Power-to-Gas:

Aktuelle Forschungspfade und praktische Erprobung

Dr. Bernd Krautkremer

IWES Forschungsbiogasanlage

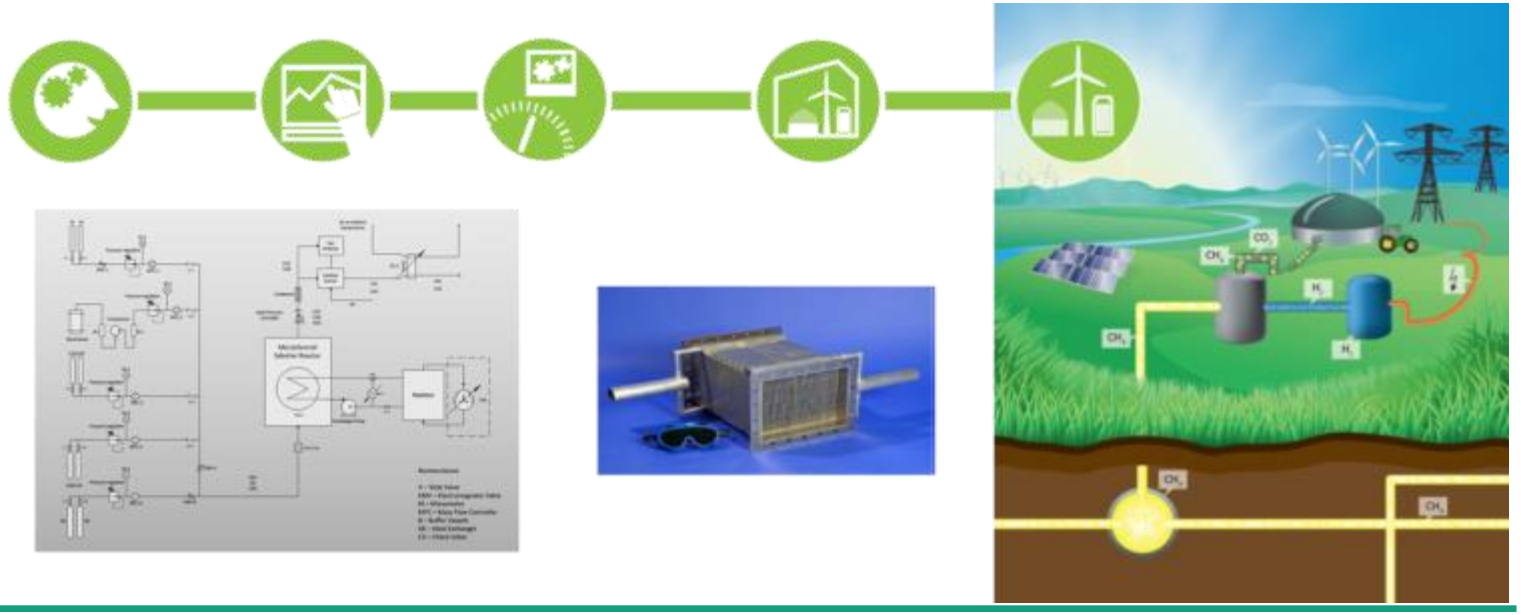
Foto: Fraunhofer IWES | Volker Beushausen

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Inhalt

1. Power-to-Gas: Ein Sammelbegriff
2. Technologieüberblick
3. Methanisierungskonzepte
4. Demonstrations- und Forschungsprojekte
5. Eigene Projekte
6. Herausforderungen



© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

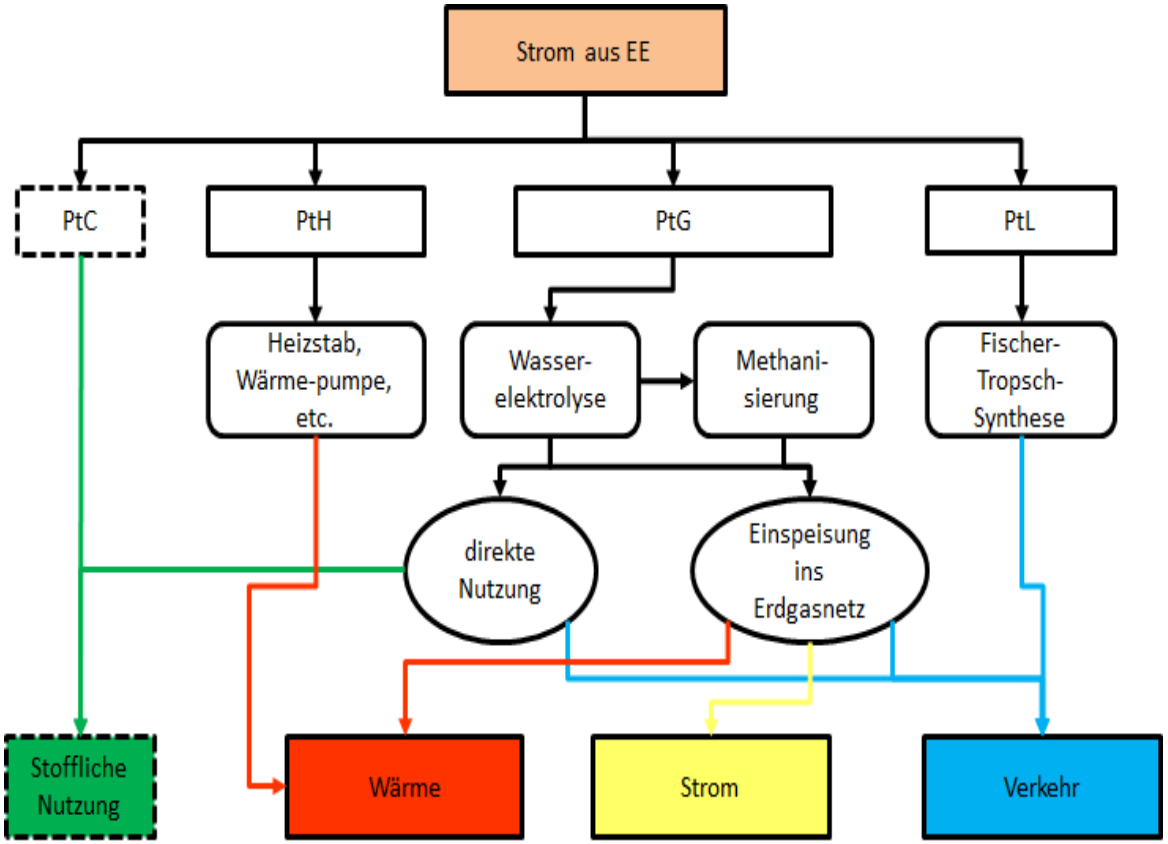
Formen von „Power-to-Gas"

=Strom zu Gas!

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Power-to-X

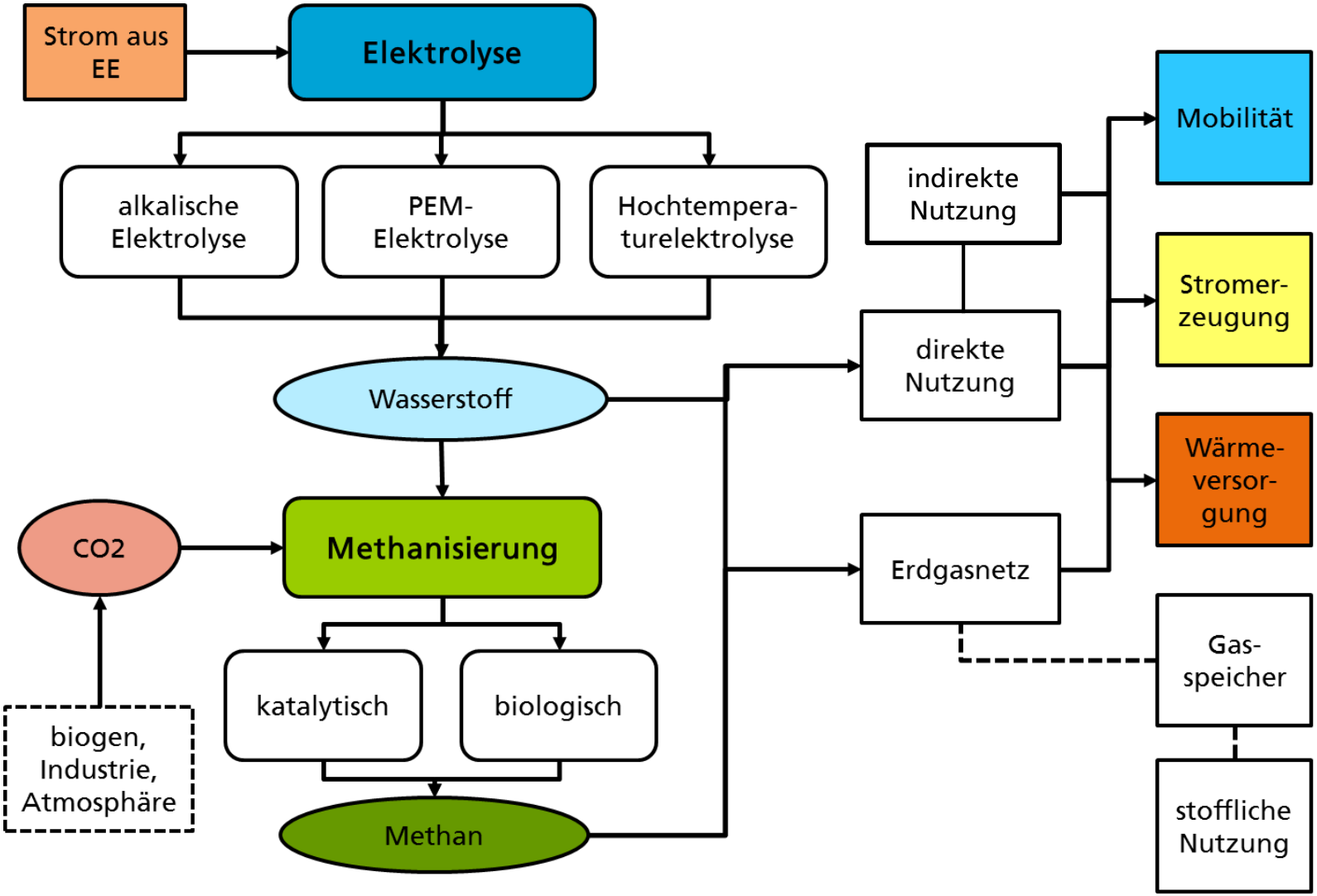


- Umwandlung von überschüssigem Strom in Energieträger „X“
- Alternative Versorgung im Strom-, Gas- und Wärmemarkt sowie Mobilität
- Power-to-Heat
- Power-to-Gas
- Power-to-Liquid
- Power-to-Chemicals

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Power-to-Gas, ein Oberbegriff



© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Welchen Pfad verfolgt man?

© Fraunhofer IWES

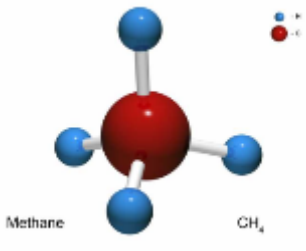
Wasserstoff oder Methan?

Wasserstoff

+ ein Wandlungsschritt weniger → ein Wirkungsgradverlust weniger
+ ggf. geringere Investitionskosten
- ggf. Zusatzkosten für Wasserstoffaufbereitung (z.B. O_2 –Entfernung)
- limitierte Anwendungsmöglichkeit für etablierte Prozesse
- **beschränkte Aufnahmekapazität des Erdgasnetzes→**
  Wasserstoffeinspeisung auf 5 Vol.-% beschränkt
  (oder 2 Vol.-% im Bereich von Erdgastankstellen)

→ Beschränkung bei der großskaligen Wasserstoffspeicherung

→ Neue (zusätzliche) Infrastruktur benötigt



Methanisierung

+ praktisch keine Beschränkung für die Einspeisung in das Erdgasnetz
+ in allen für Erdgas etablierten Prozessen einsetzbar
- weiterer Wandlungsschritt erforderlich (Wirkungsgradverlust)
- CO_2 nötig, geeignete CO_2-Quelle

→ Methanisierung ermöglicht kostengünstige Speicherung und die Nutzung existierender Infrastrukturen

© Fraunhofer IWES

Methanisierung, aber wie?

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Methanisierung: Sabatier Prozess

Reverse water gas shift reaction:

$H_2 + CO_2 \rightleftharpoons H_2O + CO$ $\Delta H_R^0 = +41{,}5\ kJ/mol$

CO-hydrogenation

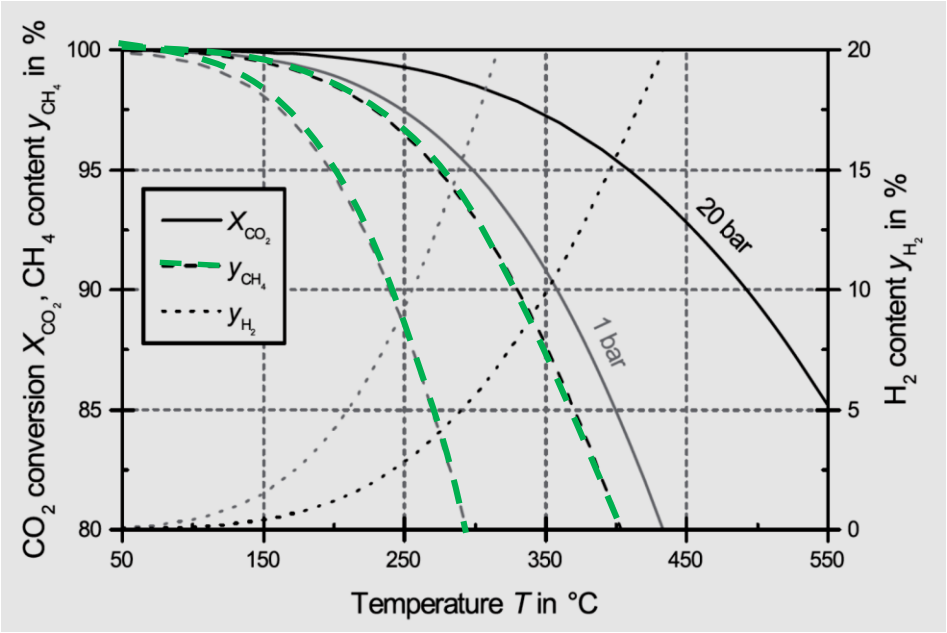
$3H_2 + CO \rightleftharpoons CH_4 + H_2O$ $\Delta H_R^0 = -206{,}4\ kJ/mol$

Methanation reaction:

$4H_2 + CO_2 \rightleftharpoons CH_4 + 2H_2O$ $\Delta H_R^0 = -164{,}9\ kJ/mol$

Catalysts:

- Nickel
- Ruthenium
- Rhodium
- Platinum
- Iron
- Cobalt



Reaction:

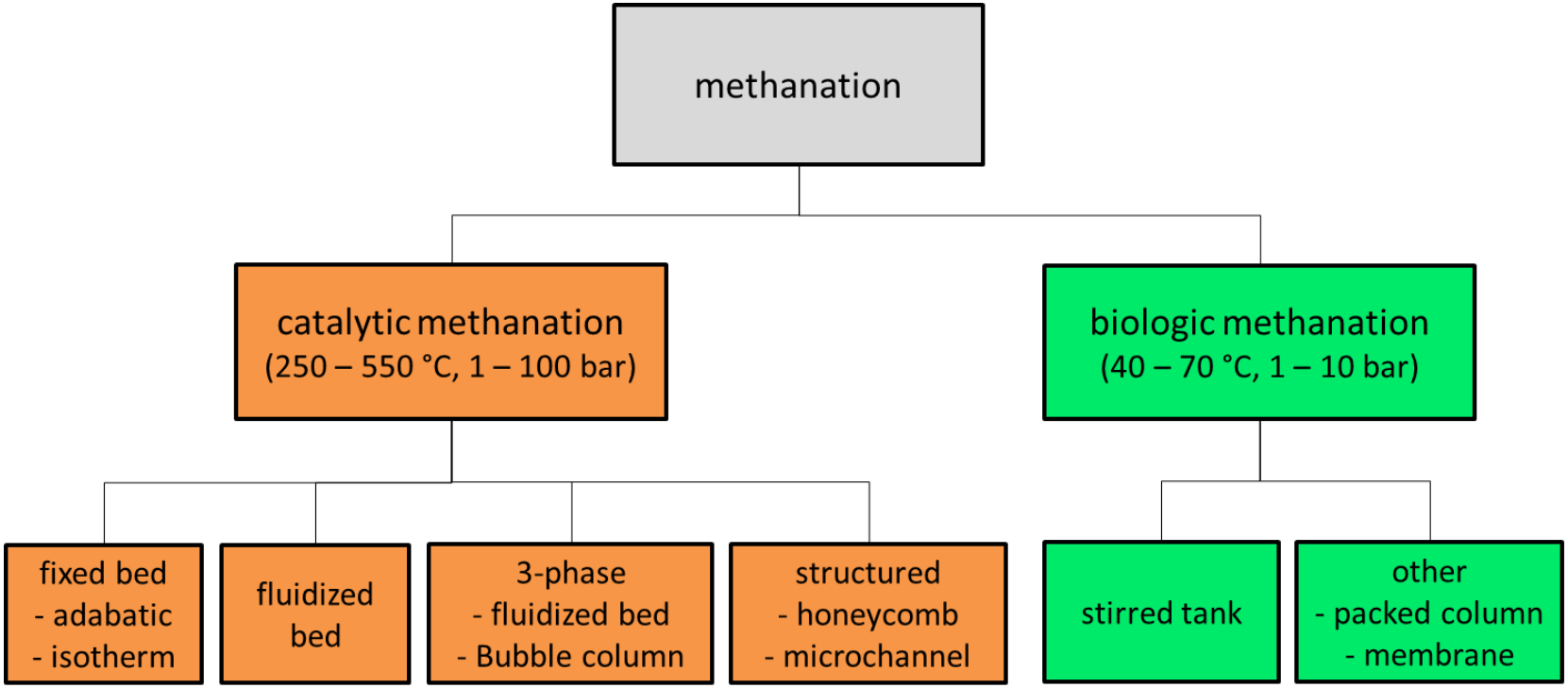
- exothermic
- temperature limited
- 95% CH4 @ 225°C (1bar) 300°C (20bar)

Source: Renewable Power-to-Gas: A technological and economic review. Götz et al, Renewable Energy, 8/2015

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Methanisierungskonzepte



© Fraunhofer IWES

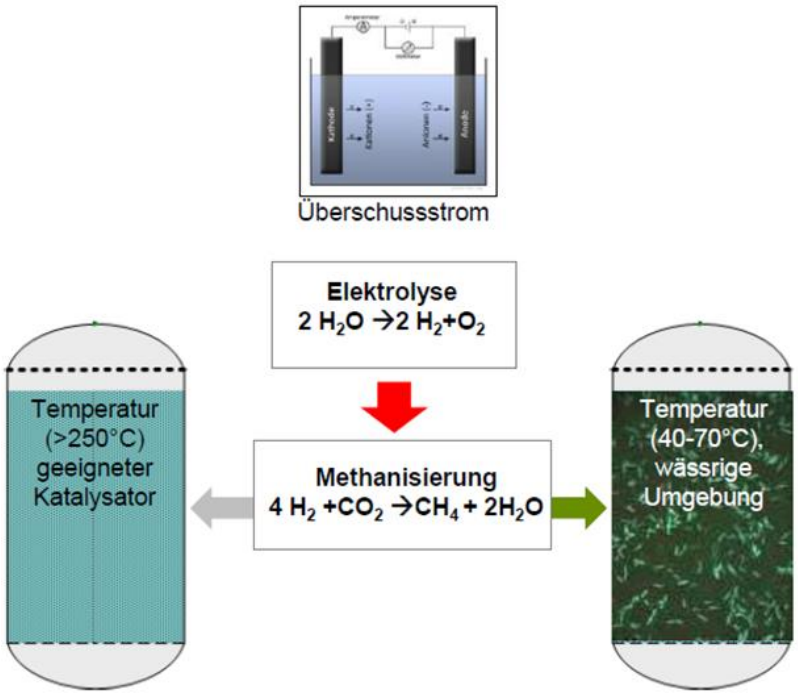
Vergleichsaspekte von Methanisierungskonzepten (Beispiele)

Katalytische Methanisierung

- ✓ gute Nutzbarkeit der Reaktionswärme
- ✓ hohe Reaktionsraten ➔ kleine Reaktoren
- ✓ gute Skalierbarkeit
- ✓ Geringer Energiebedarf
- \- Begrenzung in der Methankonzentration
- \- Beherrschung des thermischen Haushalts
- \- Katalysatorgifte

Biologische Methanisierung

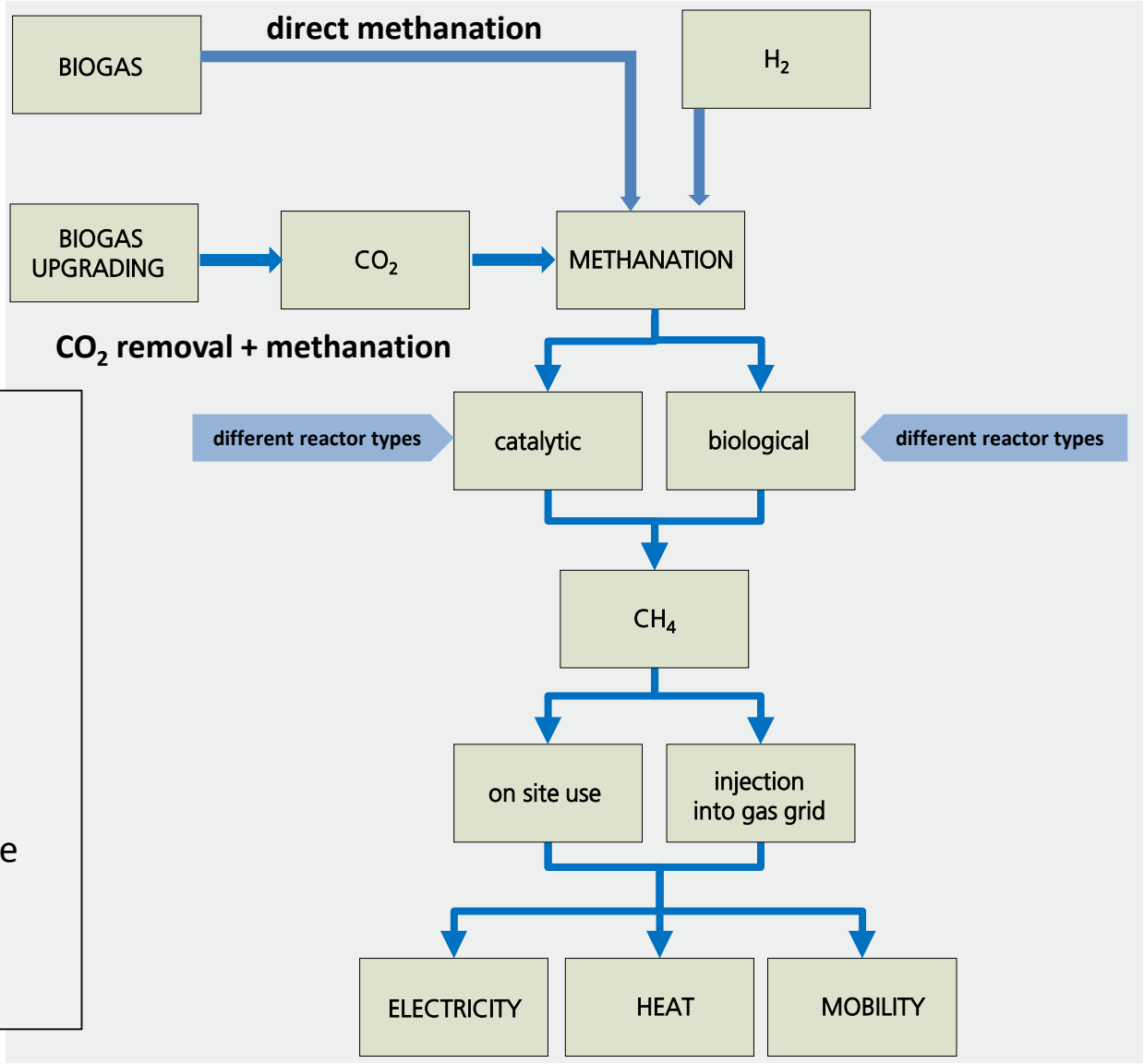
- ✓ hohe CH_4 Konzentrationen möglich
- ✓ Robust gegenüber Gasqualitätsschwankungen
- \- geringe Reaktionsraten ➔ große Reaktoren
- \- Skalierungsbeschränkung
- \- Eigenenergieverbrauch
- \- Wärmenutzung



© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

PtG-Pfade mit Biogas als CO_2 -Quelle



Systemaspekte, die berücksichtigt werden müssen:

- Spezifische Investitionskosten
- Betriebskosten
- Skalierbarkeit
- Integration in lokales System
- Nutzung der Reaktionswärme
- Nutzung der Nebenprodukte
- Robustheit gegen unerwünschte Gaskomponenten
- Systemdynamik
- …

© Fraunhofer IWES

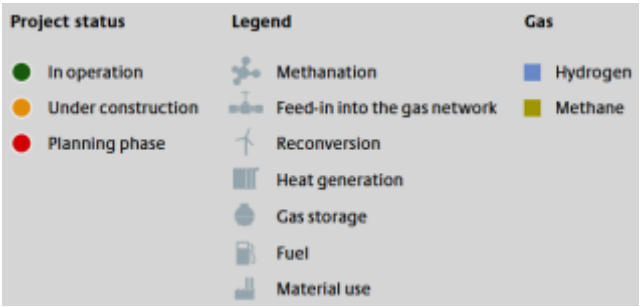
PtG-Projekte

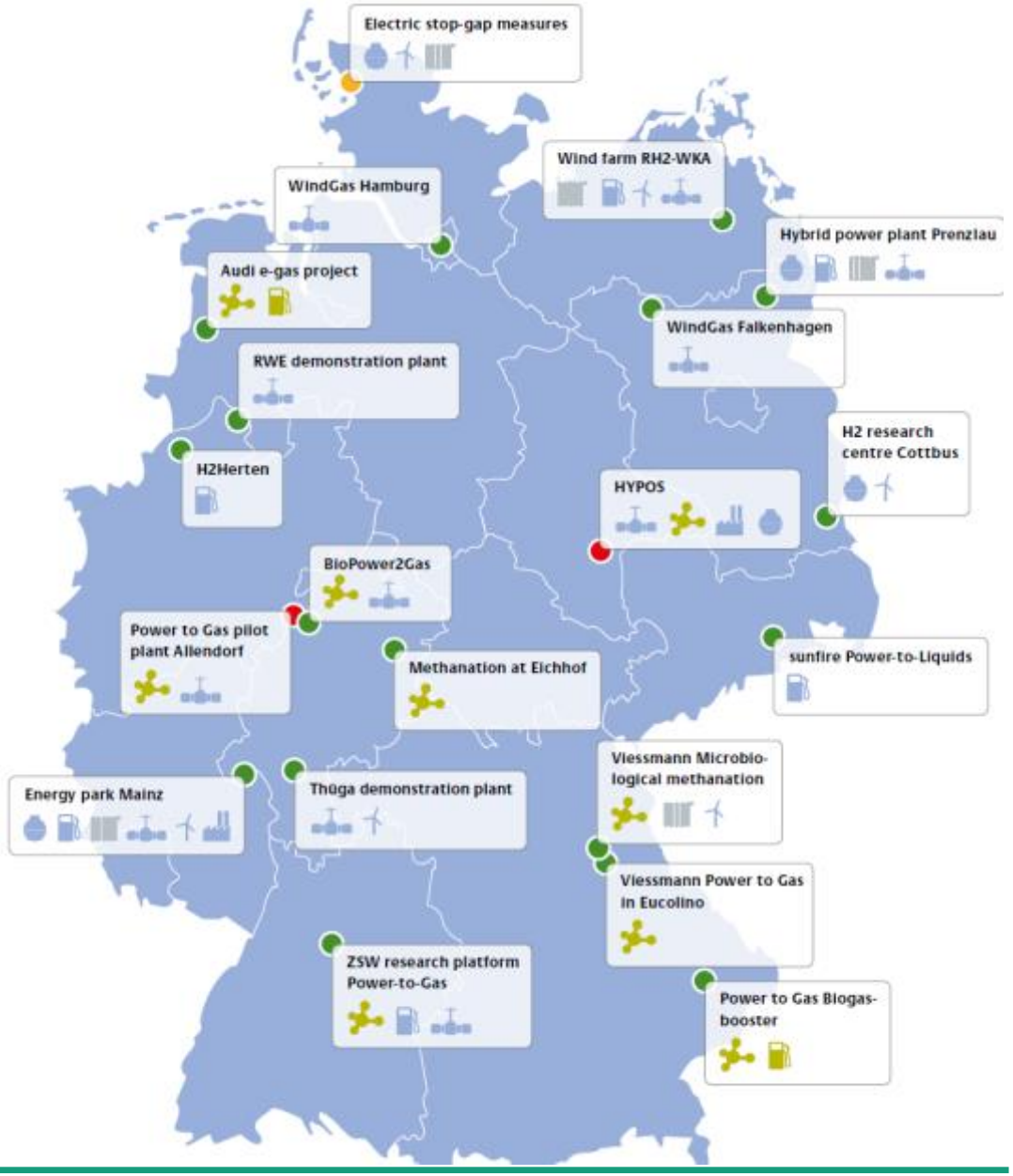
© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Power-to-Gas
Projekte in Deutschland

- Etwa 20 Anlagen installiert/im Testbetrieb
- 10 weitere in Planung / Konstruktion
- Totale Kapazität: ~ 30MW_{el}
- Leistungsbereich : < 100 kW_{el} to 6MW_{el}
- 5 arbeitende Methanisierungssysteme
- Fokus auf F&E





Source: DENA, Strategy platform PtG

© Fraunhofer IWES

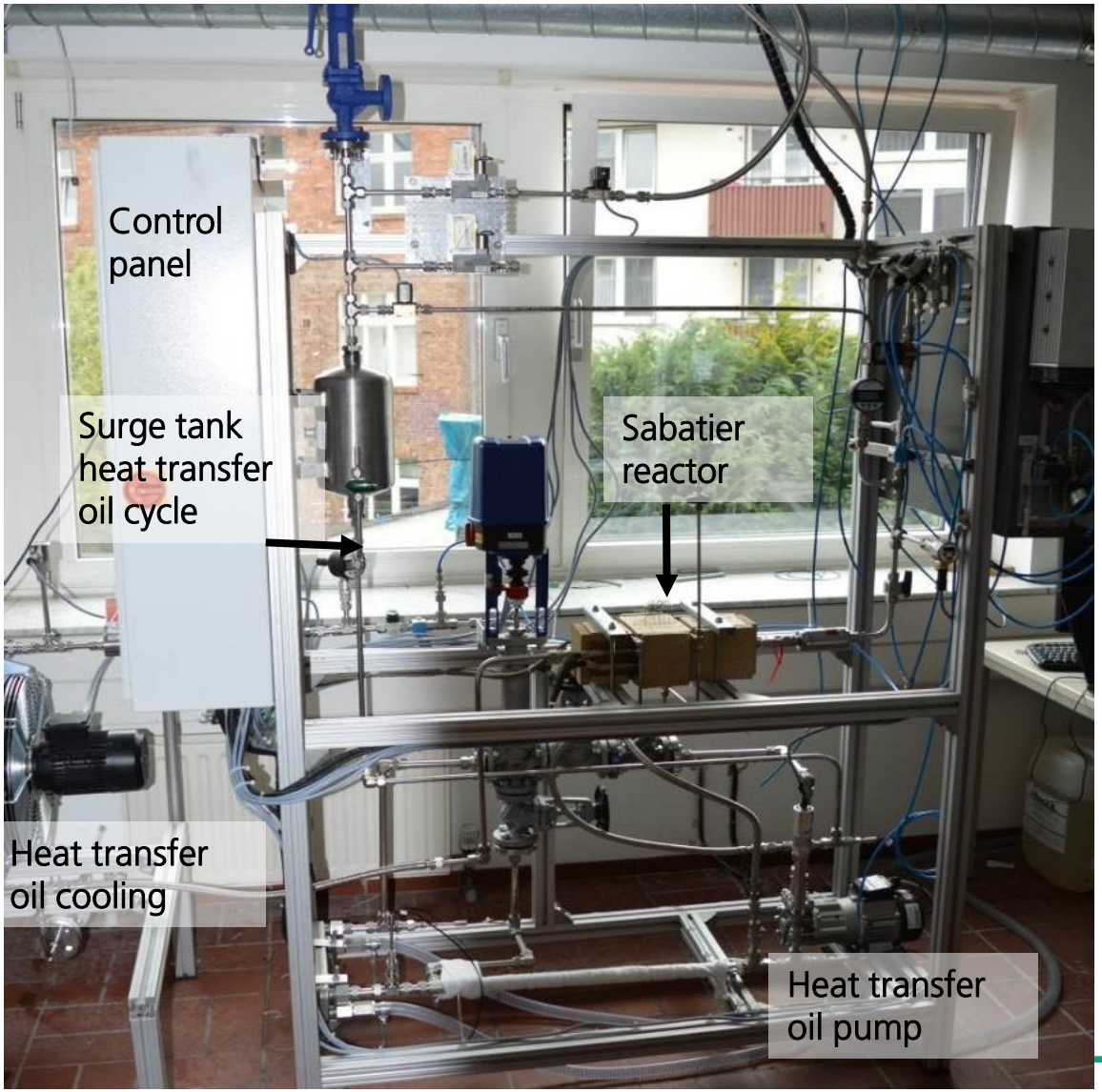
Fraunhofer IWES

Direktmethanisierung am Hessischen Biogasforschungszentrum in Bad Hersfeld

4 Monate Testphase 2013/2014
“proof of concept” an Biogasanlage
Gefördert durch Hessen und Thüringen

© Fraunhofer IWES

Eigenentwicklung Katalytische Methanisierung



Projekt

- Konstruktion und Test
- Gas aus Druckflaschen
- Automatischer Betrieb
- Automatisierungsumgebung für Großausführung

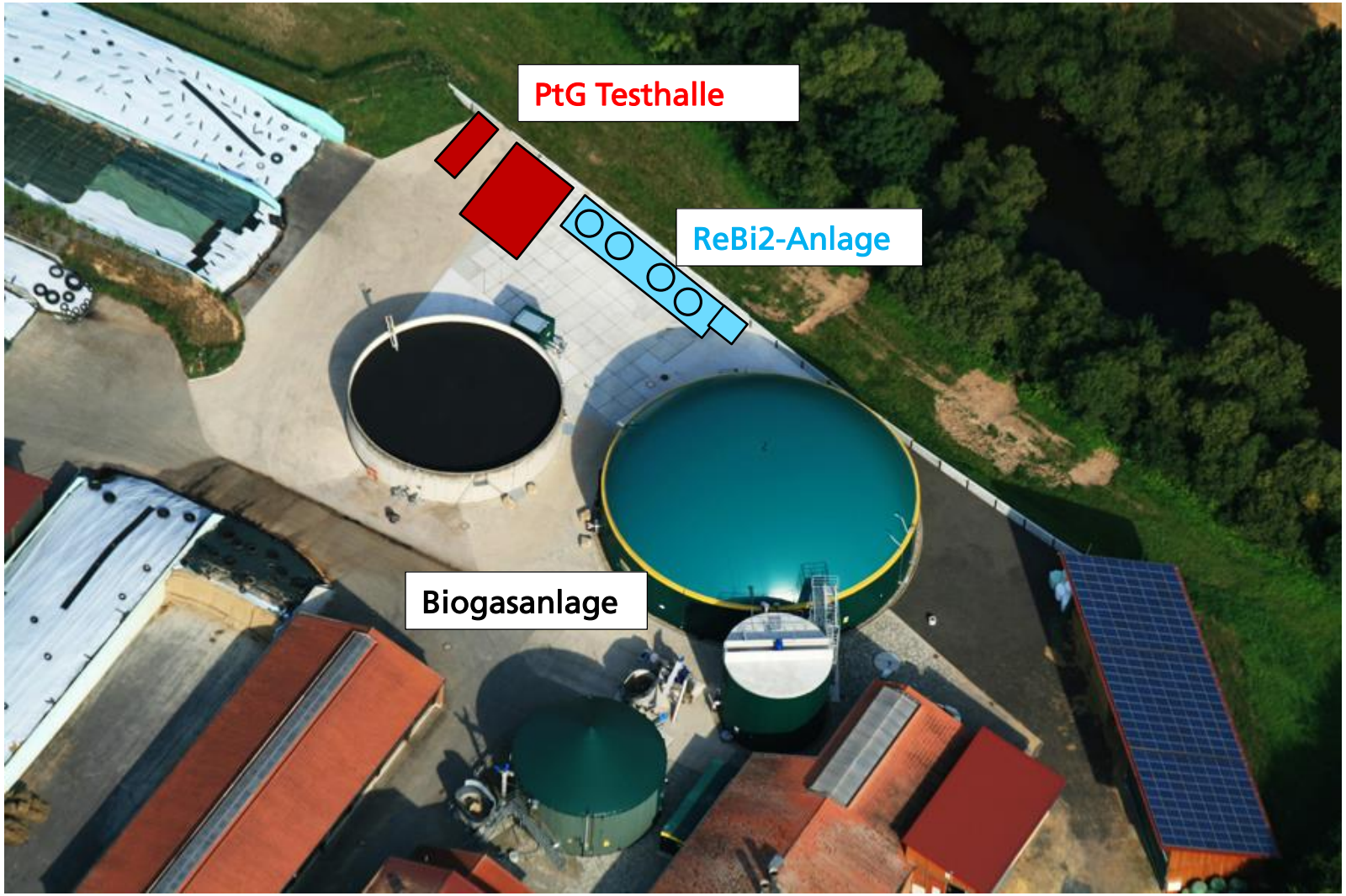
Erste Ergebnisse:

- Erfolgreiche Methanisierung > 93% CH_4
- Funktionsweise des Systems getestet
- Automatisierungstechnik für nächsten Schritt vorbereitet

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Aufbau PtG-Testplattform im Biogasumfeld



© Fraunhofer IWES

HBFZ Fraunhofer IWES LLH Fraunhofer IWES

50 kW Direktmethanisierungsprojekt

Biogas storage
Power generation CHP

Gas analyser

back pressure controller

Heat exchanger

Desulphurisation

Compressor

Sabatier reactor

Heating

Pump

Heat exchanger

Electrolysis

H_2

Transformer

Water treatment

Förderung:

HESSEN Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

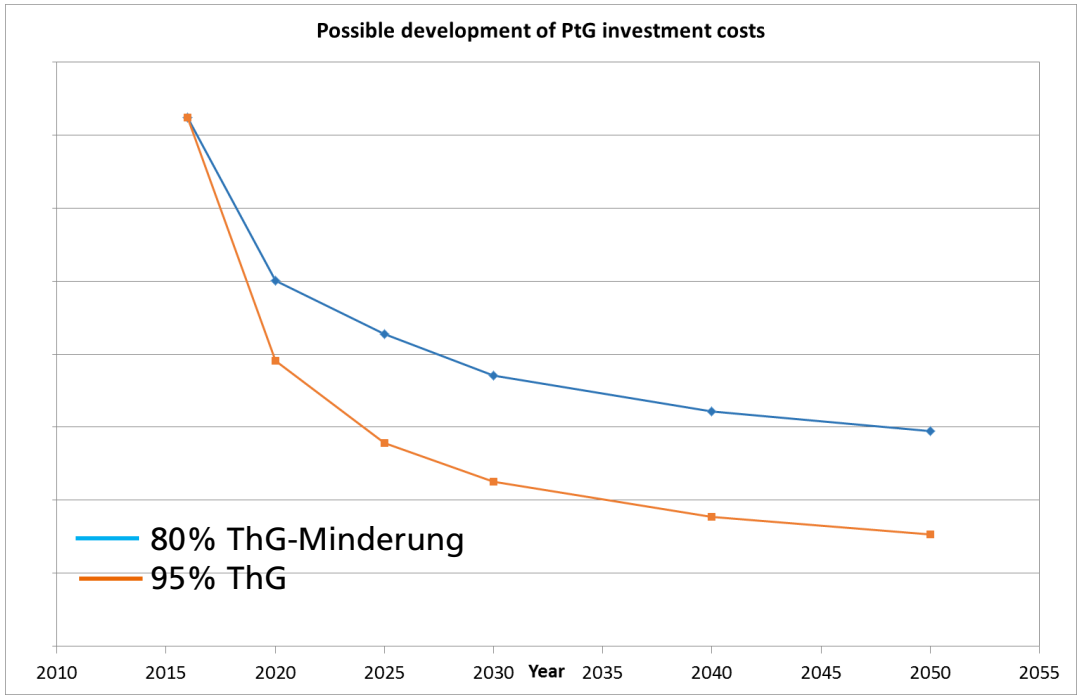
Herausforderungen

© Fraunhofer IWES

Herausforderungen für PtG:
Momentan kein Geschäftsmodell für PtG-Anlagen

Gründe

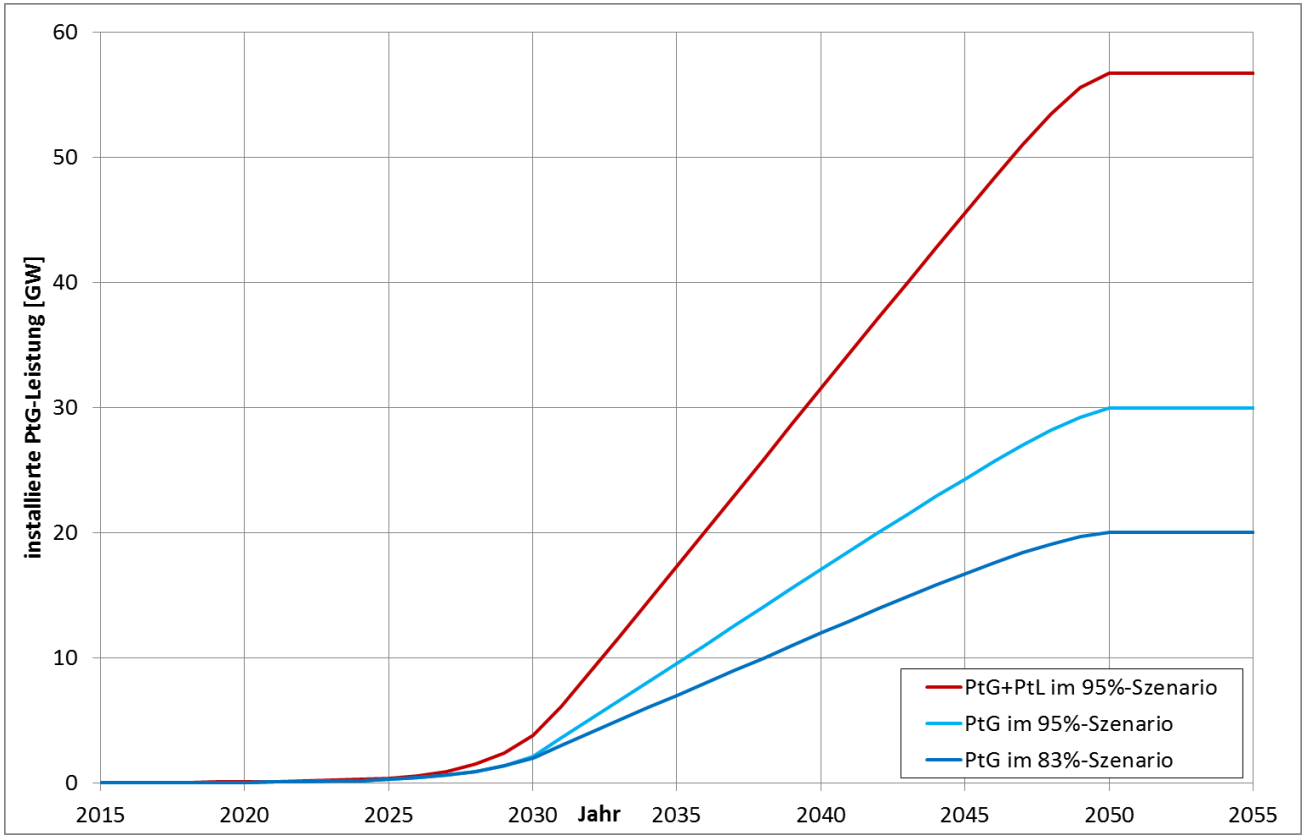
- Hohe Investitionskosten müssen gesenkt werden
  - Technologieentwicklung → Lernkurven
  - Skalierung
  - Massenproduktion
- Niedrige Vollaststundenzahl
- Stromkosten



© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

PtG-Bedarf als Funktion der ThG-Minderungsszenarien und der Sektorenkopplung



© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:
Dr.-Ing. Bernd Krautkremer
Tel: +49-561-7294-420
E-Mail:
bernd.krautkremer@iwes.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Ramona Schröer
Tel: +49-561-7294-1744
ramona.schroeer@iwes.fraunhofer.de

© Fraunhofer IWES