

Die **AUDI-e-gas-Anlage** in Werlte ein P2G-Projekt am Standort einer Biogasanlage

Thomas Götze

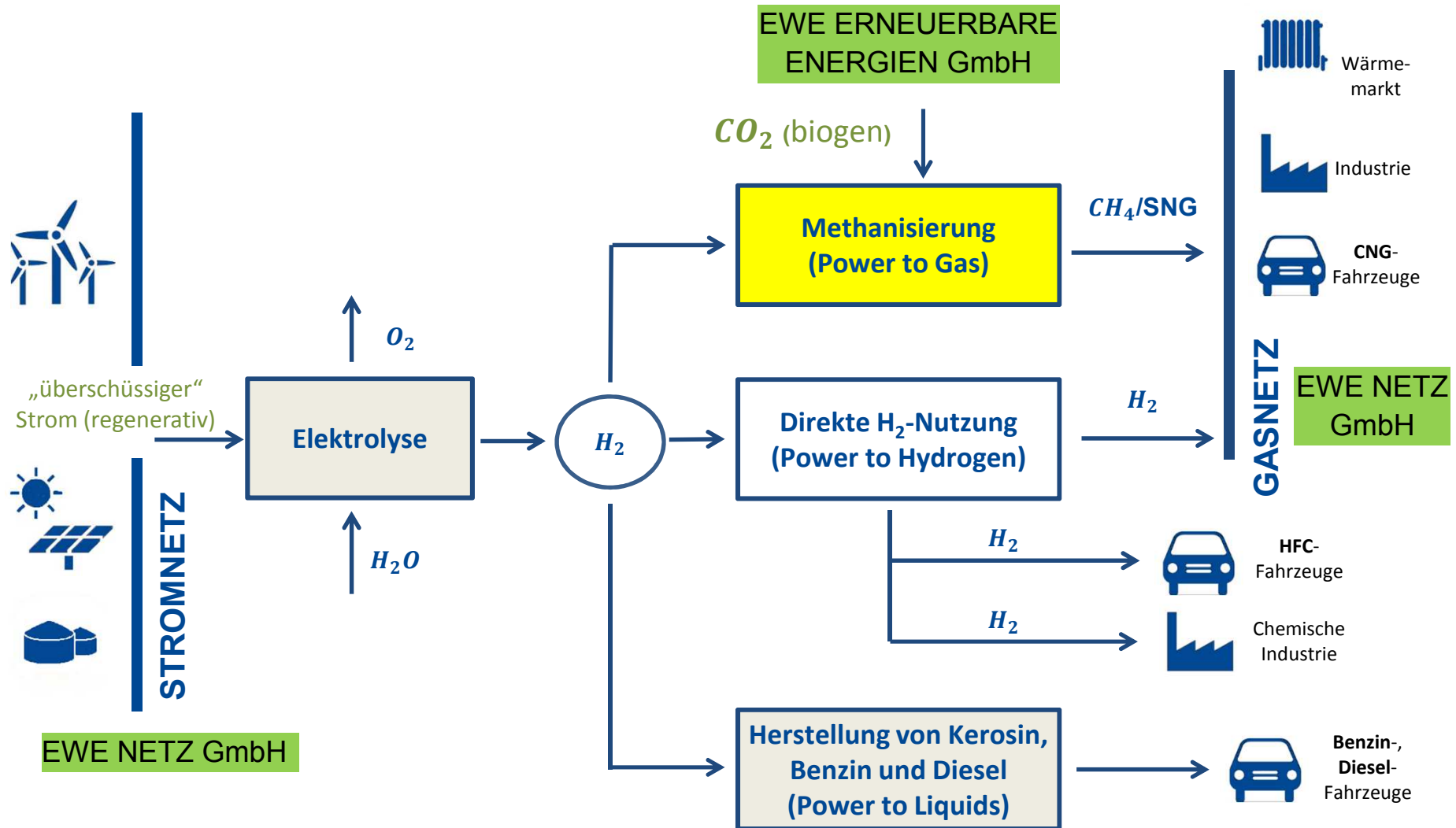
Hannover, 08.11.2017



Biogasanlage der EWE in Werlte (2011)



Power to Gas – Speicherung von regenerativ erzeugter elektrischer Energie in die Erdgasinfrastruktur



AGENDA



TOP 1 P2G am Standort Werlte aus Sicht des Stromnetzes

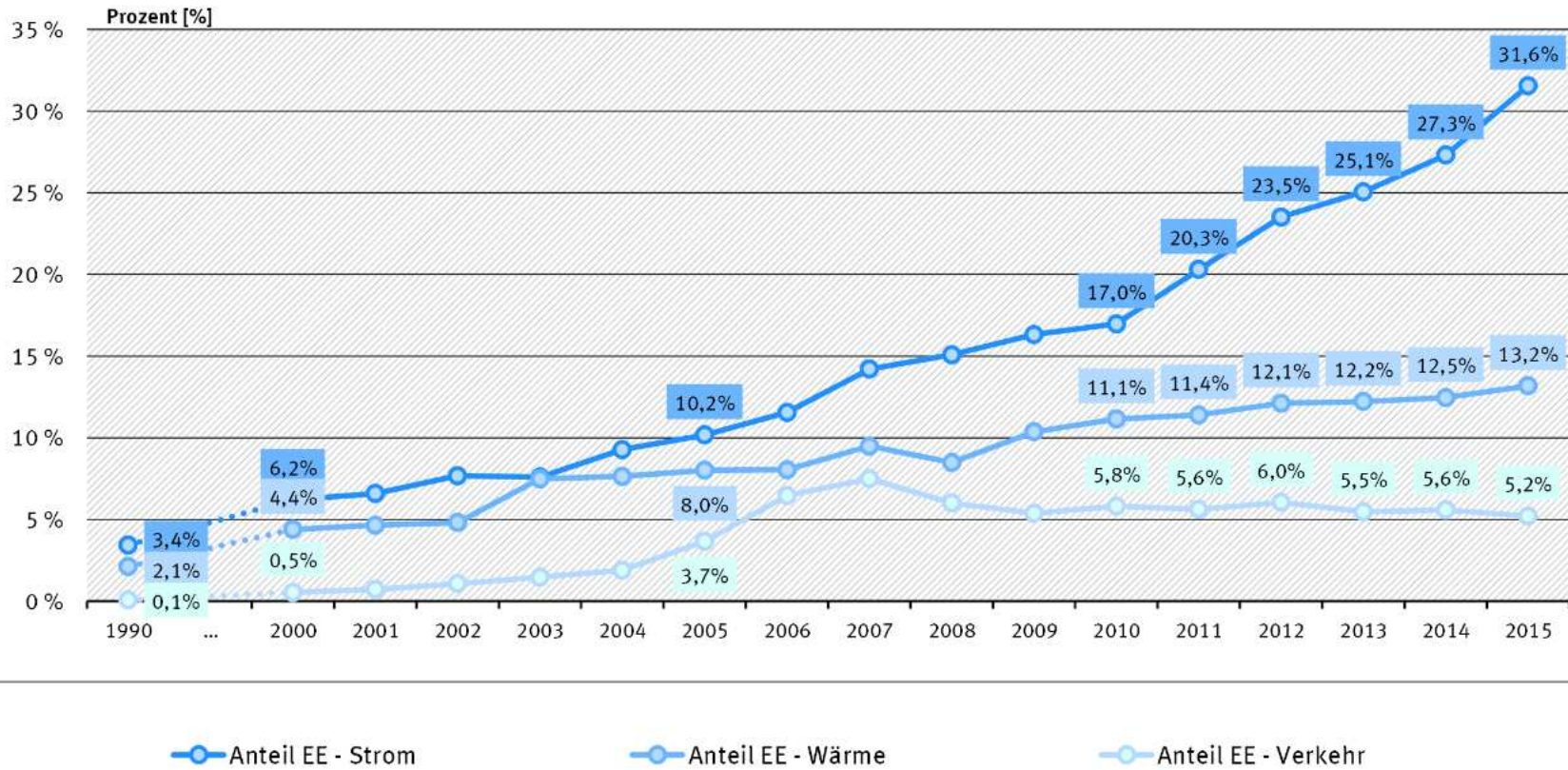
TOP 2 P2G am Standort Werlte aus Sicht des Gasnetzes

TOP 3 e-gas-Projekt Werlte

TOP 4 Motivation AUDI

TOP 5 Förderprojekt WOMBAT / Betriebserfahrungen

Anteil erneuerbare Energie am Bruttostromverbrauch, am Endenergieverbrauch für Wärme und Verkehr (1990-2015)

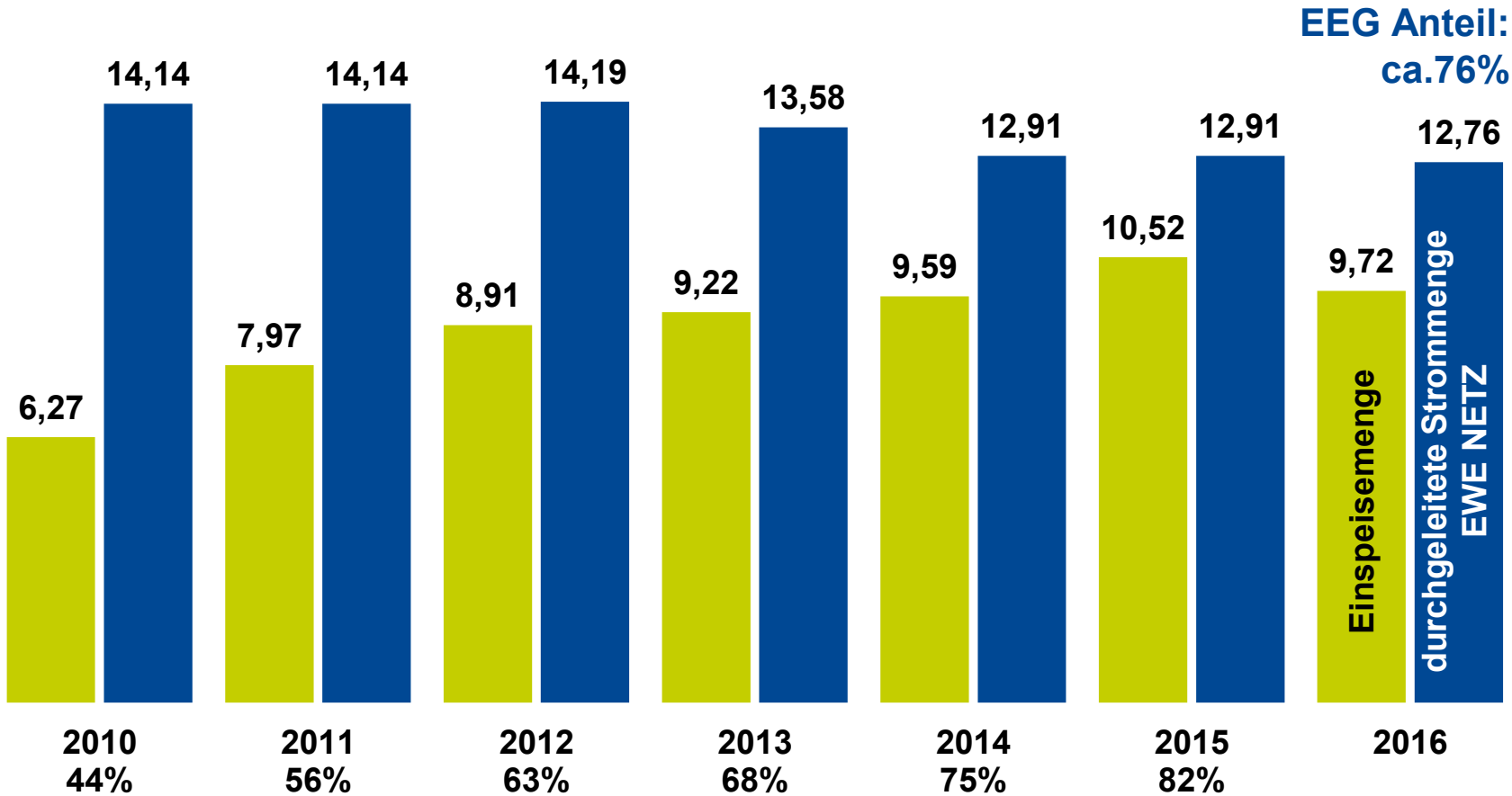


Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie auf Basis AGEE-Stat, Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland, Stand: August 2016

In 2016 stammten etwa 76% des transportierten Stroms aus erneuerbaren Energien



Strommengen [TWh]

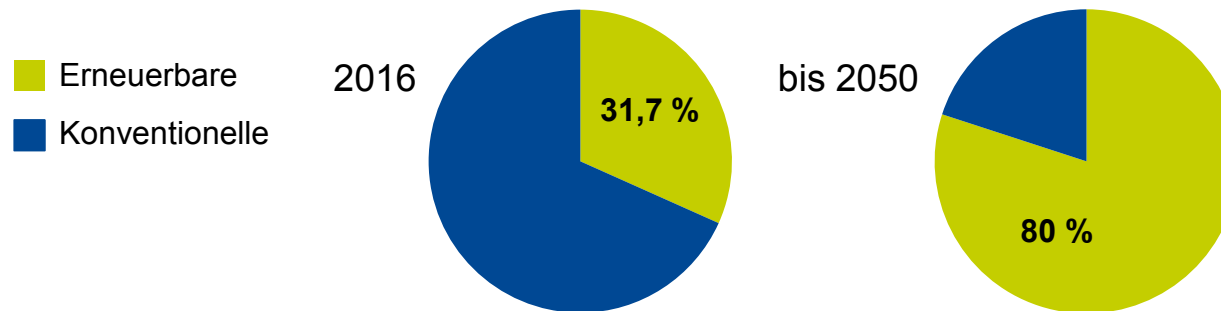


EWE NETZ liegt den Ausbauzielen der Bundesregierung um Jahrzehnte voraus



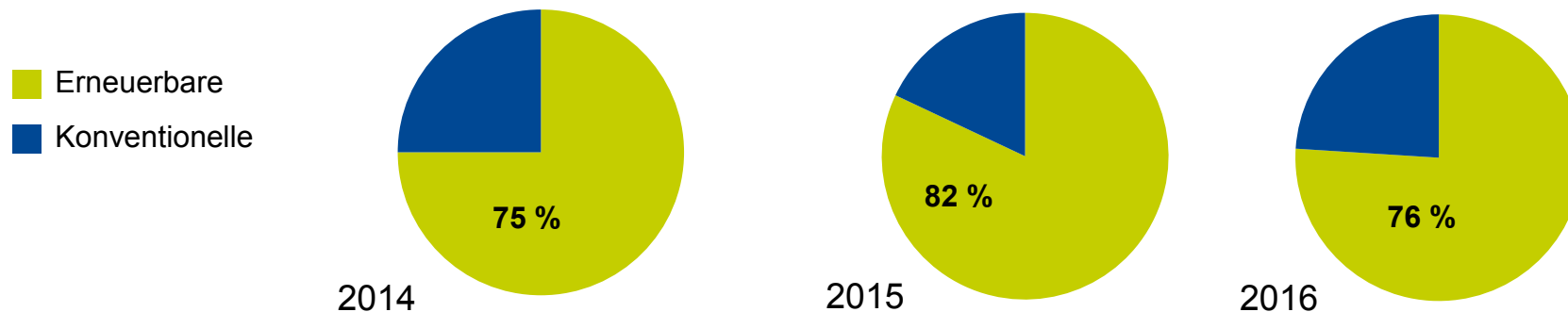
Ausbauziele der Bundesregierung

Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren und konventionellen Energien

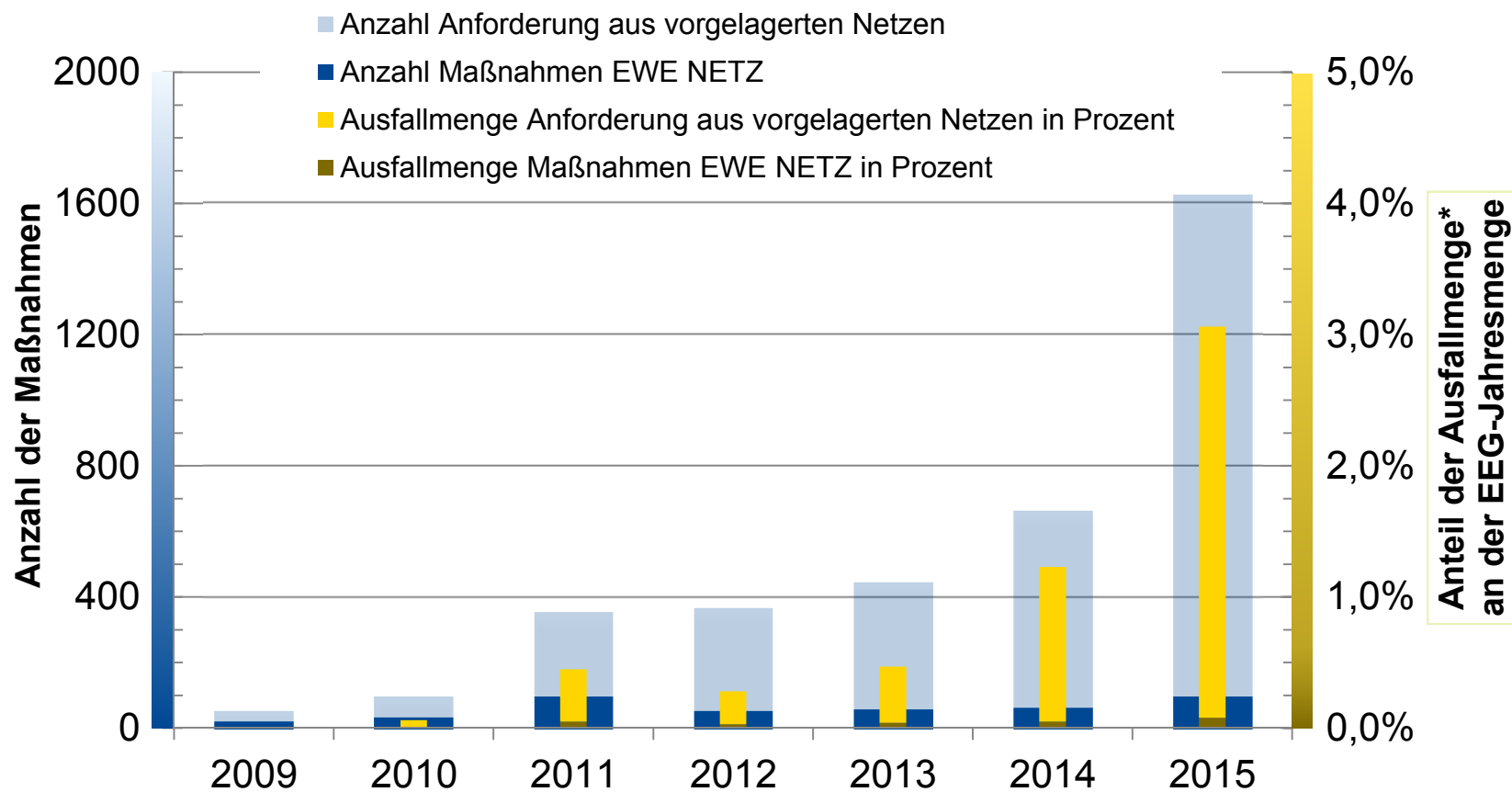


EWE NETZ: Einspeisemengen

Anteil des Stroms aus erneuerbaren und konventionellen Energien im EWE Netz

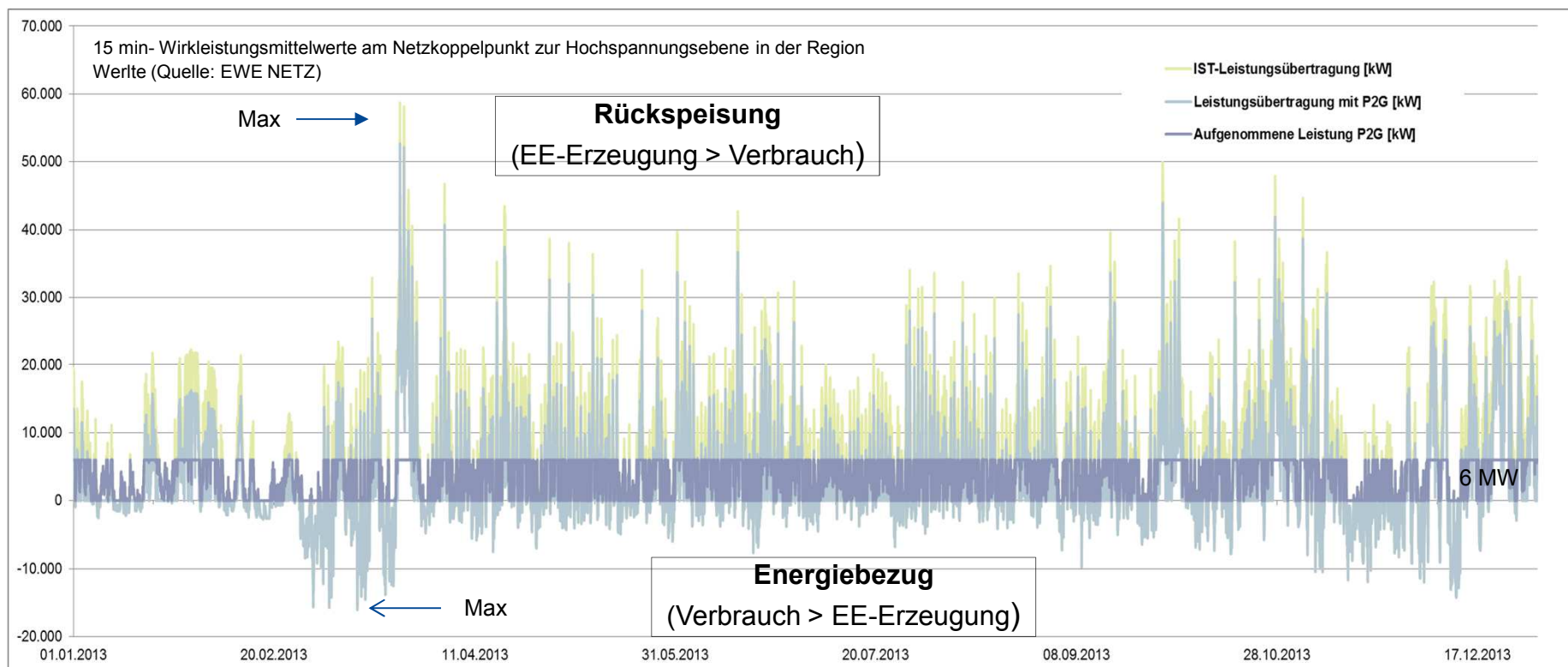


EEG-Einspeisemanagement: Zahl der Maßnahmen steigt, Ausfallmenge ist schwankend



*: Ausfallmenge: geschätzte Mengen

„Regeneratives Kraftwerk Verteilnetz“



Netzkoppelpunkt Region Werlte:

Dauer Rückspeisung: 6.937 h
Maximaler Energiebezug (negativ): 16,042 MW
Maximale Rückspeisung (positiv): 58, 652 MW
Rückgespeiste Energie: **61,7 GWh***
*entspricht Energieverbrauch von 3 P2G-Anlagen „Werlte“ (6 MW)

EISMAN:

Abschaltungen oder Reduzierungen (30%/60%)
Dauer EISMAN: 12 h

AGENDA



TOP 1 P2G am Standort Werlte aus Sicht des Stromnetzes

TOP 2 P2G am Standort Werlte aus Sicht des Gasnetzes

TOP 3 e-gas-Projekt Werlte

TOP 4 Motivation AUDI

TOP 5 Förderprojekt WOMBAT / Betriebserfahrungen

Rechtliche Grundlagen für Einspeisung von H₂ / SNG

juristischer Kunsttrick: Ergänzung der Definition des Begriffes Biogas



Begriffsbestimmungen Biogas im EnWG (§ 3, 10c):

„Biomethan, Gas aus Biomasse, ...

sowie **Wasserstoff**, der durch Wasserelektrolyse erzeugt worden ist, und **synthetisch erzeugtes Methan (SNG)**, wenn der zur Elektrolyse eingesetzte Strom und das zur Methanisierung eingesetzte Kohlendioxid nachweislich weit überwiegend (mindestens 80%) aus erneuerbaren Energiequellen ... stammen.

Geltung des Teil 6 („Biogas“) der Gasnetzzugangsverordnung (**GasNZV**)

- Kostenteilung beim Netzanschluss: 75% Netzbetreiber / 25% Anschlussnehmer; maximal 250 T€ bei Anschluss kleiner 1km
- Netzbetreiber hat Verfügbarkeit des Netzanschlusses sicherzustellen (96%) und ist für Wartung u. Betrieb verantwortlich
- Standardisiertes Verfahren zur Anschlussprüfung
- Vorrangiger Netzzugang
- Erweiterter Bilanzierungszeitraum
- Einhaltung der Anforderungen der Arbeitsblätter G 260 bzw. G262 des DVGW

Spezifikation der Gase gemäß Schnittstellenhandbuch

Einspeisung von SNG/Biomethan

Produktgas e-gas (S1a)

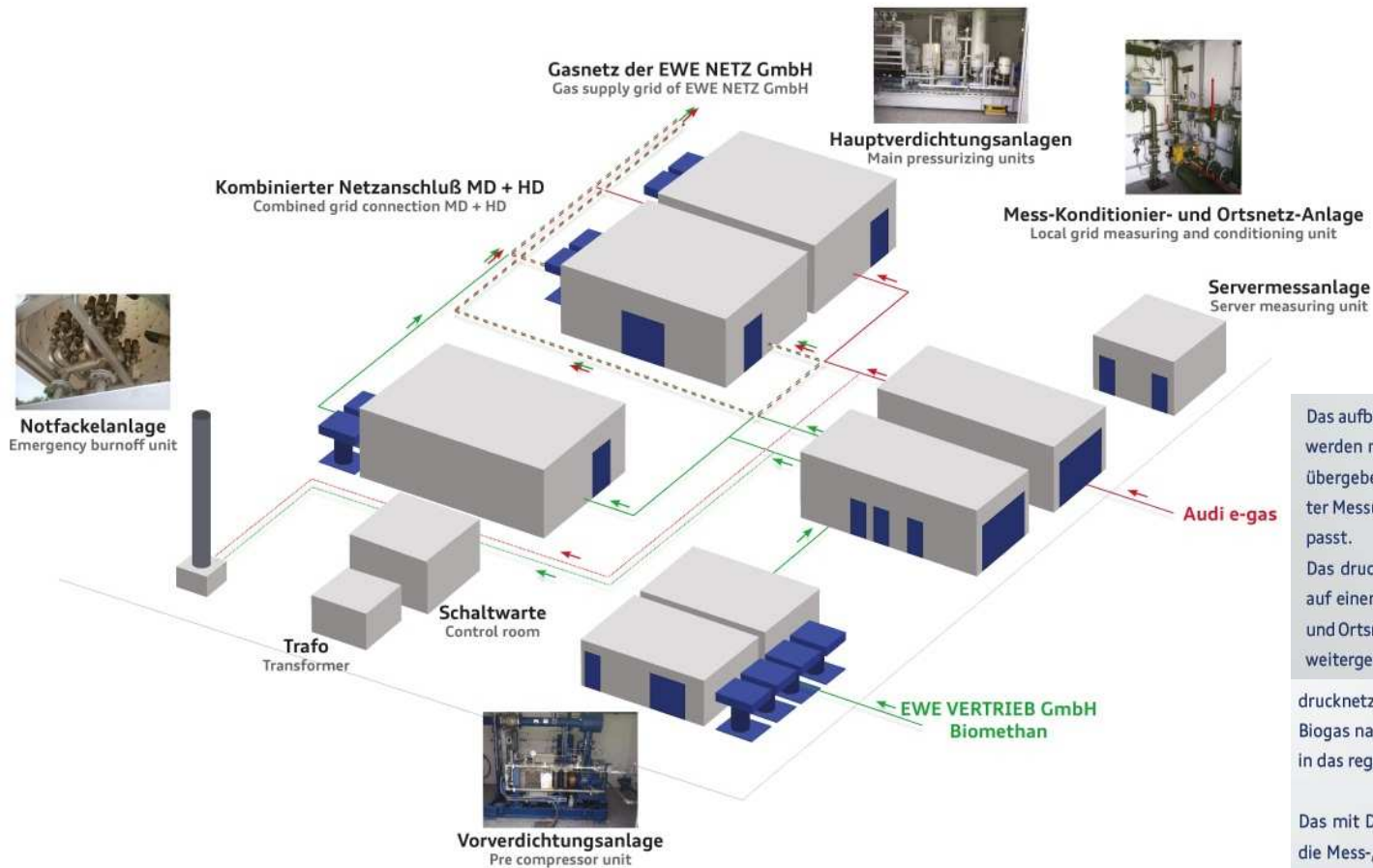
- Volumenstrom: 340 Nm³/h
- Methangehalt: 92 Vol.-%
- CO₂-Gehalt: 4 Vol.-%
- H₂S-Gehalt: 0 mg/Nm³
- H₂-Gehalt: **4 Vol.-%**
- N₂-Gehalt: 0 Vol.-%
- O₂-Gehalt: 0 Vol.-%
- Taupunkt (1 bar): - 55 °C
- Abs. Feuchte: 38 mg/Nm³
- Übergabedruck: **5 bar_{abs}**
- **Diskontinuierliche Einspeisung**
(Betrieb abhängig von Strombezug)

Produktgas Biomethan (S2a)

- Volumenstrom: 700 Nm³/h
- Methangehalt: 98 Vol.-%
- CO₂-Gehalt: 2 Vol.-%
- H₂S-Gehalt: 2 mg/Nm³
- H₂-Gehalt: 0,1 Vol.-%
- N₂-Gehalt: 0,1 Vol.-%
- O₂-Gehalt: 0,1 Vol.-%
- Taupunkt (1 bar): - 55 °C
- Abs. Feuchte: 45 mg/Nm³
- Übergabedruck: 1,06 bar_{abs}
- **Kontinuierliche Einspeisung**
(Biogasanlagenbetrieb)

e-gas Projekt Werlte

Biogas- und e-gas-Einspeiseanlage der EWE NETZ GmbH



Das aufbereitete Biogas der EWE VERTRIEB GmbH und das Audi e-gas werden nach der Produktion an die Einspeiseanlagen der EWE NETZ übergeben. Dort werden die Gase zunächst verdichtet, mittels geeichter Messung analysiert und auf die regional übliche Gasqualität angepasst.

Das drucklos übergebene Biogas wird in der Vorverdichtungsanlage auf einen höheren Druck komprimiert und in die Mess- Konditionier- und Ortsnetzanlage und anschließend in die Hauptverdichtungsanlage weitergeleitet. Hier wird das Biogas hochverdichtet, um in das Hochdrucknetz der EWE NETZ eingespeist zu werden. Alternativ kann das Biogas nach der Mess-, Konditionier- und Ortsnetzanlage auch direkt in das regionale Mitteldrucknetz der EWE NETZ eingespeist werden.

Das mit Druck übergebene e-gas wird direkt ohne Vorverdichtung in die Mess-, Konditionier- und Ortsnetzanlage weitergeleitet. Dort kann das e-gas sowohl in das gleiche regionale Mitteldruck- als auch Hochdrucknetz der EWE NETZ eingespeist werden.

Rechtliche Grundlagen für Einspeisung von Wasserstoff



Arbeitsblatt G 262 (A) – September 2011

5.9 Wasserstoff

Es bestehen Überlegungen, regenerativ erzeugten Wasserstoff in das Erdgasnetz als Zusatzgas einzuspeisen. Dadurch kann die hohe Speicherfähigkeit der bestehenden Erdgasinfrastruktur (insbesondere Untertagespeicher und Hochdruckleitungen) zur indirekten Stromspeicherung genutzt werden.

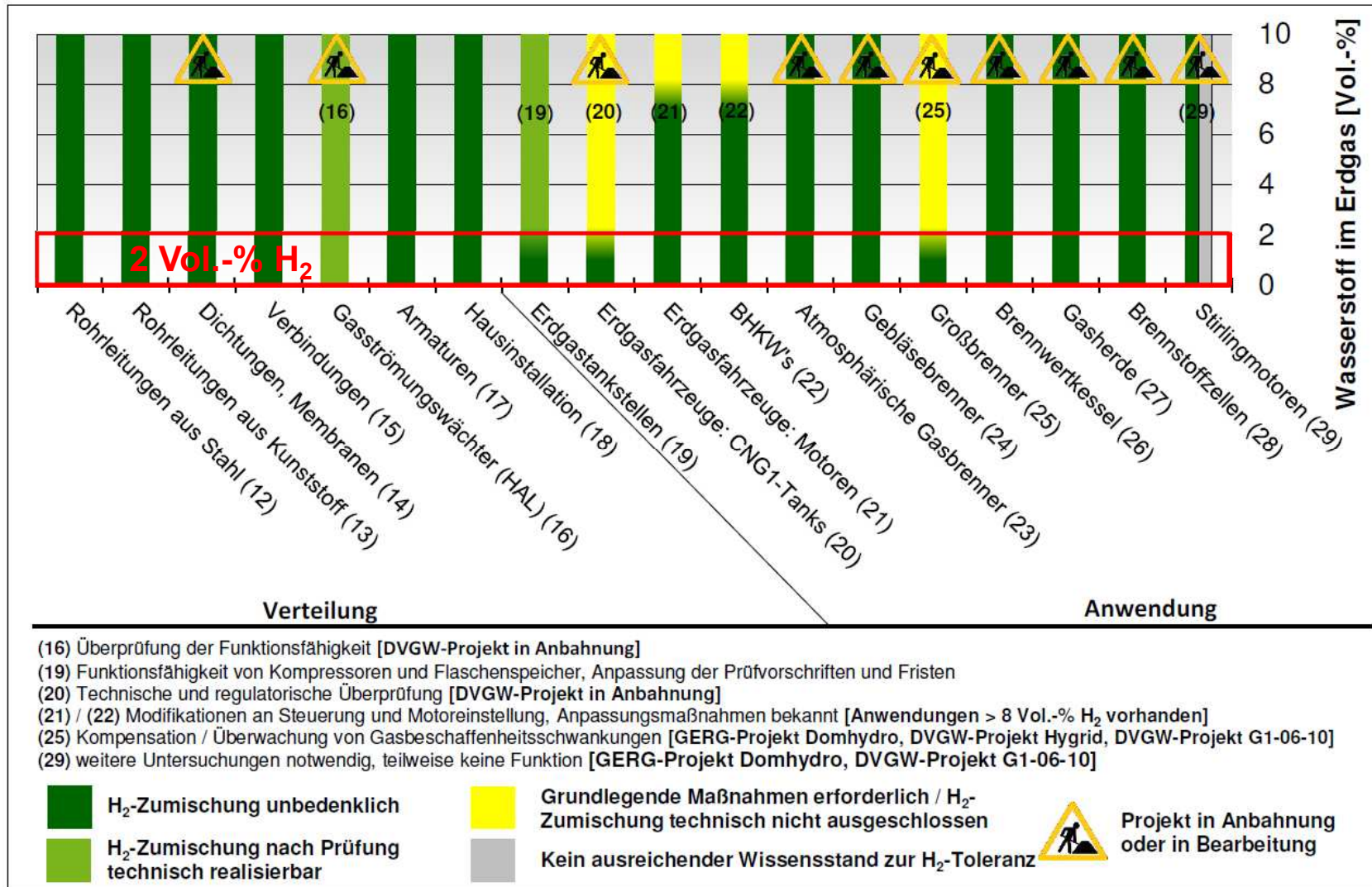
Untersuchungen haben gezeigt, dass ein Wasserstoffgehalt in einstelligem Prozentbereich im Erdgas in vielen Fällen unkritisch ist, wenn die brenntechnischen Kenndaten entsprechend DVGW-Arbeitsblatt G 260 eingehalten werden.

Allerdings sind die derzeit noch vorhandenen Restriktionen zu beachten:

- In der DIN 51624 ist ein Grenzwert für Wasserstoff von 2 Vol.-% angegeben (Hintergrund: Tanks in Erdgasfahrzeugen).
- Gasturbinen mit schadstoffarmen Vormischbrennern können empfindlich auf Wasserstoff reagieren. Daher limitieren verschiedene Gasturbinenhersteller den H₂-Anteil im Erdgas auf 5 Vol.-%, teilweise auch auf 1 Vol.-%.
- Viele Prozessgaschromatographen sind nicht ohne weiteres in der Lage, Wasserstoff zu analysieren.
- Wasserstoff ist ein gutes Substrat für sulfatreduzierende Bakterien. Daher besteht in Untertageporenspeichern die Gefahr eines Bakterienwachstums mit dadurch ausgelöster H₂S-Produktion. Eine Einspeicherung von Wasserstoff in Untertageporenspeicher ist zu minimieren. Ein Biogasanteil von 5 Vol.-% im einzuspeichernden Gas sollte daher nicht überschritten werden.

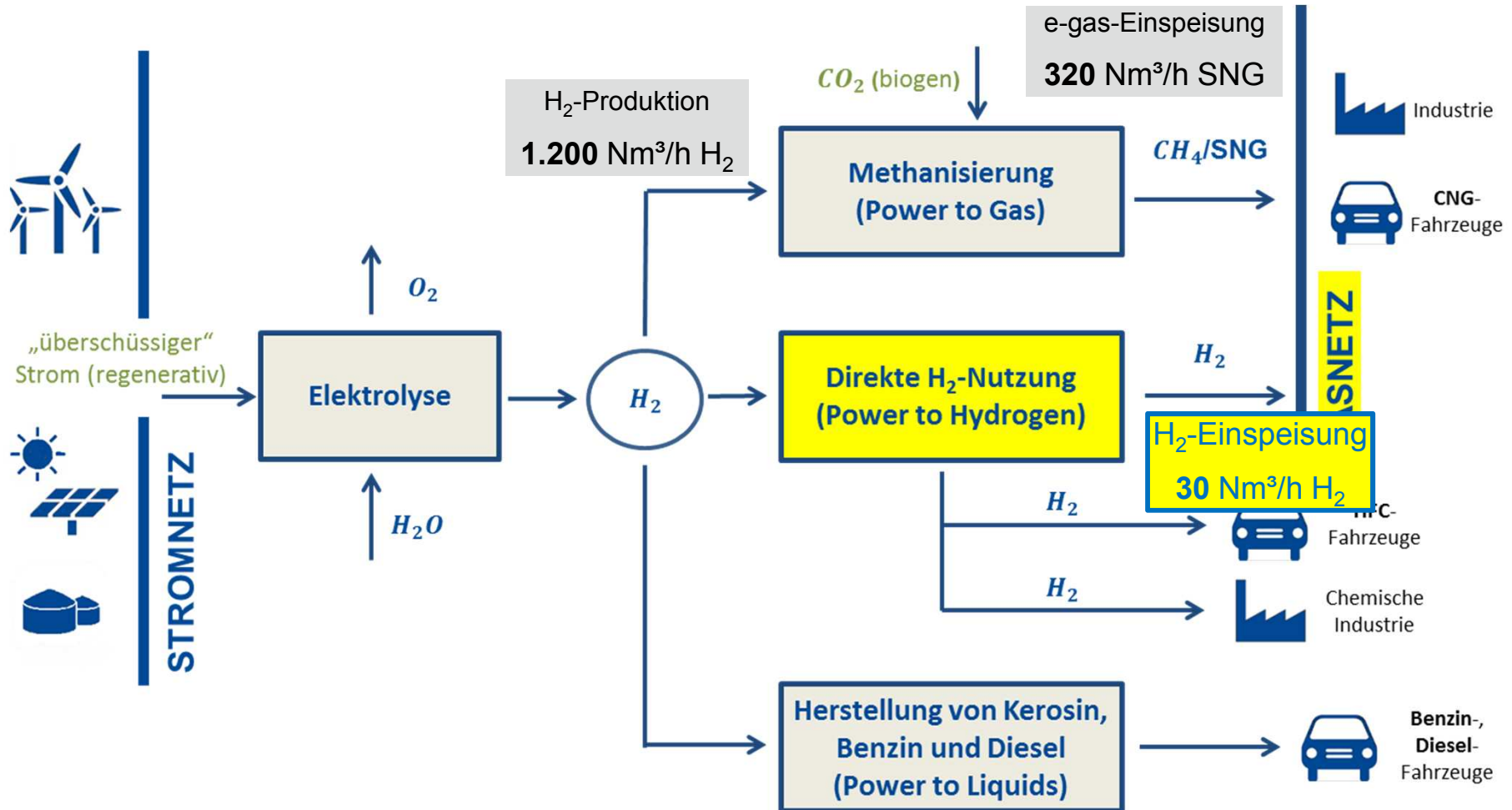
Quelle: DVGW Regelwerk

Übersicht H₂-Toleranz bis 10% bei Verteilung und Anwendung



Quelle: DVGW (Forschung)

Power to Gas – Speicherung von regenerativ erzeugter elektrischer Energie in die Erdgasinfrastruktur



AGENDA



TOP 1 P2G am Standort Werlte aus Sicht des Stromnetzes

TOP 2 P2G am Standort Werlte aus Sicht des Gasnetzes

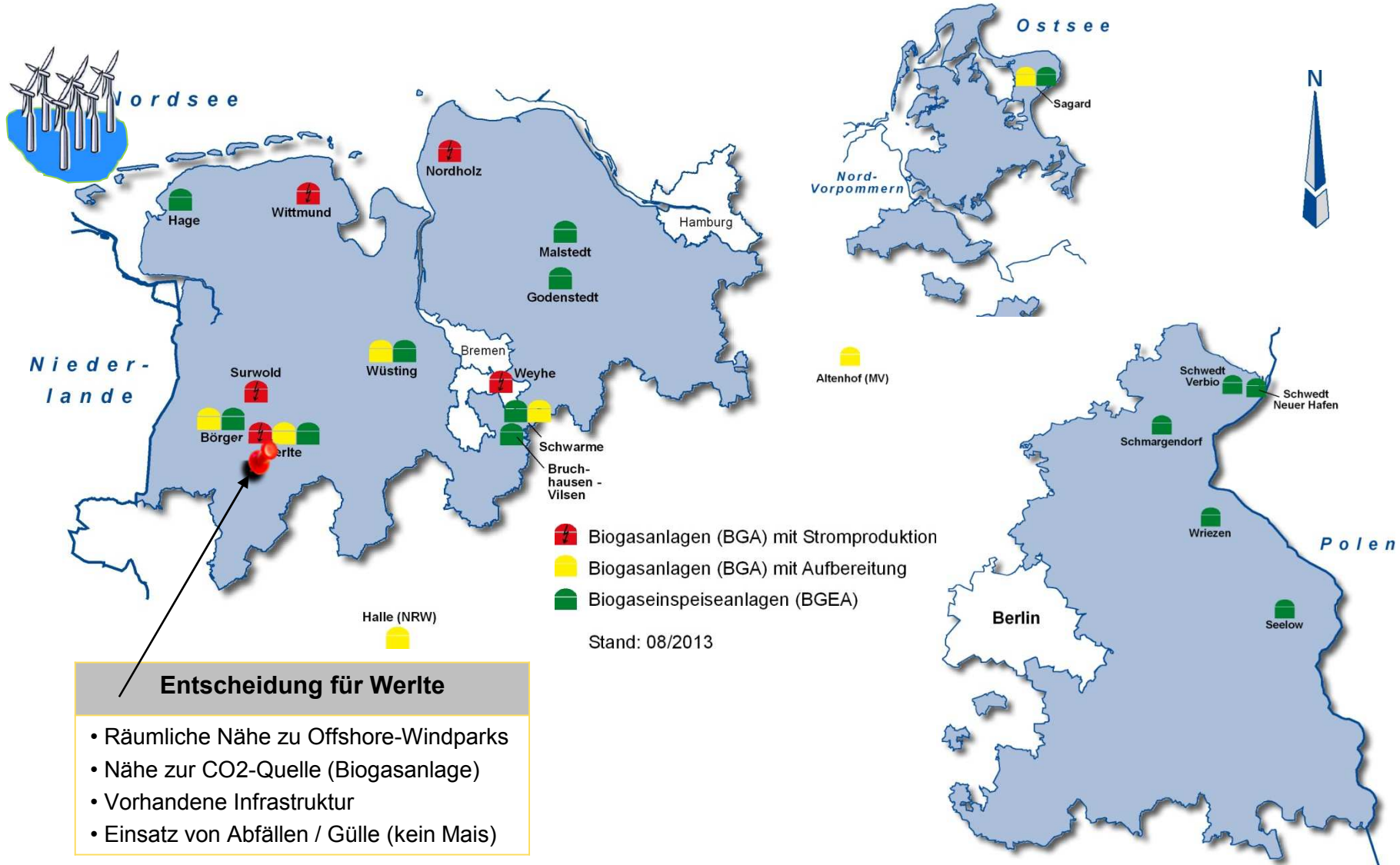
TOP 3 **e-gas-Projekt Werlte**

TOP 4 Motivation AUDI

TOP 5 Förderprojekt WOMBAT / Betriebserfahrungen

e-gas Projekt Werlte

Entscheidung für den Standort Werlte (Emsland)



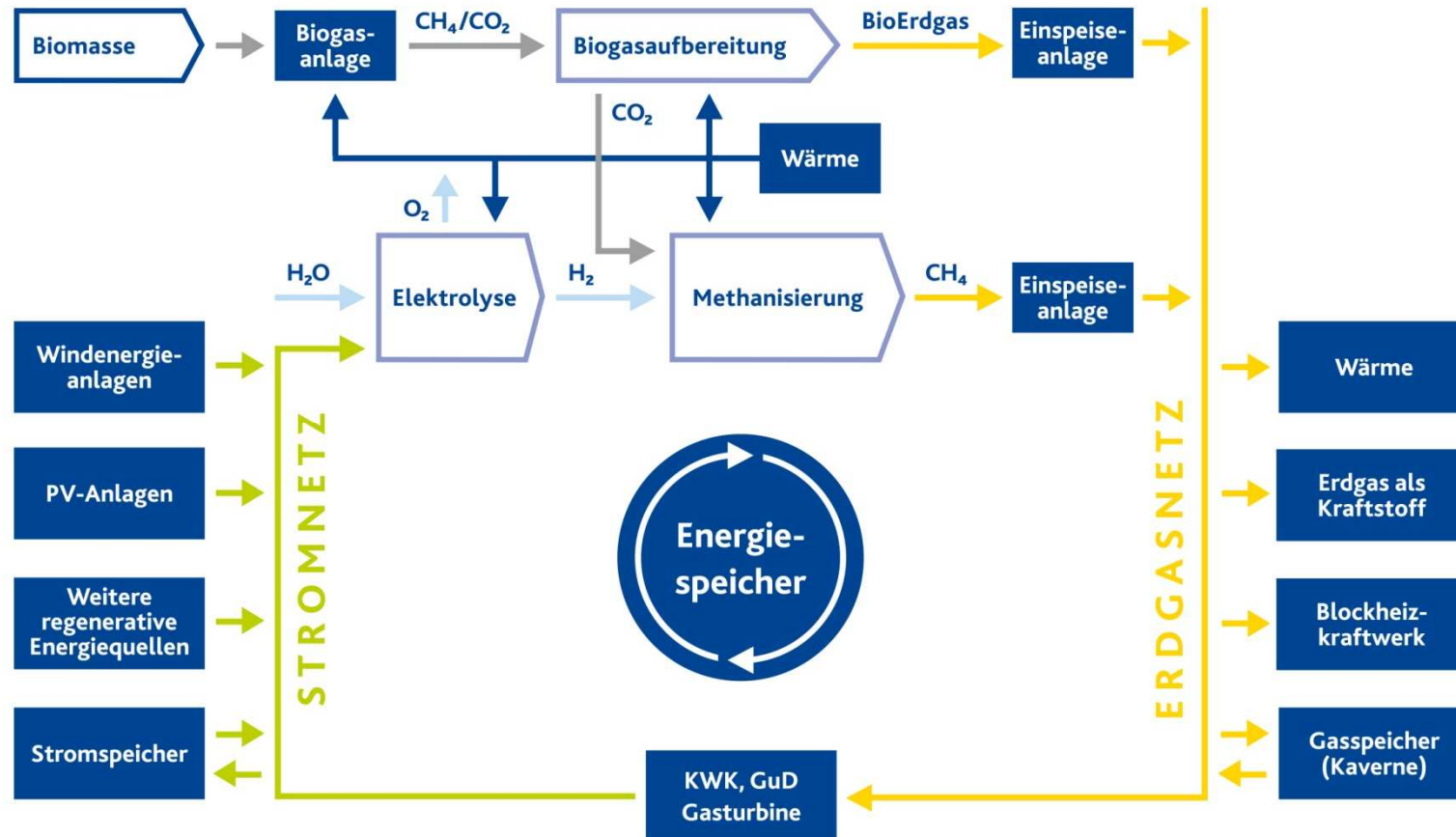
e-gas Projekt Werlte
Übersicht



Quelle: EWE NETZ, 2013

e-gas Projekt Werlte

Kopplung einer Biogasanlage mit einer P2G-Anlage



Kennzahlen e-gas Anlage in Werlte

Energieinhalt e-gas	13,85 kWh/kg
Menge Strom	26 – 29 GWh/a
max . Kapazität Elektrolyseure	3 x 2 MW
Gesamtwirkungsgrad	54 %
Max. H₂ Produktionsmengen	1300 Nm ³ /h
Max. H₂-Speicherzeit	60 min
Max. e-gas Produktionsmengen	325 Nm ³ /h
Geplante Auslastung	4.380 h/a
Geplante e-gas Produktion	1000 t/a



AGENDA



TOP 1 P2G am Standort Werlte aus Sicht des Stromnetzes

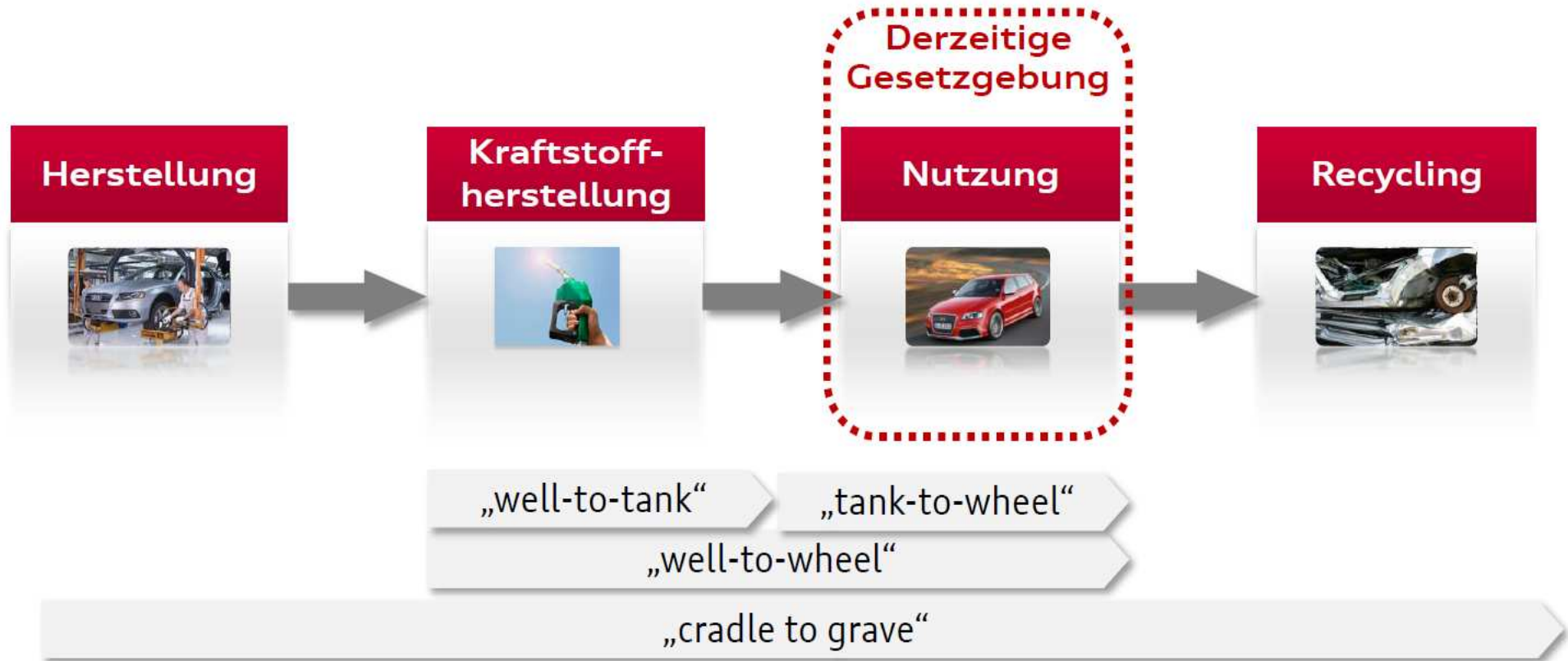
TOP 2 P2G am Standort Werlte aus Sicht des Gasnetzes

TOP 3 e-gas-Projekt Werlte

TOP 4 **Motivation AUDI**

TOP 5 Förderprojekt WOMBAT / Betriebserfahrungen

Lebenszyklusanalyse: Vollständige Erfassung aller Arten von Emissionen der Fahrzeugtechnologie



Lebenszyklusanalyse der Kompaktklasse (A3) (200.000 km Laufleistung)

Emissionsangaben in g CO₂/km

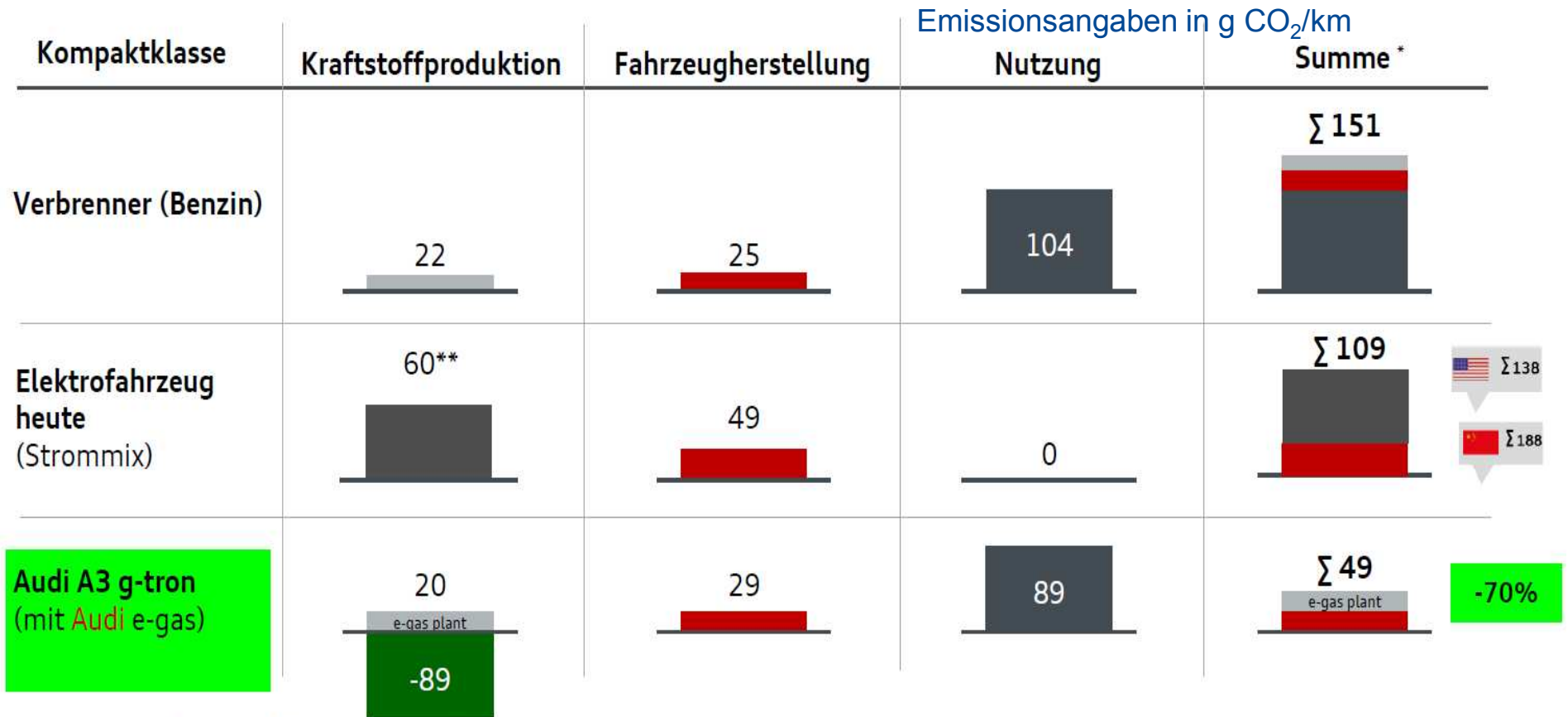
Kompaktklasse	Kraftstoffproduktion	Fahrzeugherstellung	Nutzung	Summe*
Verbrenner (Benzin)			104	
Elektrofahrzeug (Strommix / Windenergie)			0	
Audi A3 g-tron (mit Audi e-gas)			89	

*Recycling: ca 1% aller Emissionen bei TFSI; hier vernachlässigt

- Erdgas als Kraftstoff: 20% geringerer CO₂-Ausstoss als ein Benziner

Quelle: Vorsprung durch Technik 

Lebenszyklusanalyse der Kompaktklasse (A3) (200.000 km Laufleistung)



*Recycling: ca 1% aller Emissionen bei TFSI; hier vernachlässigt
 ** EU-Strommix 2015

- Ein mit E-Gas betriebenes CNG-Fahrzeug verursacht in Summe (cradle-to-grave) rund 70% weniger CO₂-Emissionen als ein vergleichbarer Benziner.

AGENDA



- TOP 1** P2G am Standort Werlte aus Sicht des Stromnetzes
- TOP 2** P2G am Standort Werlte aus Sicht des Gasnetzes
- TOP 3** e-gas-Projekt Werlte
- TOP 4** Motivation AUDI
- TOP 5** Förderprojekt WOMBAT / Betriebserfahrungen

Förderprojekt „WOMBAT“



Wirkungsgrad- Optimierung der **Methanisierungs-** und **BiogasAnlagen-** Technologie im Rahmen eines EE-Speicherungs-Pilotprojekts

Projekt- ziele

- Optimierung des Gesamtwirkungsgrads
- Verbesserung der Systemintegration der Biogas- und Biogasaufbereitungsanlage (BGA & BGAA)
- Aufbau eines effizienten Wärmebereitstellungssystems

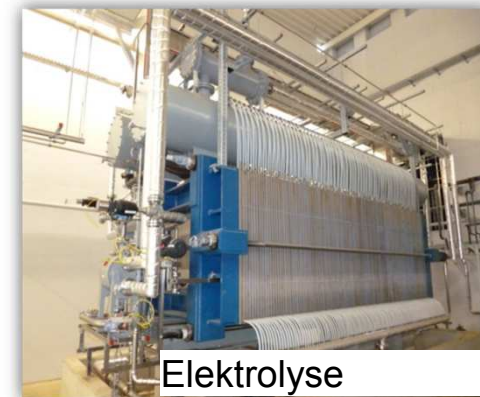


Laufzeit 01.07.2012 bis 30.06.2016

Volumen 5,5 Mio. EURO
(Fördervolumen aller Projektpartner)

Aufgaben EWE

- Lieferung des für die Methanisierung benötigten **CO₂** aus der Biogas-/Biogasaufbereitungsanlage
- Übernahme der Prozesswärme aus Elektrolyse und Methanisierung zur **Erhöhung** des **Gesamtwirkungsgrades**
- Einspeisung des e-gases ins Erdgasnetz (EWE NETZ)



Projektpartner:



Bilder: Quelle AUDI

Förderprojekt WOMBAT

Ergebnisse



- Durch entsprechende Maßnahmen auf der Biogasanlage konnten der CH_4 - und der **CO₂-Output** verstetigt und gesteigert werden.
- Die bestehende Abfall-Biogasanlage konnte trotz der prinzipbedingt schwankenden Substrat-Menge und -Qualität als **zuverlässige CO₂-Lieferantin** qualifiziert und optimiert werden
- Durch Erhöhung der Biogasspeicherkapazität ist eine **Flexibilisierung** sowie eine bedarfsgerechte Bereitstellung von CO₂ möglich, um der flexiblen Anlagenfahrweise der EGA zu folgen
- **Kopplung der beiden Anlagen** wirken sich positiv auf die BGA aus, da deutlich weniger Rohbiogas über den Kessel verbrannt werden muss und dadurch mehr Biomethan eingespeist werden kann.
- Durch Nutzung der Abwärme der P2G-Anlage für die Biogas- bzw. Biogasaufbereitungsanlage **Steigerung des Wirkungsgrads** der P2G-Anlage von 54,1% um **65,8%**.

Förderprojekt WOMBAT

Erkenntnisse zum Strombezug (Elektrolyse)



- Erfahrungen mit verschiedenen **Strombezugskonzepten** gesammelt
- e-gas Anlage konnte alle Schwankungen des Netzbetreibers folgen
- Der Betrieb einer P2G Anlage findet hauptsächlich nachts und am Wochenende statt
- **Stromkosten (der Elektrolyse)** sind im laufenden Betrieb der größte Kostenfaktor
- Erfolgreiche Präqualifikation für den **Sekundär-Regelenergie-Markt**
- Stromentnahme für **1.000 t (SNG)/a** (*1.500 Fahrzeuge*) ist mit negativer Sekundärregelleistung nicht zu erreichen
- Mixstrategie von positiver und negativer Regelleistung: Hierdurch konnte ein durchschnittlicher Strombezugspreis von **<1,5 ct/kWh** realisiert werden

Wirtschaftlichkeit



Welche Rahmenbedingungen stehen dem P2G-Ausbau entgegen?

▶ CO₂-Anrechnung

Problem: Tank-to-Wheel Betrachtung berücksichtigt nicht die Kraftstoffvorkette

Lösung: Anrechnung der CO₂-Reduktion erneuerbarer Kraftstoffe auf die Flottenemissionen

▶ Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)

Probleme: Eingeschränkte Marktchancen von synth. Methan durch fehlenden Biokraftstoffstatus / nur im BImSchG als Biokraftstoff anerkannte Kraftstoffsorten können zur Erfüllung der Biokraftstoffquote herangezogen werden

Lösung: Gleichstellung von synthetischem Methan mit Biogas im BImSchG

▶ Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)

Problem: Einstufung P2G als „Letztverbraucher“
→ dadurch **EEG-Umlage** (2018: 6,79 Cent/kWh) derzeit größter Kostentreiber auf der Herstellungsseite von synthetischem Methan

Lösung: Definitiv „richtige“ Einordnung von P2G als Energiespeicher und Abschaffung des bisherigen „Letztverbraucherstatus“

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

