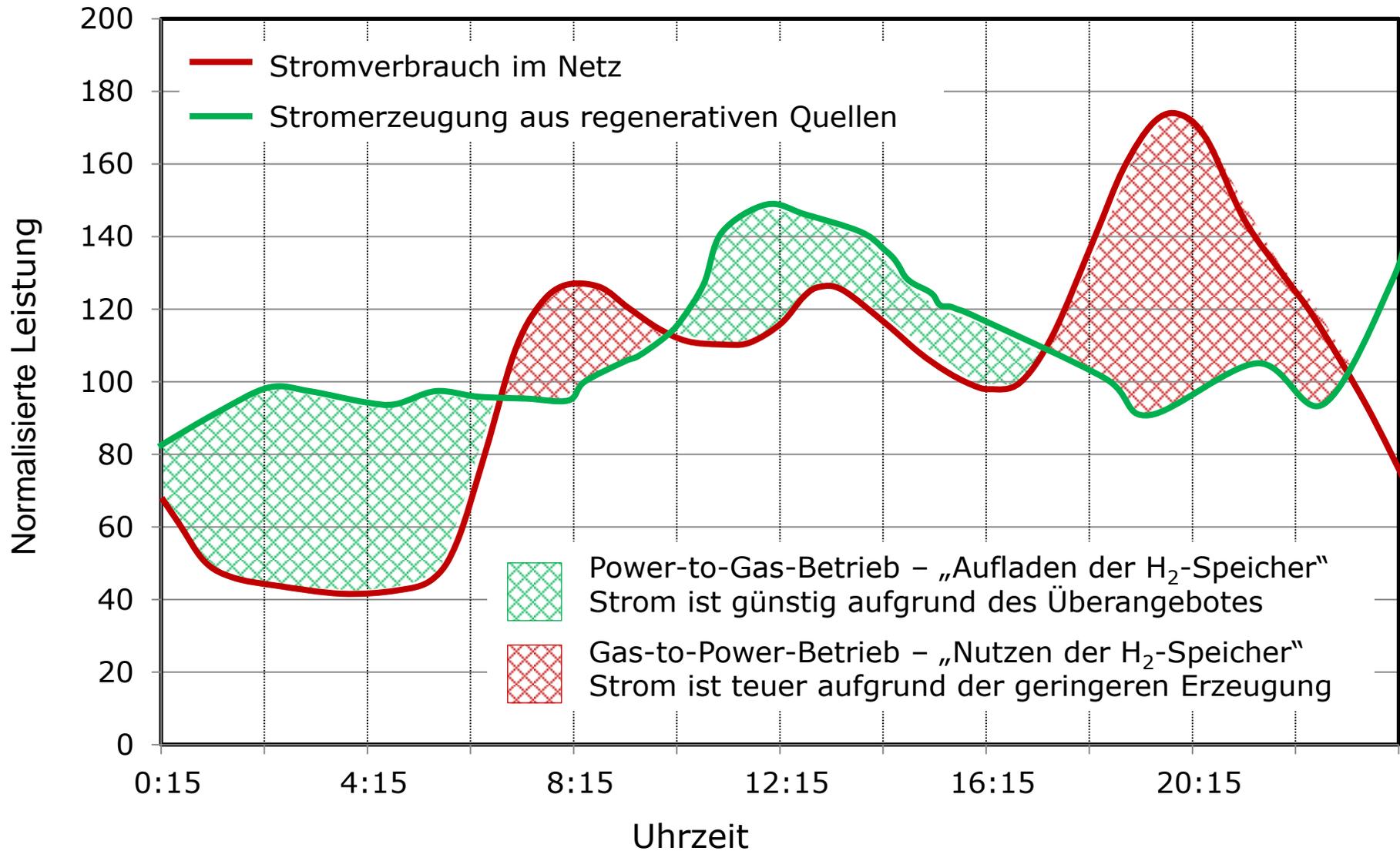
Quelle: DBI^{GUT}, DVGW, Eigene Ergänzungen

Beispielhaftes Lastprofil eines Stadtwerkes

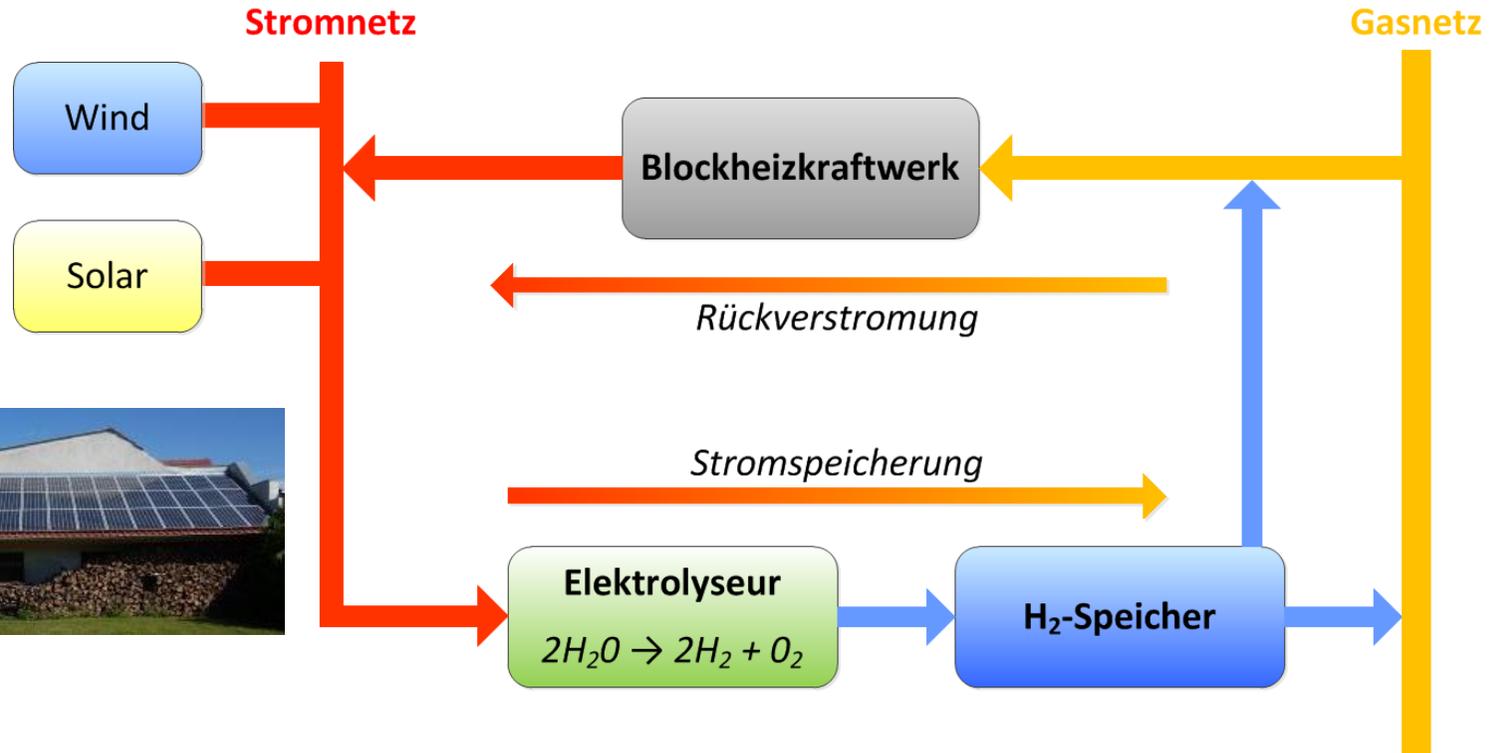


Datenquelle: Stadtwerke Schweinfurt

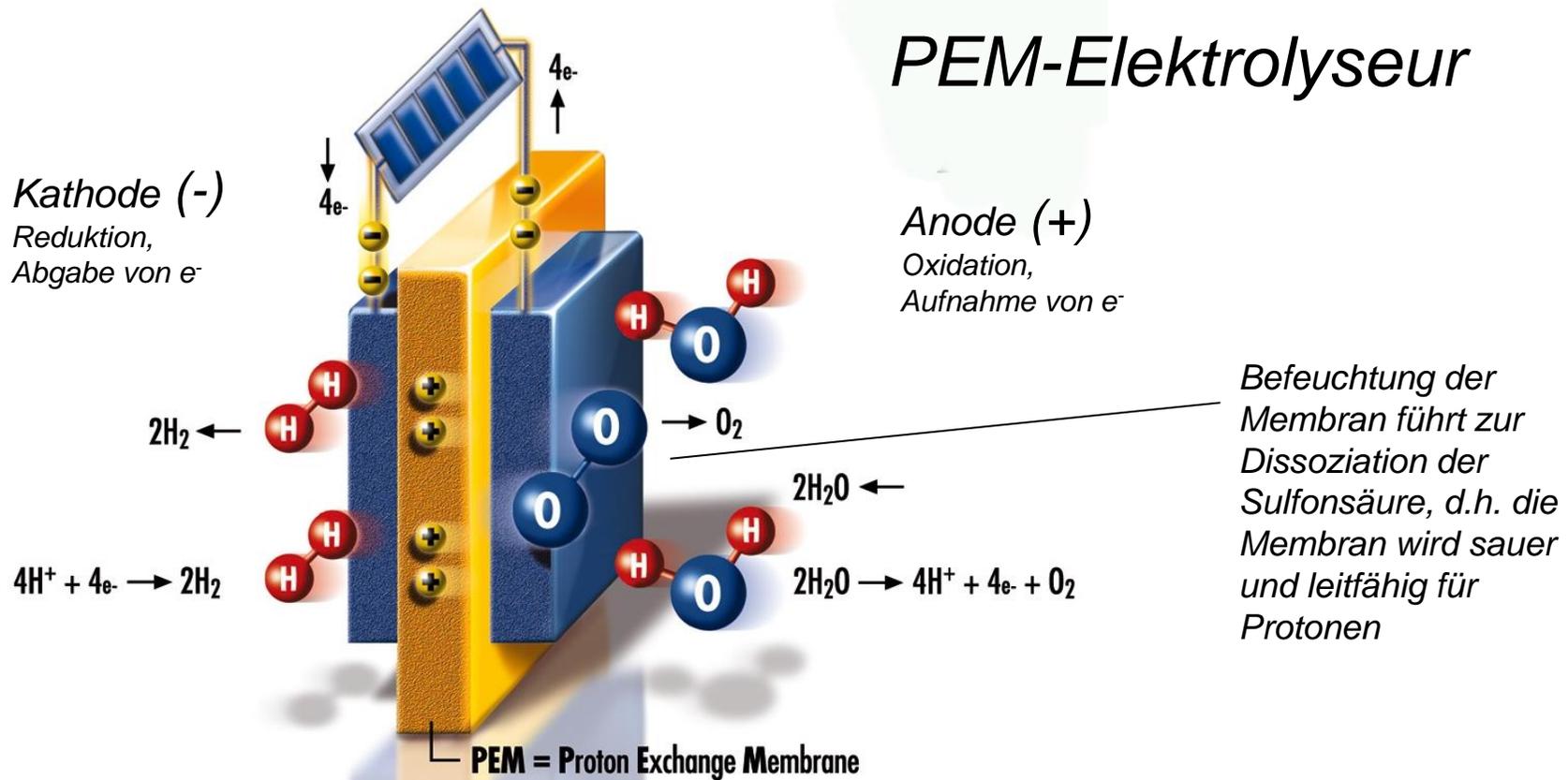
Lastgangabhängiger Power-to-Gas-Betrieb



Projektkonzept



PEM-Elektrolyseur zur Erzeugung von H_2



Polymer Electrolyte Membran aus Teflon-Polymergerüst mit Sulfonsäure-Gruppen (SO_3H)

Kennlinien eines Siemens PEM-Elektrolyseurs

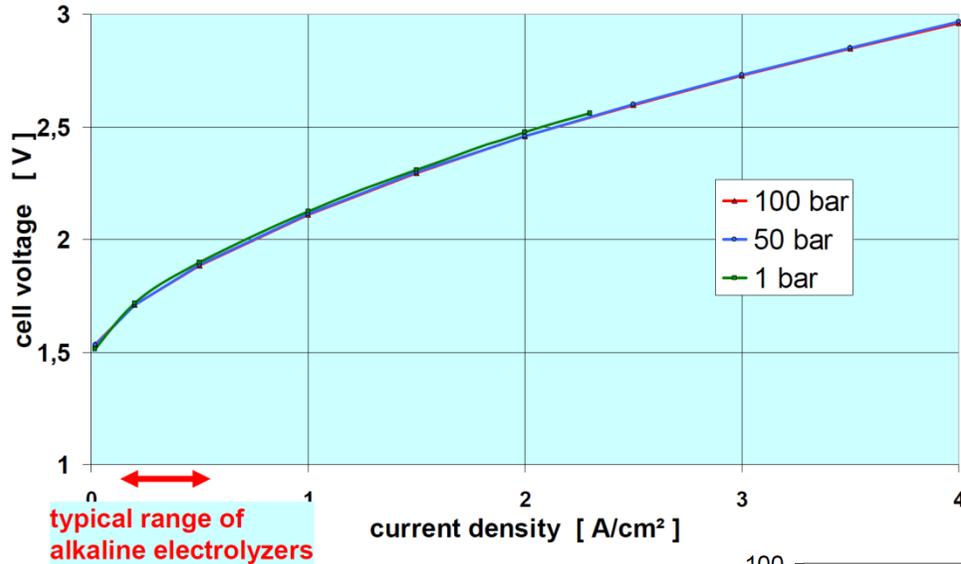
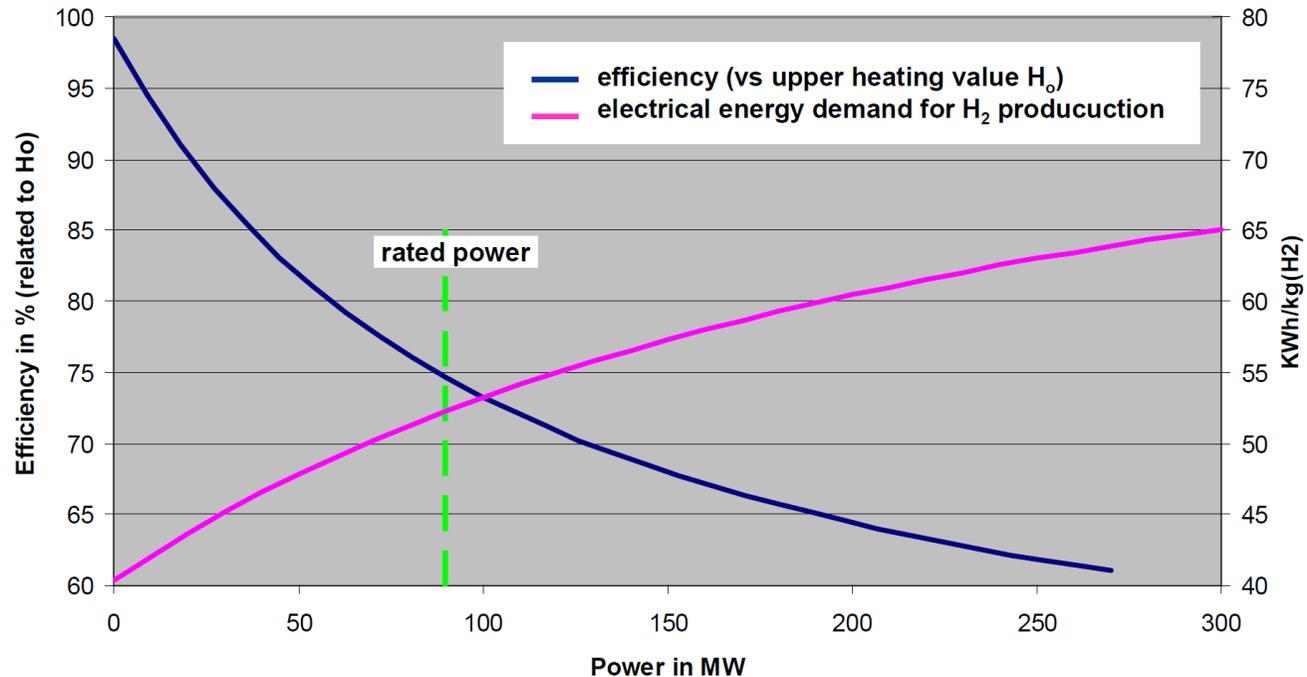


Abbildung:
 Kennlinie eines PEM-Elektrolyseurs in
 Abhängigkeit vom Gegendruck.
 Die Verdichtung des Wasserstoffs ist nicht mehr
 nötig, da wasserstoffseitig mit einem hohen Druck
 gearbeitet werden kann.

Abbildung:
 Wirkungsgradkennlinie eines
 PEM-Elektrolyseurs.
 Das Lastverhalten unterstützt
 besonders den Teillastbetrieb und
 wechselnde Lastanforderungen,
 wie sie bei Windenergie und
 Photovoltaik auftreten.



Quelle: Siemens

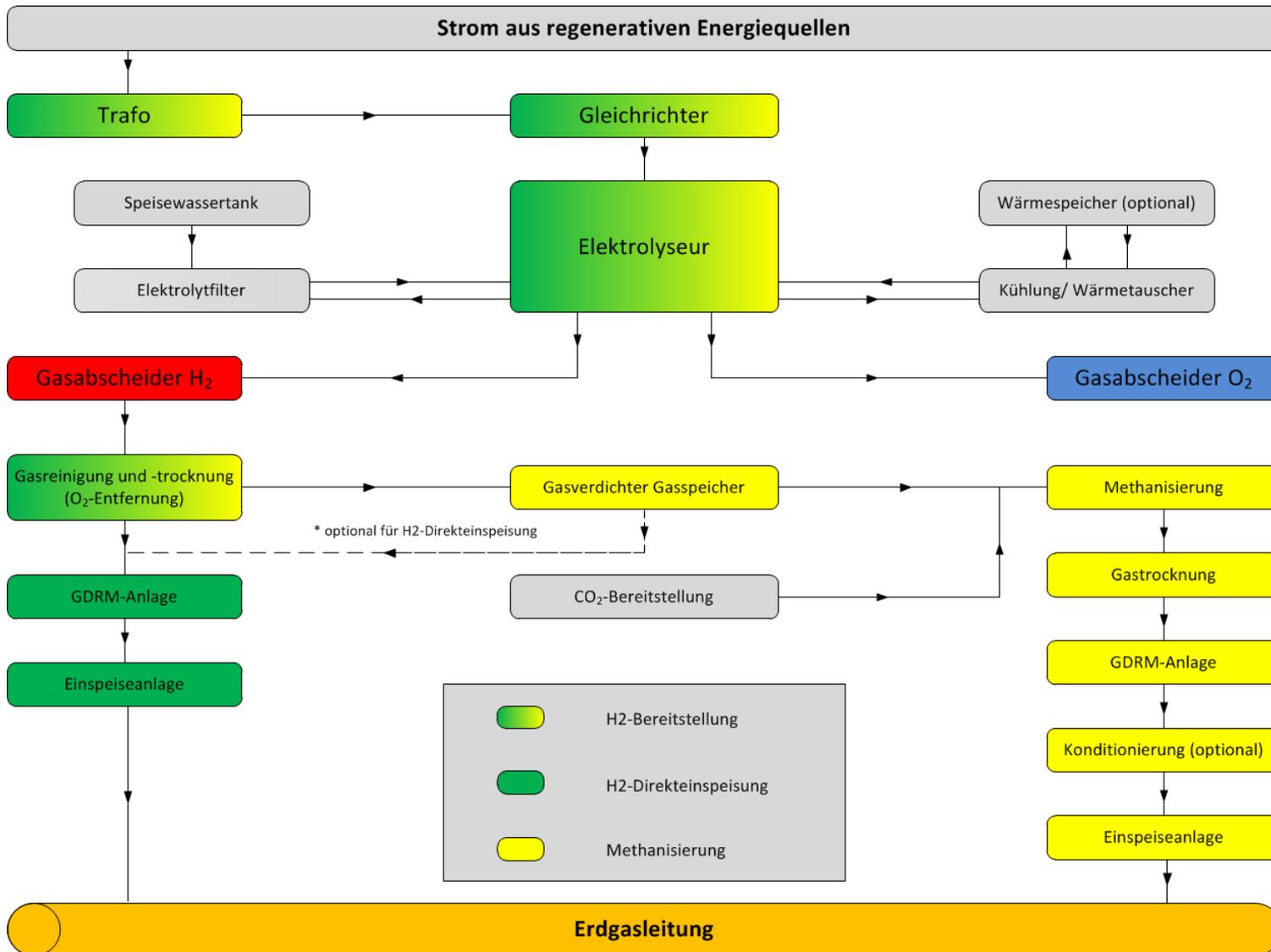
H₂-Toleranz der bestehenden Gasinfrastruktur

Wasserstoffeinspeisekapazität Gesamtnetz Deutschland [Vol.-%]		Verteilnetz MOP ≤ 4 bar	Regionalnetz MOP ≤ 16 bar	Hochdrucknetz MOP > 16 bar	Regulatorische Fragen
	heute			Kapazitätsverluste in Poren- und Kavernenspeichern durch Bakterien	Wasserstoffeinspeisung gemäß GasNZV nicht geklärt
> 1 bis ≤ 2		Überprüfung der Begrenzung Stahltanks in Erdgasfahrzeugen (DIN EN 51624)		Untersuchung H ₂ -Verträglichkeit von Erdgasturbinen	Einrichtung und Betrieb zulässig nach dem EnWG
> 2 bis ≤ 5		Prüfung erforderliche Anpassung in thermischen Prozessen bei Endkunden (Brennernachregelung)		Untersuchung Einfluss und Auswirkung auf Poren- und Kavernenspeicher	Investitionenmaßnahmen als erforderliche Netzinfrasturkturmaßnahme anwendbar
> 5 bis ≤ 10		Überprüfung der Messtechnik (Brennwertnachverfolgung/Mengenumwerter)		Untersuchung der Eignung der Gasturbinen sowie der Turboverdichter	
> 10 bis ≤ 20		Anpassung Druckstaffelung in Gasregelanlagen; Überprüfung der Regelung und Materialien von Armaturen; Untersuchung H ₂ -Verträglichkeit betroffener Thermoprozesse (Stirlingmotoren, BHKW, Gasbrenner); Prüfung der Eignung von Erdgasfahrzeugen (Thermodynamik); Anpassung Pipeline Integrity Management für Transportleitungen			
		2050			

<u>Erläuterung</u>	
Zumischung H ₂ unbedenklich	Gasnetz-, Speicher- oder Endverbrauchselemente sind in ihrer Funktion uneingeschränkt; Wasserstoffzumischung erfordert keinen technischen Anpassungsbedarf
Anpassungs- und Regelbedarf	Technische Anpassung oder Nachregelung einzelner Gasnetz-, Speicher- oder Endverbraucherelemente in unterschiedlichem Maße erforderlich
Forschungsbedarf	Keine oder geringfügige Erkenntnisse über den Wasserstoffeinfluss vorhanden

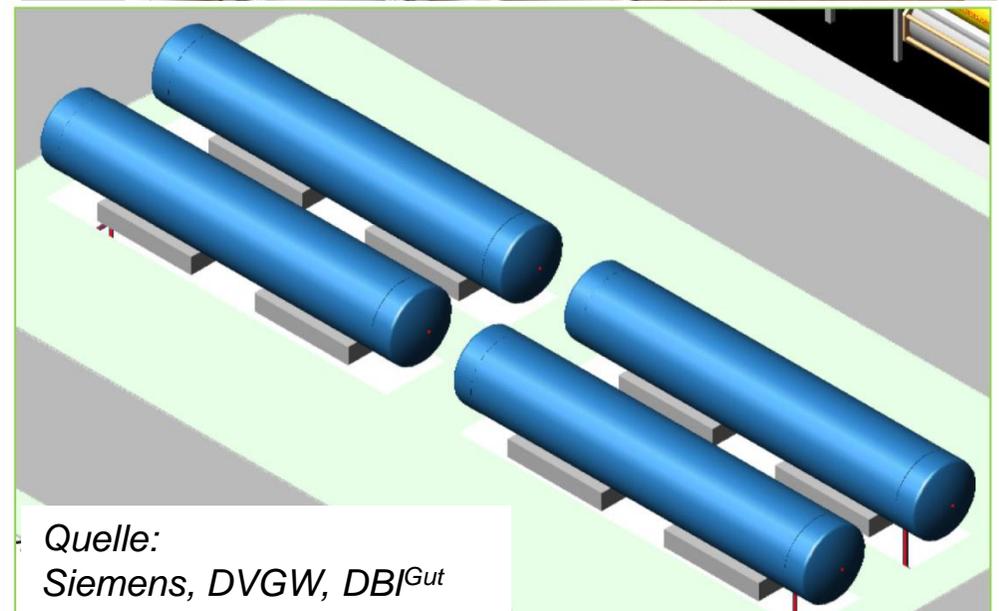
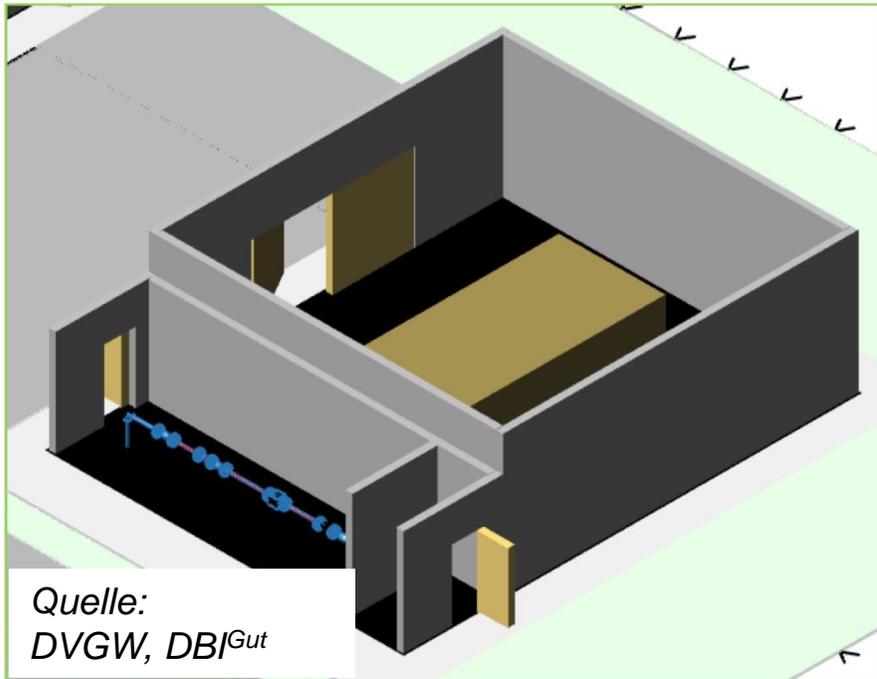
Quelle: DVGW, DBI^{Gut}, Eigene Ergänzungen

Speicherung von regenerativ erzeugtem Strom

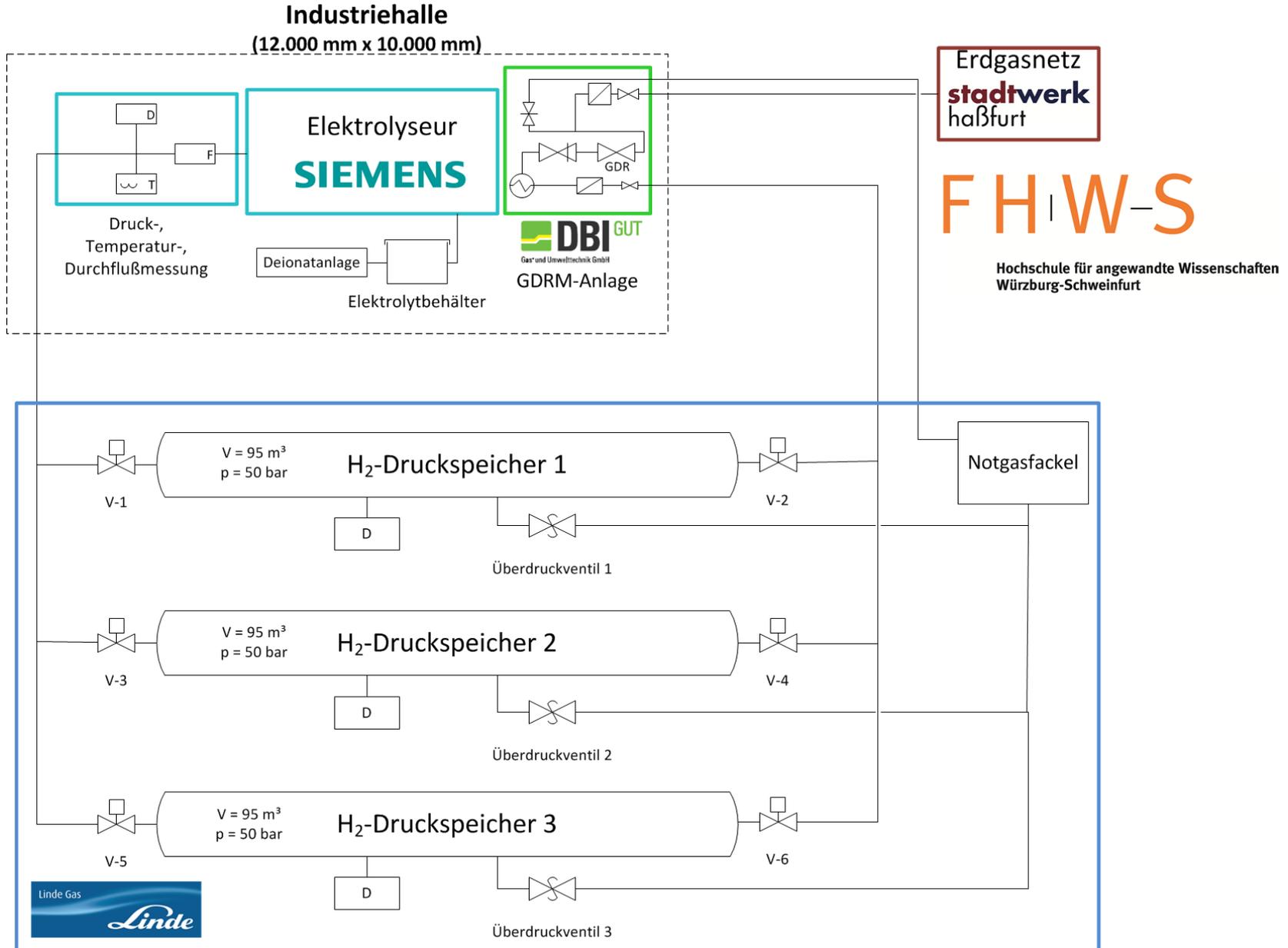


Anlagenkonzept Power-to-Gas-Anlage

- Elektrolyseur (0,7 / 2,1 MW_{el})
- H₂-Speicheranlagen
Speichertanks je 110 m³ bei 30 bar
d.h. 3021 Nm³ ~ 9000 kWh (H_u)
- Einspeiseanlage
(GDRM-Anlage, Fläche ca. 11 x 8 m)



PtG-Anlage - Aufteilung der Gewerke



Kostenschätzung Power-to-Gas-Projekt Haßfurt

Tabelle: Wesentliche Daten und Schätzung der Investitionskosten zur Errichtung einer Power-to-Gas-Modellanlage im Gebiet der Stadtwerk Haßfurt GmbH zur Speicherung von überschüssigem regenerativem Strom

Komponente	Daten	Kosten in Mio. €
Elektrolyseur	2 MW _{el} ; ca. 200 m ³ /h	
Gas-Anlage	250 m ³ /h; 33 bar	
Einspeiseanlage	2 x 110 m ³ ; 30 bar d.h. je 3000 Nm ³ H ₂	
Gebäude		
Engineering, Controlling, Anschlüsse, Messtechnik, Sonstiges		
Fördersumme Bayern		
Gesamtsumme		

Power-to-Gas; Projektziele und -partner

Projektziele:

- Errichtung und Betrieb einer (Modell-/Leuchtturm-) Anlage in Hassfurt
- Erster Schritt: Nutzung von Wasserstoff in einem BHKW
- Zweiter Schritt: Einspeisung von Wasserstoff ins Erdgasverteilnetz mit zunehmender Konzentration (bis 5 Vol. %)

Projektpartner und -aufgaben:

- StW Hassfurt Bereitstellung von EE-Strom, Gasnetz und BHKW's
- GUT Hassberge mbH Bereitstellung von EE-Strom, Systemintegration
- Siemens AG Technik Elektrolyse
- FHWS Projektkoordination, Systemtechnik, technische und wissenschaftliche Begleitung, Kommunikation
- Linde AG Gastechnik
- DBI^{Gut} GmbH Systemtechnik Gasnetze
- TÜV Süd, Greenpeace, TTZ-E-Mobilität, u.a.