

Pilotprojekt „Power to Gas“ Ibbenbüren

**Hintergründe und Technik
Ibbenbüren, 23.01.2019**

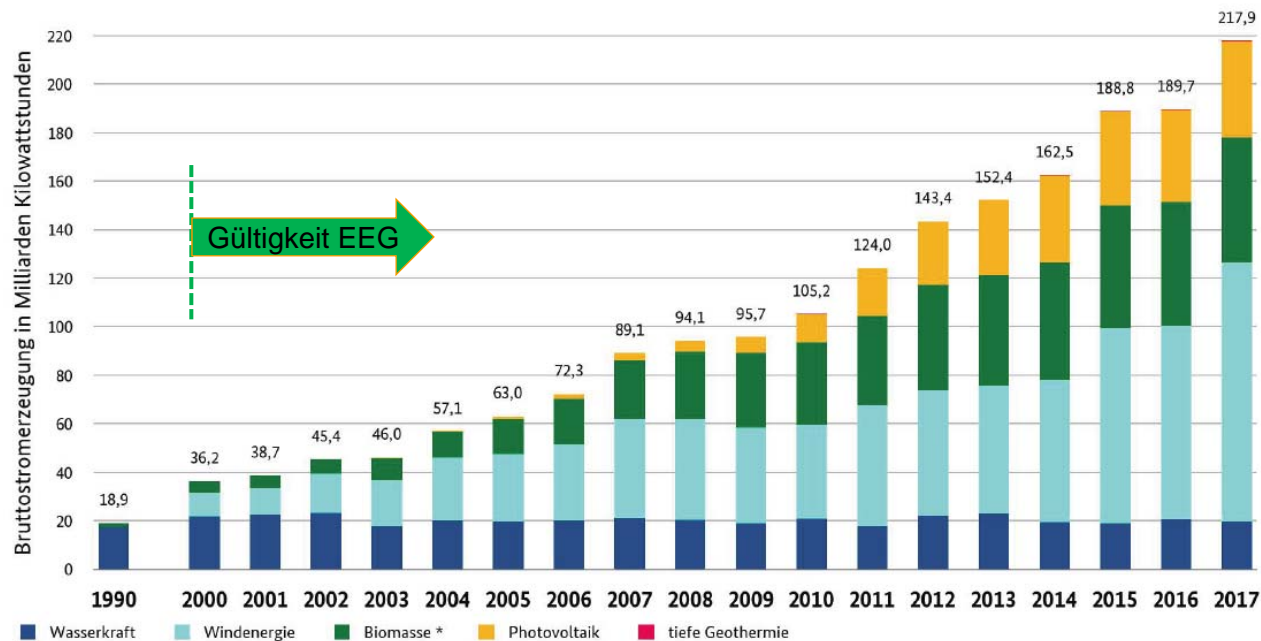
Carsten Stabenau, Westnetz GmbH

Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung

Die Stromerzeugung auf regenerativer Basis wurde in den letzten Jahren bereits extrem erweitert



Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien seit 1990



Quelle: BMU (Stand 02/2018)

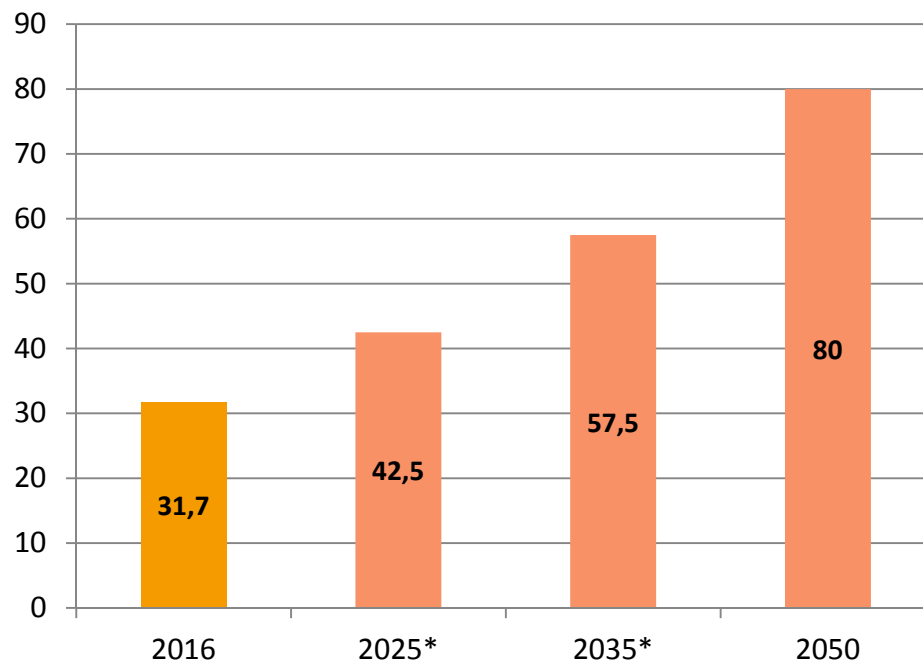
* vorläufige Angabe



Anm: Windkraft fast ausschließlich Wind onshore

- EEG („Erneuerbare-Energien-Gesetz“, Erstfassung 1. April 2000) hat zu einem starken Ausbau regenerativer Energieerzeugung geführt
- Zuwachs in den letzten Jahren vor allem bei Windkraft, Biomasse und Photovoltaik
- Gegenwärtiger Zustand:
 - Wasserkraft bereits fast ausgeschöpft
 - Bei Biomasse förderbedingt z.Zt. kaum weiterer Ausbau zu erwarten

Trotz des bereits erreichten Ausbaus stehen die größten Herausforderungen aber noch bevor

EE-Anteil (Prozent) an jährlich verbrauchter Strommenge

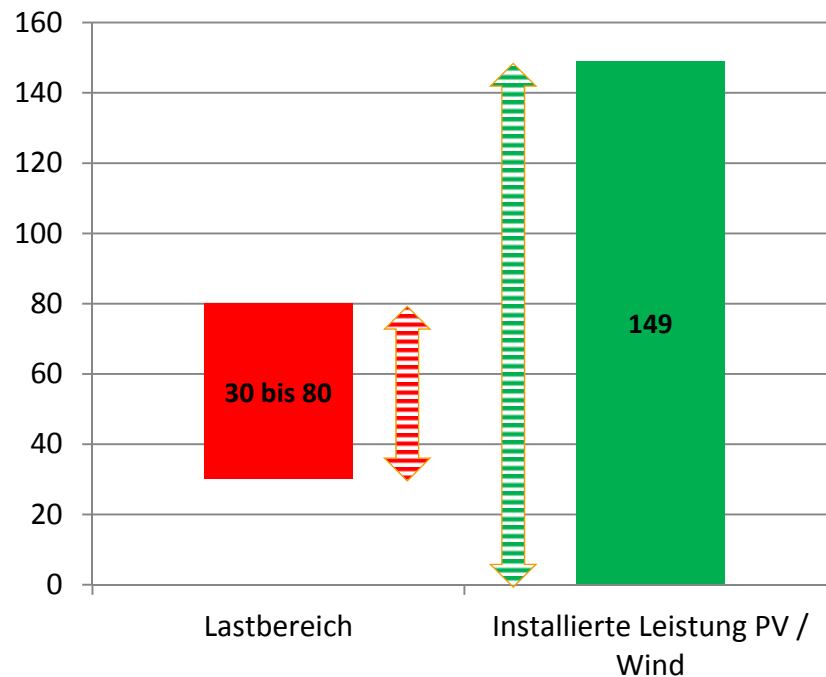


-  Bisheriger Anteil der EE an Bruttostromverbrauch
 -  Ausbauziele Bundesregierung (EEG 2017 und Energiekonzept)
- * Werte für 2025 und 2035 sind Mittelwerte in 5%-Korridor

- Weiterer Zubau nur noch mit zeitlich eingeschränkten, d.h. stark fluktuierenden Quellen (Wind / PV) möglich
- Ausbau installierter Anlagenleistungen (2015 bis 2035*)
 - Photovoltaik (Faktor ~1,5) von 41 GW auf **60** GW
 - Wind onshore (Faktor 2,0) von 45 GW auf **89** GW
 - Summe (Faktor 1,7) von 86 GW auf **149** GW

Die zeitlich eingeschränkte Verfügbarkeit erfordert hohe Leistungen weiterer Erzeugungsanlagen

Installierte Leistung PV und Wind in 2035
im Vergleich zu Stromlast in Deutschland
(Angaben in GW)

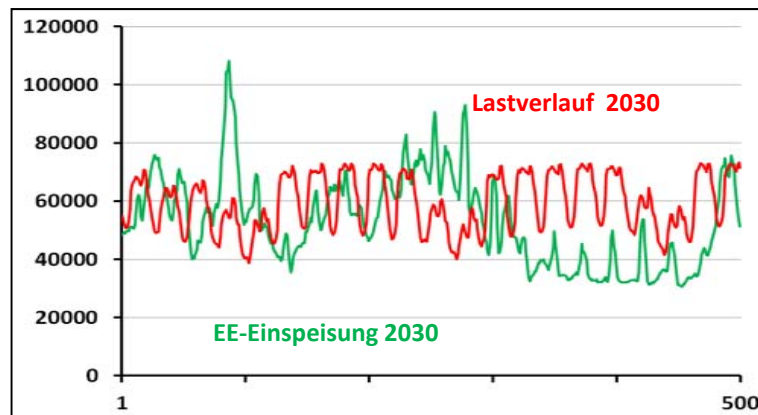
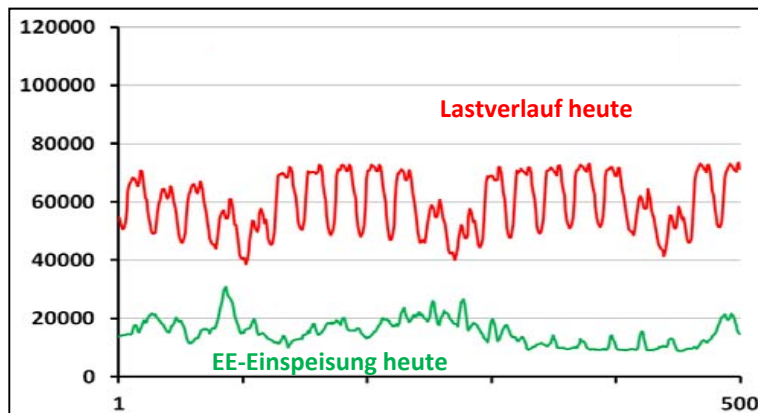


Darstellung ohne Erzeugung aus weiteren Quellen
(Kraftwerke, Biomasse, Laufwasser,...)

- Da PV- und Windkraftanlagen nur zeitweise arbeiten, muss in diesen Zeiträumen mit sehr hoher Leistung produziert werden
- Stromlast in Deutschland liegt zwischen 30 und 80 GW
- Installierte Erzeugungsleistungen übersteigen den Lastbereich in Deutschland zukünftig bei Weitem
- Schwankungen sind nur eingeschränkt vorhersagbar und treten an veränderlichen Orten auf

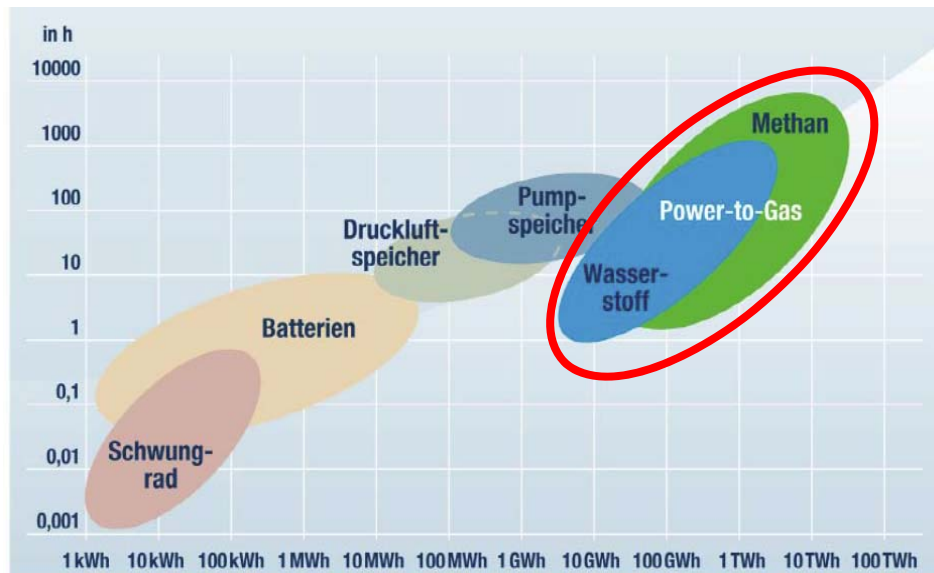
Der starke Anstieg von Niveau und Schwankungen regenerativer Stromerzeugung erfordert Flexibilität

Strombedarf vs. Erzeugung aus EE [GW] –
exemplarische Betrachtung von 500 Std heute
und in 2030 **über ganz Deutschland**



- Gegenwart:
 - Leistungsbedarf bundesweit immer höher als regenerative Erzeugung (regional tlws. schon umgekehrt!)
 - Überbrückung Erzeugungslücke durch konventionelle Kraftwerke
- Zukunft (2030):
 - Regen. Stromerzeugung praktisch immer größer oder kleiner als Leistungsbedarf
=> notw. Balance nahezu nie gegeben
 - Häufige und umfangreiche Abschaltungen der Erzeugung aus EE absehbar
 - Möglicher Ausgleich von Unterdeckungen durch Kraftwerke wirtschaftlich und wegen Klimaschutz fraglich
=> Versorgung in diesen Zeiträumen???

Von mehreren Speichertechnologien bietet „Power to Gas“ die größten Kapazitäten

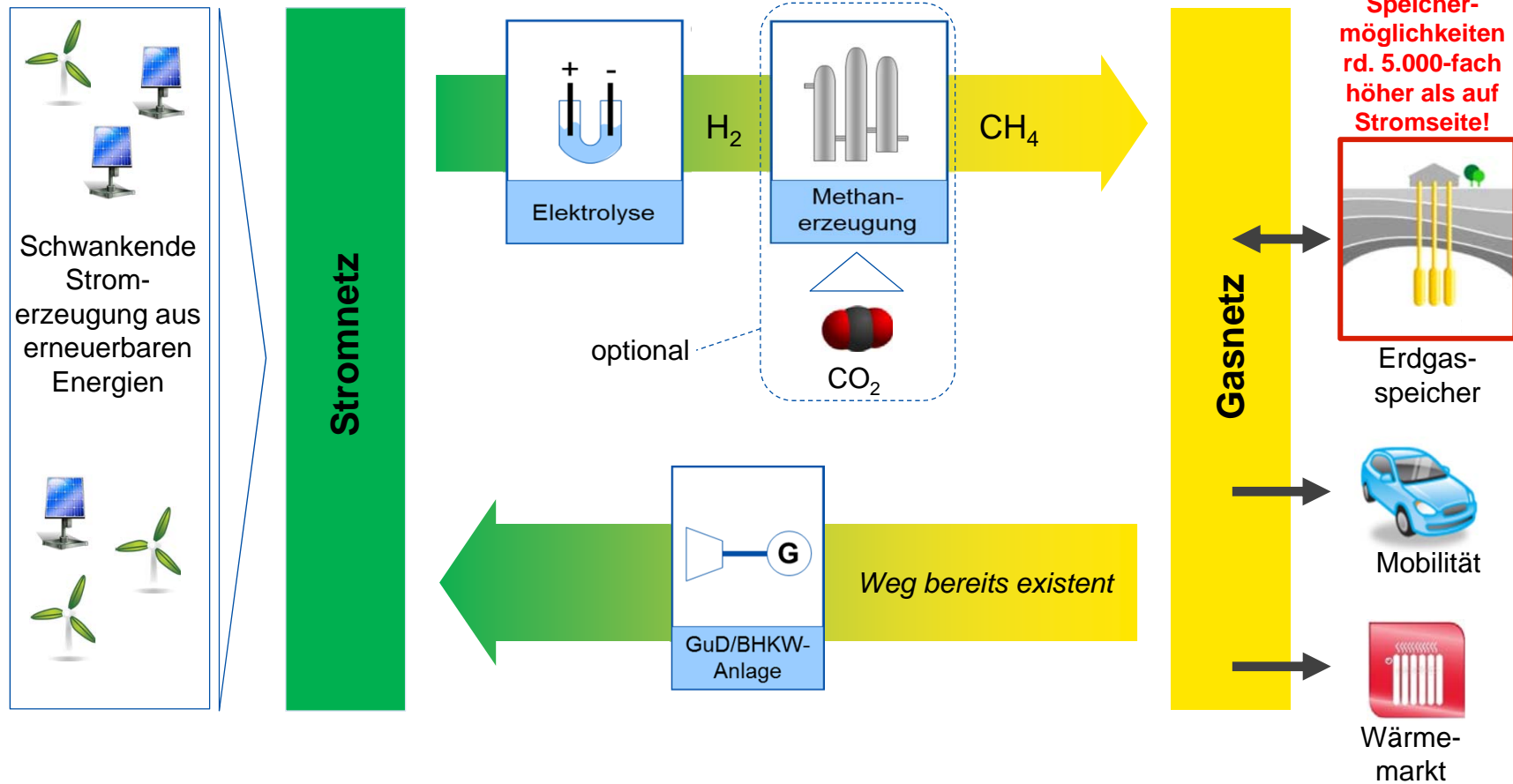


- Speichertechnologien unterscheiden sich deutlich nach verfügbarer Kapazität und Speicherzeit
- Schwungrad, Batterie sowie Druck- und Pumpspeicher sind nur kurz- bis mittelfristig einsetzbar
- Zur Langfristspeicherung von Strom im großem Maßstab ist nur die „Power to Gas“-Methode tauglich
- Auf der Erdgasnetzseite vielfach höhere Speichermöglichkeiten (> Faktor 5.000) als bei Strom

Eckdaten „Strom“ (D)	Eckdaten „Gas“ (D)
Absatz ~ 550 TWh	Absatz ~870 TWh
Speicherung ~ 0,04 TWh	Speicherung ~ 240 TWh

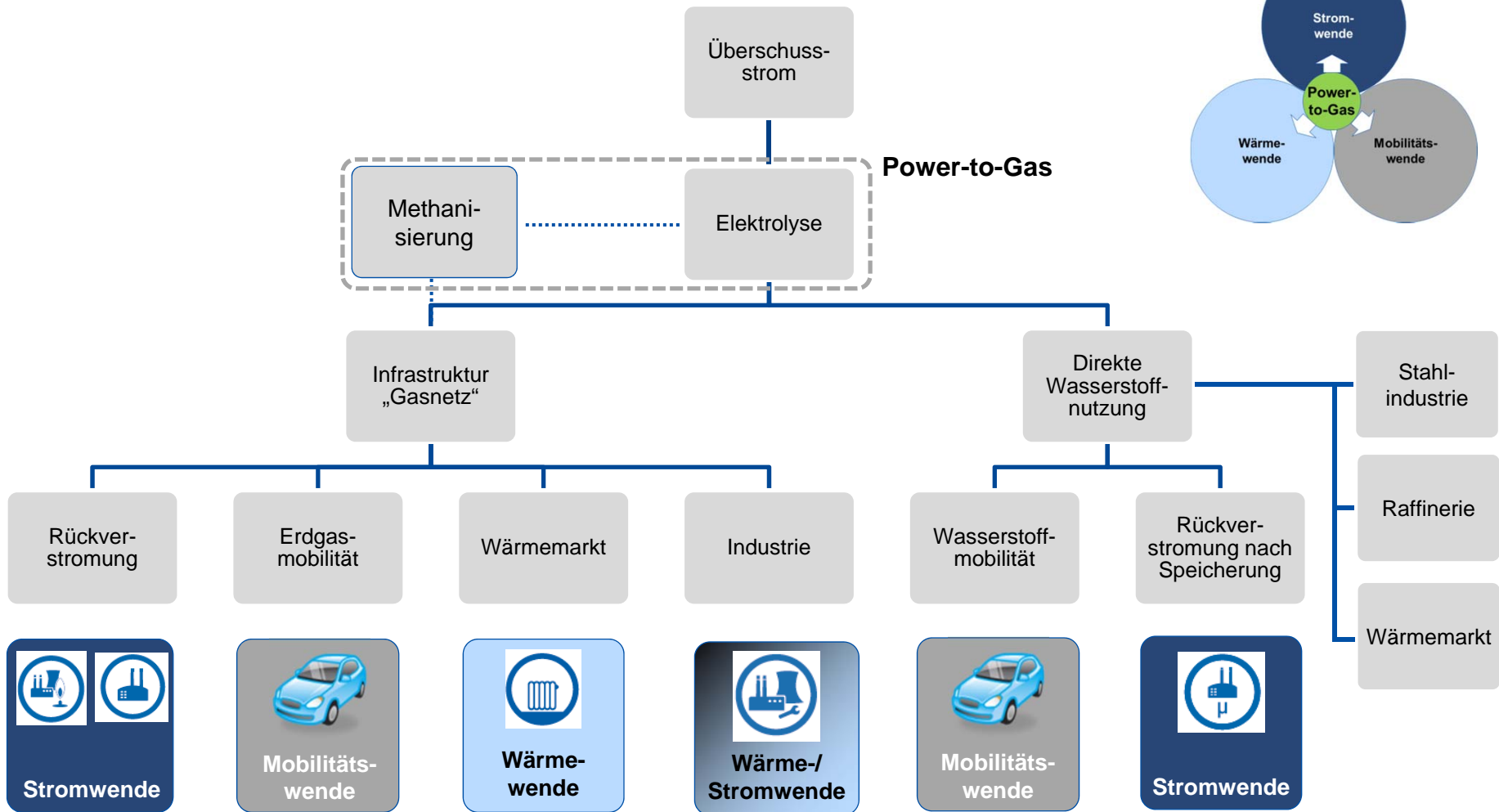
Verfahrensbeschreibung

„Power to Gas“ ermöglicht einen Zugang zu Gasspeichern mit extrem großen Kapazitäten



Verfahrensbeschreibung

Das Verfahren „Power to Gas“ kann sehr vielseitig eingesetzt werden



Demonstrationsprojekt

In Ibbenbüren wird eine Anlage zur Wasserstoffherzeugung per Elektrolyse getestet werden



Container mit Elektrolyse-Einheit (Länge 6 m)

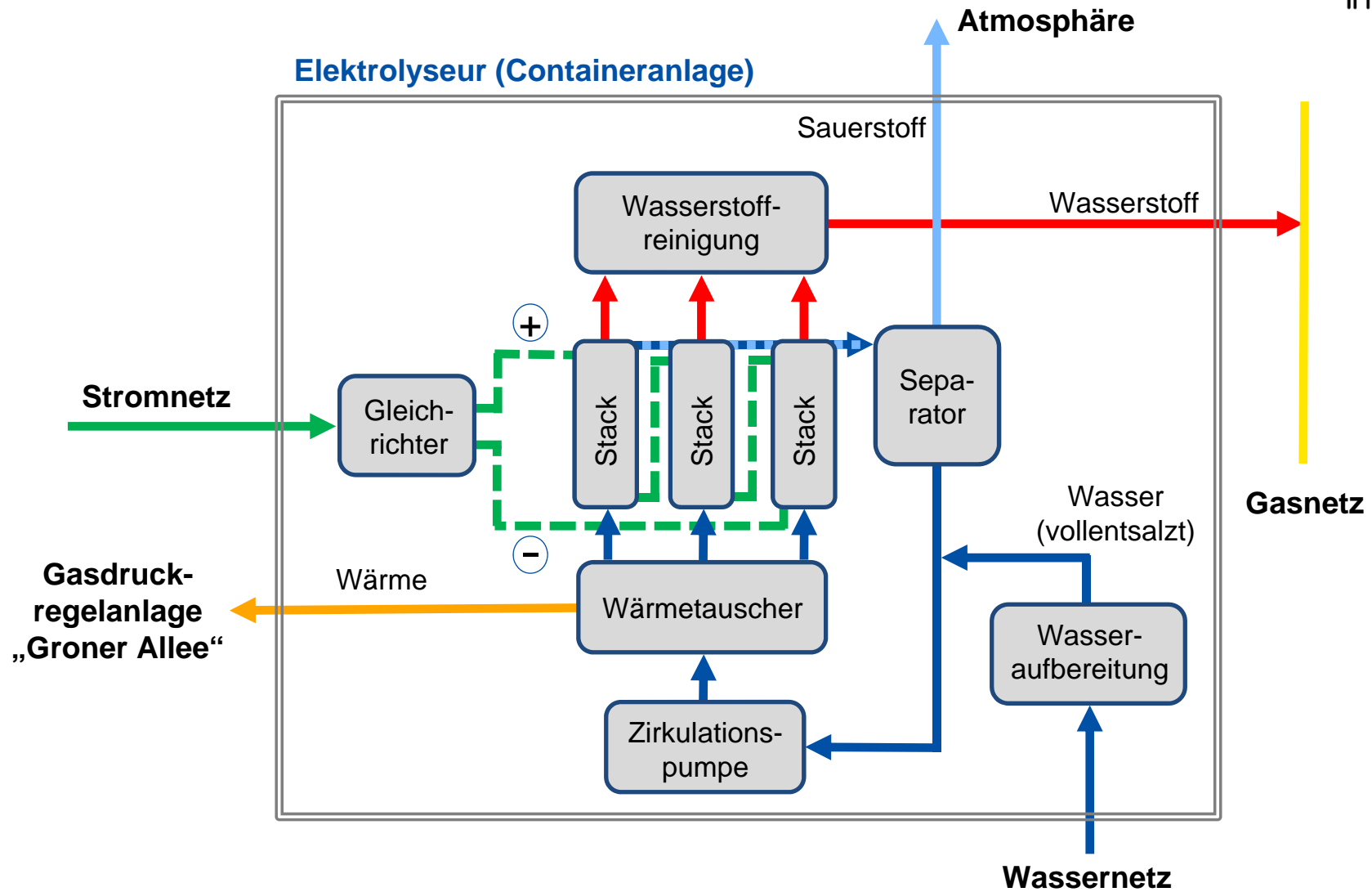


- Elektrolyseur mit innovativer PEM (Proton Exchange Membrane)-Technologie
- Elektrische Nennleistung 150 kW
- Erzeugung von $30 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$ Wasserstoff bei 14 bar
- Wärmeauskopplung in benachbarte Gasdruckregelanlage
- Erzeugung von ca. $15 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$ Sauerstoff - Abgabe in Atmosphäre
- Betrieb des Elektrolyseurs ausschließlich mit „grünem Strom“

Weitere Eckdaten und Merkmale der PtG-Anlage

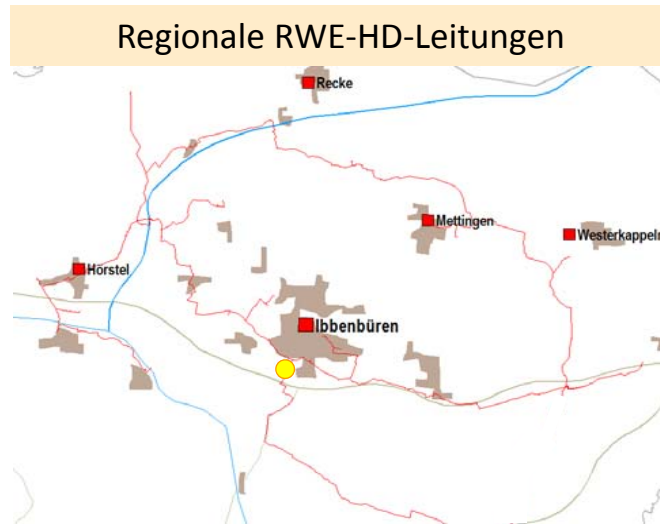
- Unterbringung in 20-Fuß-Seecontainer (6 Meter Länge), Gewicht ca. 12 to
- Max. Überlast: ca. 130% bezogen auf Nennlast (40 m³_N/h Wasserstoff)
- Reinheit des Wasserstoffs: > 99,9% (tauglich zur Verwendung im Mobilitätsbereich)
- Wärmeauskopplung in GDRM-Anlage bei rd. 56° C
- Gesamtnutzungsgrad des Systems: ca. 86% (71% Strom zu H₂)
- Flexibilität:
 - Kaltstart innerhalb von 300 Sekunden
 - Warmstart unmittelbar
 - In weniger als 2 Sekunden wird stromseitig ein geänderter Sollwert erreicht
- Einsatz der üblichen Automatisierungs- und Überwachungstechnik (SIEMENS-SPS)
- Mannloser Betrieb (Fernsteuerung aus der Leitwarte WESTNETZ GmbH)
- TÜV Nord: Begleitung Entwicklung Sicherheitskonzept und Abnahme der Anlage

Vereinfachtes Fließbild der Anlage



Details zum nachgeschalteten Gasnetz

Der Wasserstoff wird dem Erdgas in einer Gasdruckregel- und Messanlage beigemischt

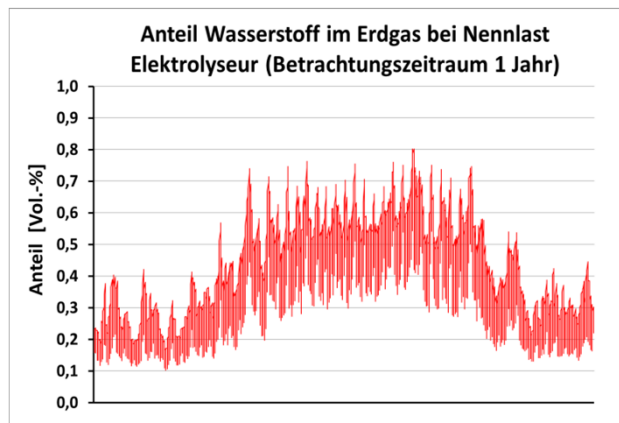


- Wasserstoffbeimischung im Ausgangsbereich der Anlage – keine mechanische Kompression erforderlich
- Verteilung des mit Wasserstoff angereicherten Erdgases in Ibbenbüren und Umland
- Absatz des nachgeschalteten Gasnetzes ideal für Betrieb Demonstrationsanlage (auch im Sommer ausreichender Durchsatz)
- Keine Brennwertunterschiede im Netz wg. zentraler Aufspeisung nachgeschaltetes Netz
- Rückverstromung in BHKW am RWE-Fernwärmenetz „Ibbenbüren“
 - Kraft-Wärme-Kopplung erhöht Energieausnutzung

Details zum nachgeschalteten Gasnetz

Keine Veränderungen für erdgasversorgte Kunden im Raum Ibbenbüren aufgrund des Testbetriebs

Anteil Wasserstoff in Vol.-%

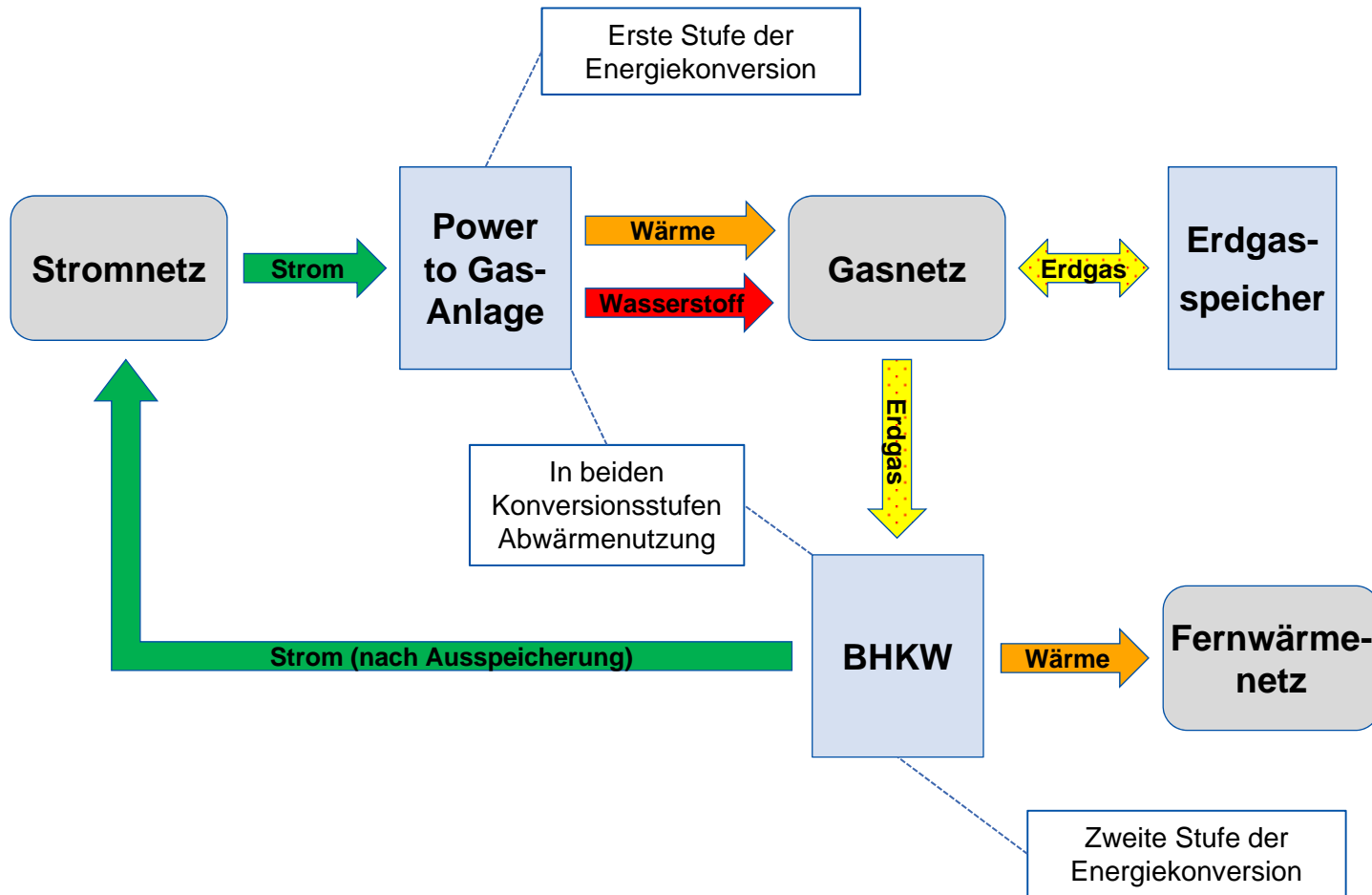


Prozessgaschromatograph

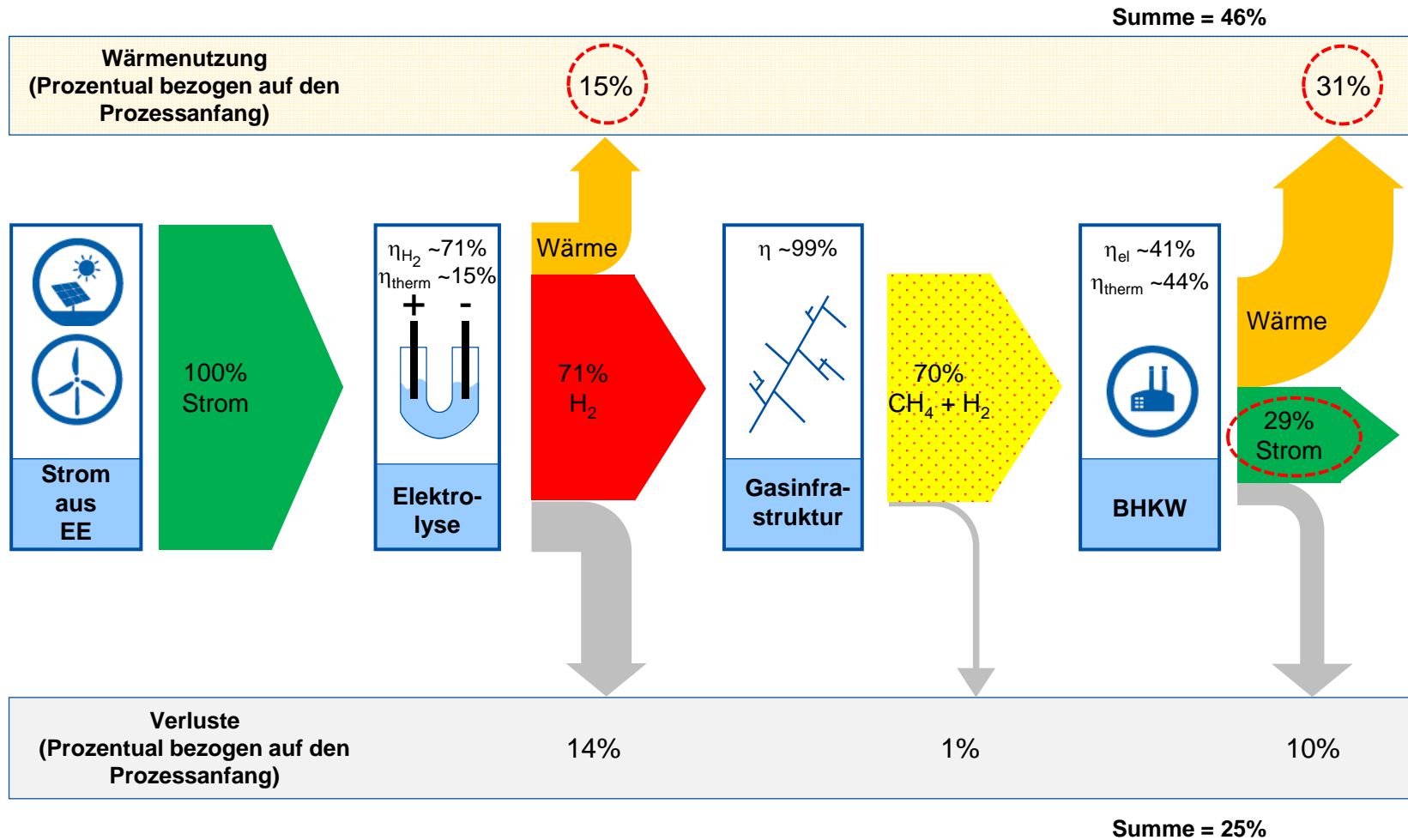


- Sämtliche Vorschriften und Normen werden weiterhin erfüllt:
 - Testbetrieb führt zu maximalen Anteilen von rd. 1 Vol.-% Wasserstoff im Erdgas
 - Bei Erdgastankstellen (im nachgelagerten Netz nicht vorhanden) max. 2 Vol.-% zulässig (DIN 51624)
 - DVGW-Regelwerk bzgl. Gasbeschaffenheiten wird eingehalten
- Einsatz eines innovativen PGC (Prozessgaschromatograph)
 - Verwendung zur präzisen Kundenabrechnung
 - Zum Aufstellungszeitpunkt erster PGC mit eichamtlich abgenommener Messung von Wasserstoffanteilen

Die Systemlösung in Ibbenbüren reduziert durch einen hohen Vernetzungsgrad Energieverluste



Mehrfache Abwärmenutzung erlaubt EE-Stromspeicherung mit einem Nutzungsgrad von rd. 75%



Das Demonstrationsprojekt liefert einen Beitrag zur Entwicklung von „Power to Gas“

Stacks



Elektrolyseur



- Erste Anlage in Deutschland mit
 - Abwärmennutzung
 - Direkter Wasserstoff-Einspeisung in ein Gashochdrucknetz ohne zusätzliche Verdichtung
- Sammlung von Betriebserfahrungen zum Einsatz eines Elektrolyseurs im Kontext regenerativer Energieerzeugung
 - Fluktuierende und intermittierende Fahrweise an Stelle “Bandbetrieb”
 - Untersuchung von Zuverlässigkeit und Wirkungsgradentwicklung über einen mehrjährigen Zeitraum
- Wirtschaftliche Aspekte
 - Wissensaufbau zu wirtschaftlichen Parametern, Untersuchung möglicher Geschäftsmodelle
 - Bemerkung: Wirtschaftlicher Einsatz gegenwärtig allein aufgrund gesetzlicher Rahmenbedingungen nicht möglich

Erste Betriebserfahrung sind absolut positiv – Testbetrieb ohne nennenswerte Probleme

Container und Gasdruckregelanlage



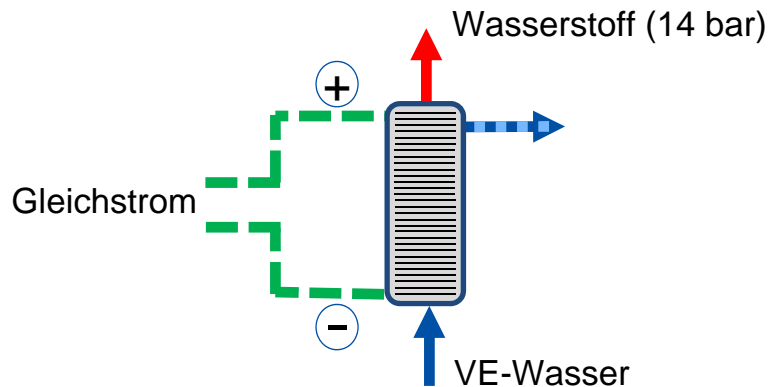
- Elektrolyseur erfüllt alle vertraglich vereinbarten Leistungsmerkmale
- Nachfahren vorgegebener Profile (Erzeugungsprofile Wind und PV) ist problemlos möglich
- Anlage ist für den Einsatz unter normalen Praxisbedingungen geeignet
 - Mittlerweile mehr als 7.500 Betriebsstunden
 - Nur wenige Anpassungen notwendig (i.W. Adjustierung von Parametern in Steuerung)
- Frühe Einbindung von Genehmigungsbehörden und TÜV hat die gesamte Inbetriebnahmephase deutlich verkürzt
- Bevorstehende Maßnahmen:
 - Weitere Sammlung und Auswertung detaillierter Betriebsdaten
 - Weitere Optimierung der Anlage

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

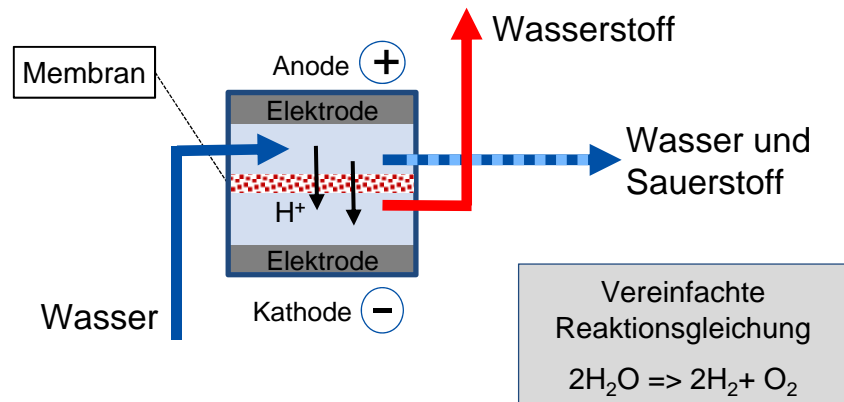


Aufbau von Stacks und Zellen

Prinzipieller Aufbau eines Stacks



Vereinfachter chemischer Prozess in einer Zelle



- „Stacks“ bestehen aus gestapelten Zellen (elektr. Reihenschaltung).
- „Zellen“: Kleinste Einheiten zur Wasserstoffproduktion.
- An der Anode werden Wassermoleküle in Sauerstoff und Protonen gespalten.
- Diese Protonen werden von der negativ geladenen Elektrode (Kathode) angezogen und durchwandern hierbei eine Membran (**P**roton **E**xchange **M**embrane).
- An der Kathode bilden sich Wasserstoffmoleküle (H₂) durch den Zusammenschluss von Protonen und Elektronen aus der Kathode.