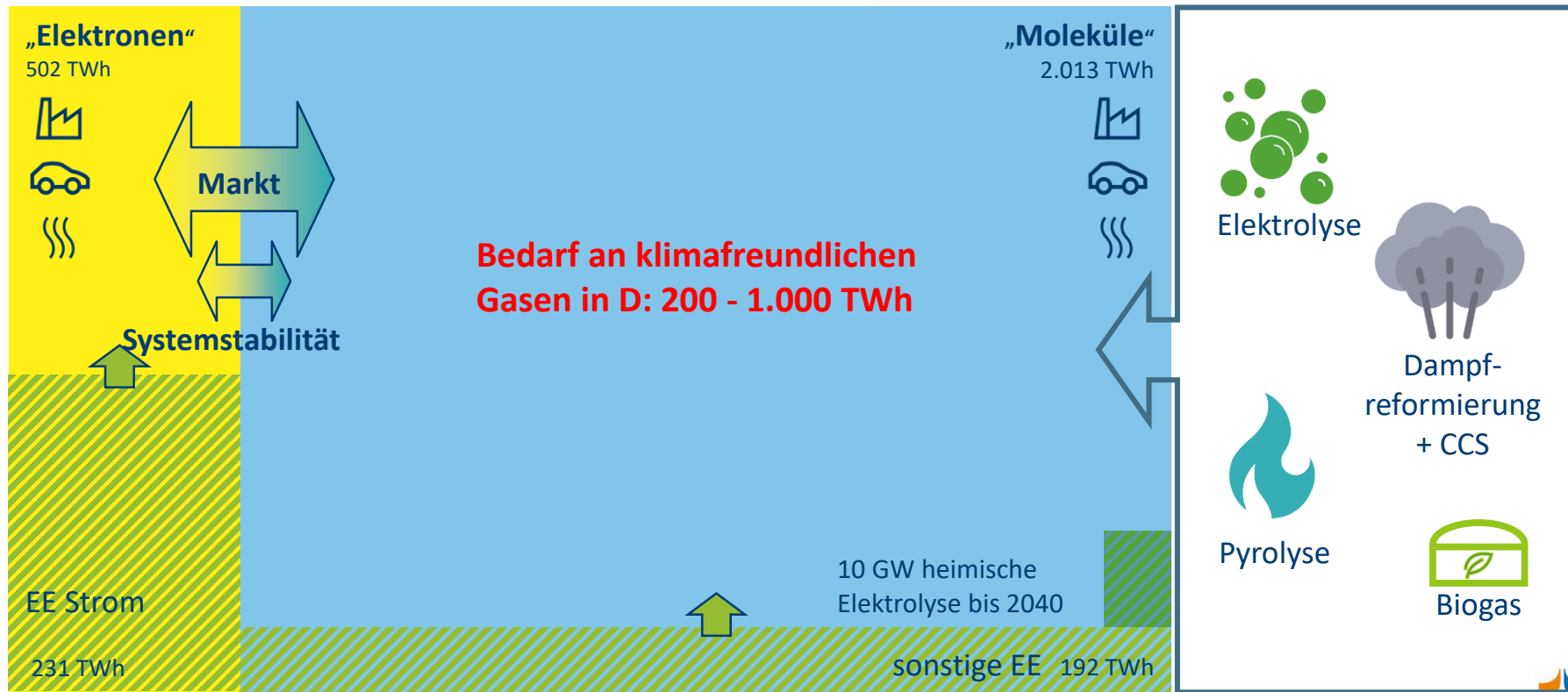


Roadmap Gas 2050: Biomethan, Wasserstoff und SNG: Lokale Potentiale, Importoptionen und Kosten

Friedemann Mörs, Katharina Bär, Janina Leiblein, Ruth Schlautmann, Florian Lehnert (DBI), Miriam Bäuerle (GWI)

gat|wat, 03.12.2021

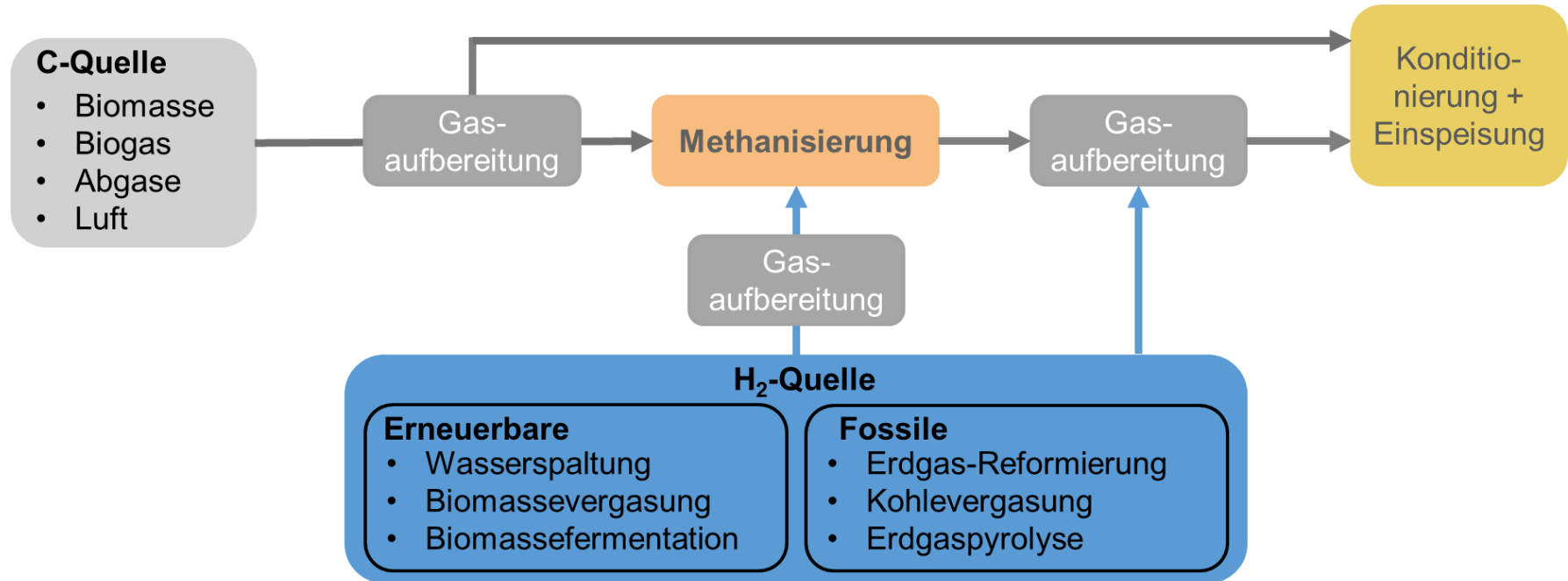
Chemische Energieträger sind und bleiben ein wichtiger Baustein für die Energieversorgung



Bildquelle: Dr. Thomas Hübener, OGE

Datenquelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen für das Jahr 2019

Bereitstellung klimafreundlicher, gasförmiger Energieträger



➔ **Zahlreiche Erzeugungstechnologien und Verfahrenskonzepte sind möglich**

Untersuchte Bereitstellungspfade

- ➔ **Biomethan**
Aus fermentierbarer Biomasse
- ➔ **SNG**
Thermochemisch erzeugtes Methan
- ➔ **Wasserstoff**
Grün, blau, türkis
- ➔ **EE-Methan**
Methan aus PtG

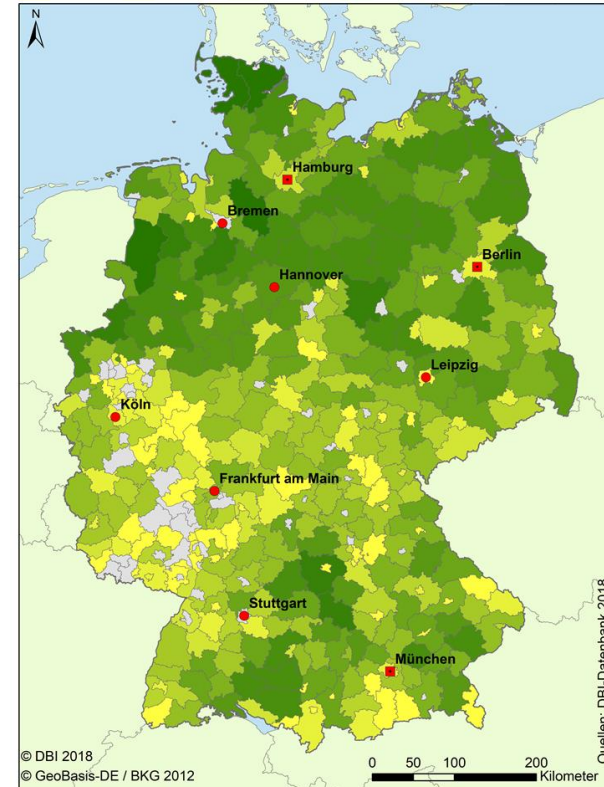


Kurzfristiger Markthochlauf möglich

- ➔ 16,67 Mrd. m³ i.N./a Biomethan bis 2050
- ➔ PtG-Kopplung birgt hohes Potenzial
- ➔ Prinzipiell kann aus Biogas auch Wasserstoff erzeugt werden
 - negative THG-Emissionen möglich
- ➔ Zusätzliches erhebliches Potenzial über die thermo-chemische Vergasung von ligninreicher Biomasse

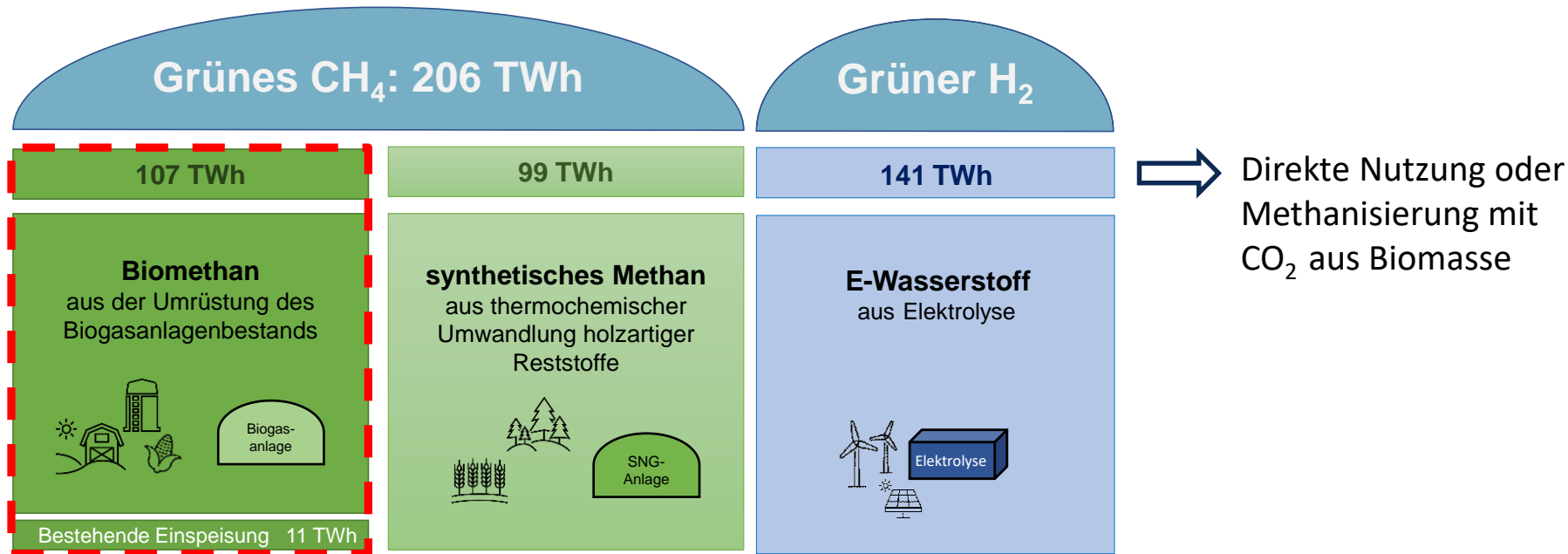
Gesamtpotential einspeisbaren Biomethans in Mio. m³ Methan/a

< 5	15 - 20	40 - 50	100 - 200	kein Potential
5 - 10	20 - 30	50 - 75	200 - 300	
10 - 15	30 - 40	75 - 100	> 300	



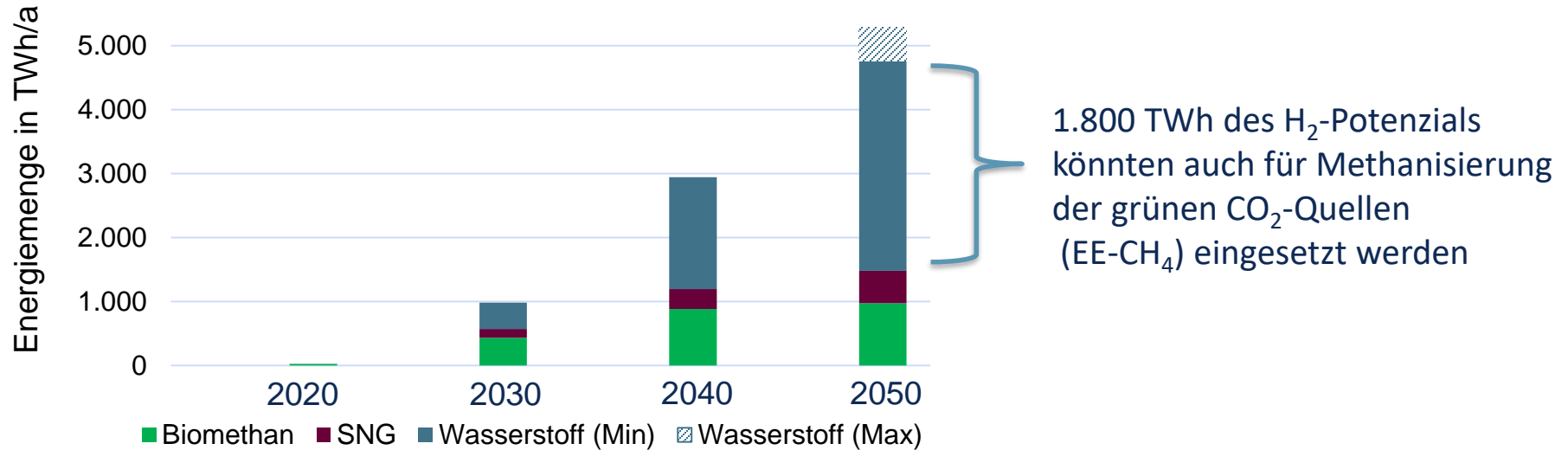
Quelle: Potentialermittlung zur Erzeugung erneuerbarer Gase mittels Methanisierung, DVGW-Forschungsvorhaben (2019)

Potenziale von EE-Gasen - Biomethan und grüner Wasserstoff in Deutschland



⇒ **Heimisches Erzeugungspotenzial ist relevant**

Europäisches Potenzial von EE-Gasen



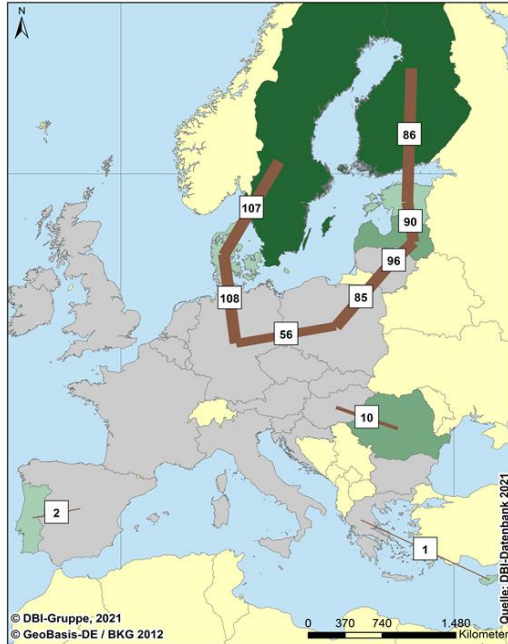
- ➔ Berücksichtigung des Markthochlauf der Erzeugungstechnologien
- ➔ Biomethanpotenzial von 970 TWh (90 Mrd. m³ i.N.) [1]
- ➔ SNG-Potenzial von 500 TWh SNG (47 Mrd. m³ i.N.) [1]
- ➔ Wasserstoffpotenzial (grün) von 3.290 - 3.880 TWh H₂ [2]

[1] DVGW-Projekt Roadmap Gas 2050

[2] Kakoulaki, G. et al.: Green hydrogen in Europe – A regional assessment: Substituting existing production with electrolysis powered by renewables

Importpotenzial methanreiche Gase nach Deutschland im Jahr 2050

Legende in TWh



Ohne PtG

Vorgehen

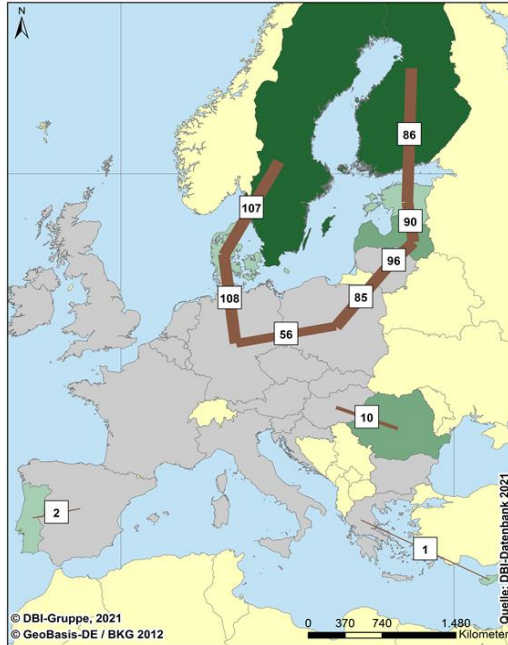
- Länderspezifische Potentialermittlung
- Markthochlauf der Erzeugungstechnologien
- Berücksichtigung des Eigenbedarfs der Erzeugungs- und Transitländer

Importpotenzial für Deutschland

- **Ohne PtG: 164 TWh**

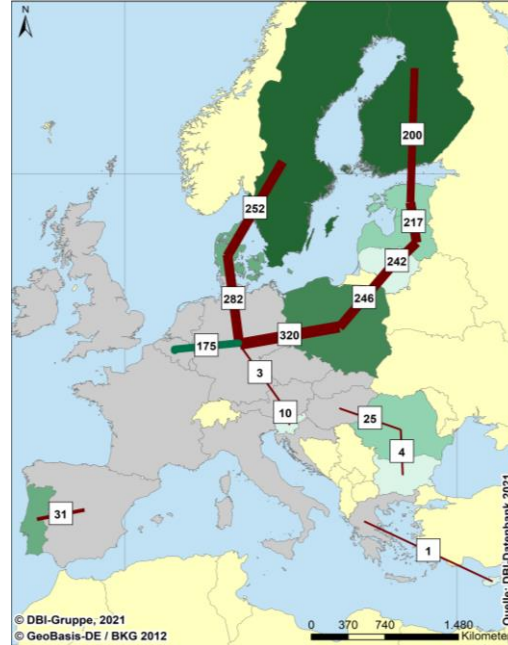
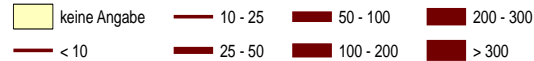
Importpotenzial methanreiche Gase nach Deutschland im Jahr 2050

Legende in TWh



Ohne PtG

Legende in TWh



Mit PtG

Vorgehen

- Länderspezifische Potentialermittlung
- Markthochlauf der Erzeugungstechnologien
- Berücksichtigung des Eigenbedarfs der Erzeugungs- und Transitländer

Importpotenzial für Deutschland

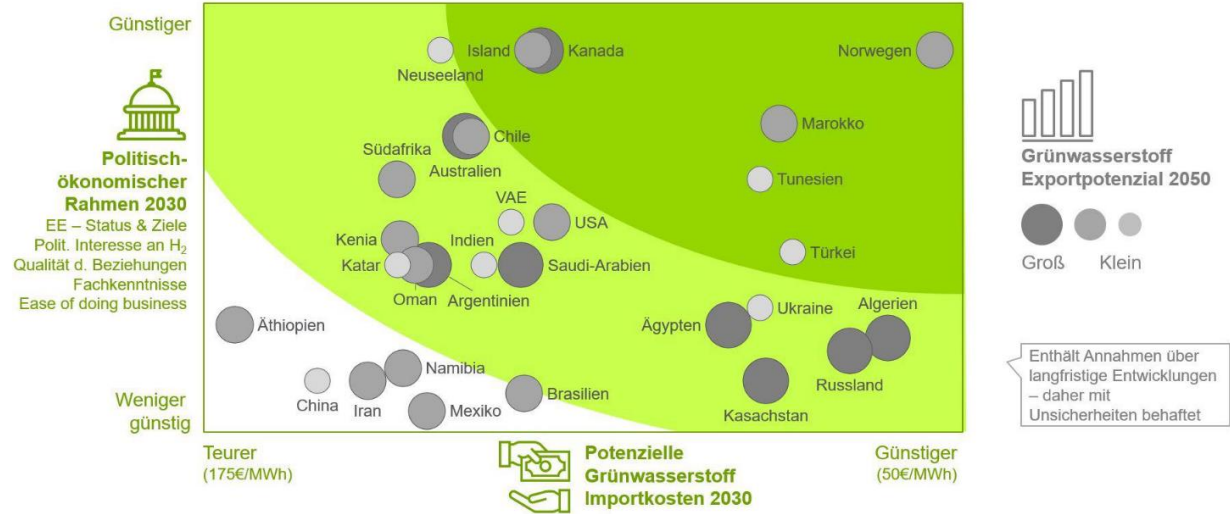
- Ohne PtG: 164 TWh
- Mit PtG: 600 TWh

Aus welchen Regionen können wir Wasserstoff importieren?

Wasserstoff Exportregionen

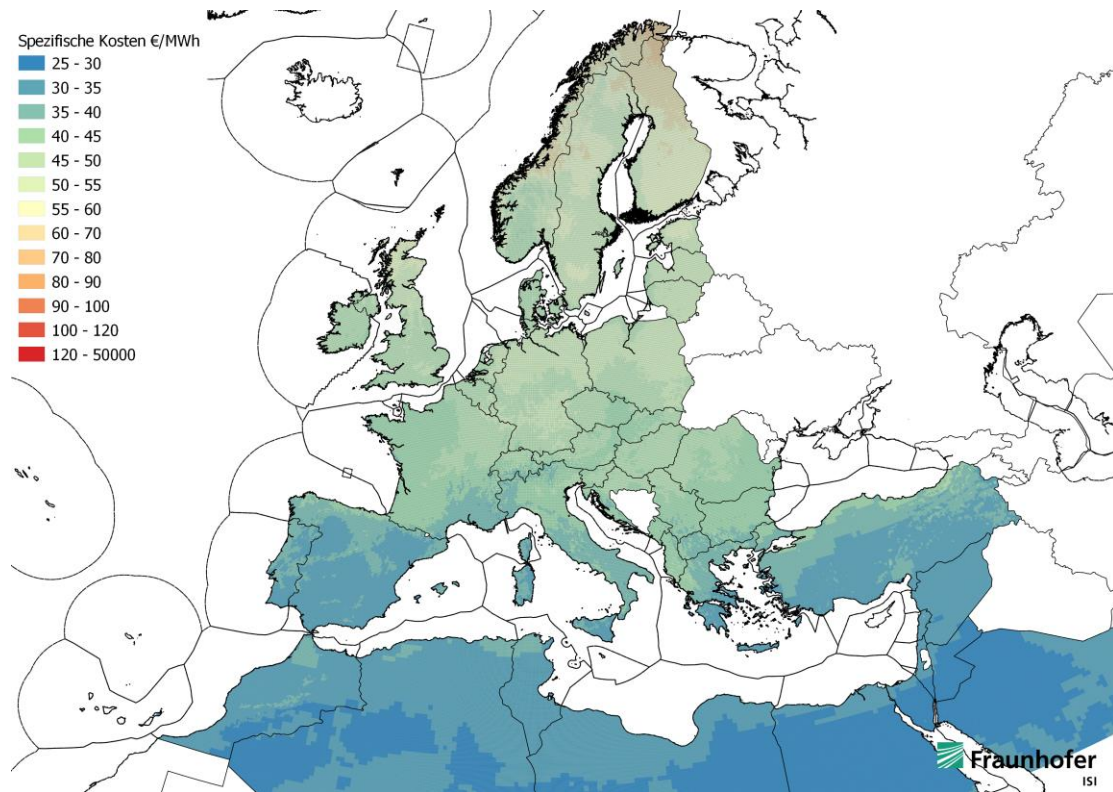
Voraussetzungen

- ➔ Günstige Stromerzeugung durch z. B. hohes PV- und Windpotenzial
- ➔ Ausreichend (Süß-) Wasservorkommen
- ➔ Transportkosten
- ➔ Politische Stabilität



Quelle: Jensterle et al.: Grüner Wasserstoff: Internationale Kooperationspotenziale für Deutschland (2019)

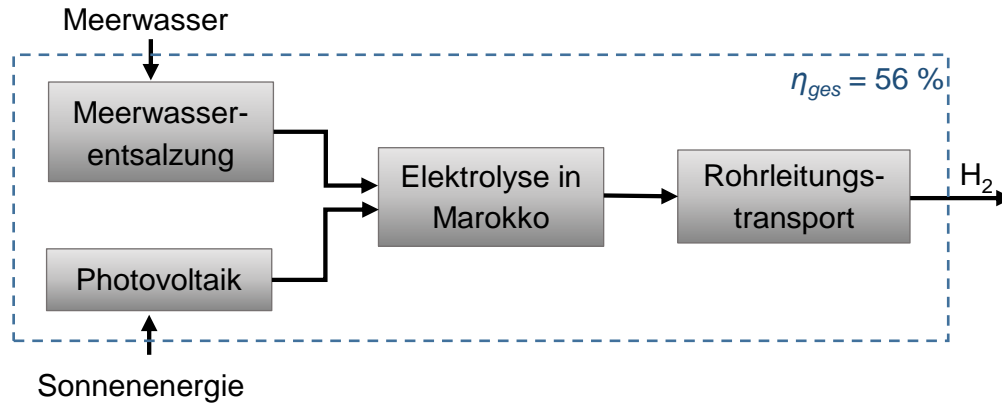
Aus welchen Regionen können wir Wasserstoff importieren?



ca. 50.000 TWh
EE-Strom können
2050 in MENA-
Region aus PV zu
< 30 €/MWh
erzeugt werden

Fallbeispiel: H₂-Erzeugung über Elektrolyse in MENA-Region

Gesamte Prozesskette



- ➔ Ort der Erzeugung: Marokko
- ➔ Annahme H₂-Erzeugung pro Jahr: 120 TWh
- ➔ EE-Strom aus PV
- ➔ H₂-Rohrleitungstransport bei 100 bar



Fallbeispiel: H₂-Erzeugung über Elektrolyse in MENA-Region

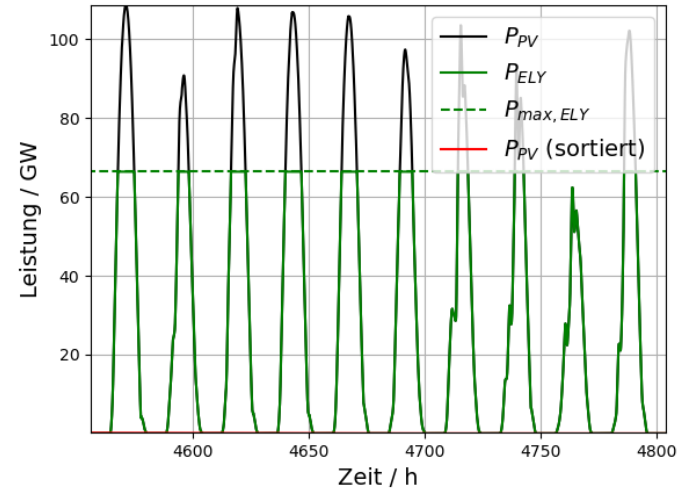
Wirtschaftlicher Optimierung

Ziel: 120 TWh Wasserstoff pro Jahr

Vorgehen

Auslegung von PV- und (P_{PV})
Wasserelektrolyseleistung (P_{ELY})

Fluktuierende PV-Leistung aus realen Wetterdaten



P_{ELY} , P_{PV} | installierte Elektrolyseleistung, PV-Peakleistung
 P_{PV} (sortiert) | Jahresdauerlinie (sortierte PV-Leistung)

[1] Wetter, Michael et al. (2014): Modelica Buildings Library

Fallbeispiel: H₂-Erzeugung über Elektrolyse in MENA-Region

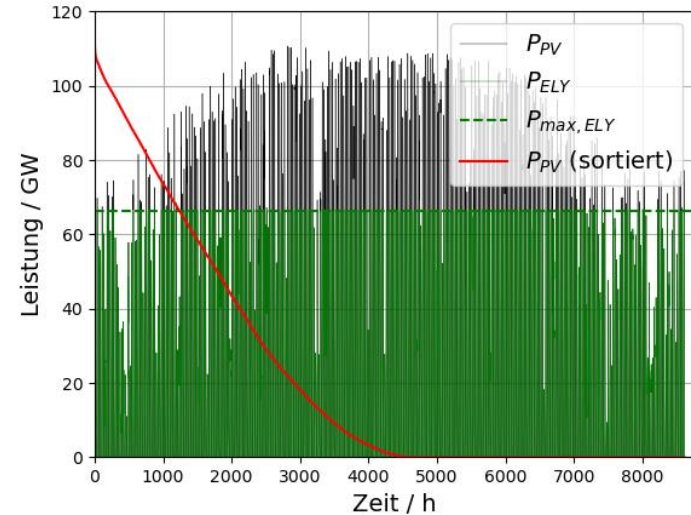
Wirtschaftlicher Optimierung

Ziel: 120 TWh Wasserstoff pro Jahr

Vorgehen

Auslegung von PV- und (P_{PV})
Wasserelektrolyseleistung (P_{ELY})

Fluktuierende PV-Leistung aus realen Wetterdaten



P_{ELY}, P_{PV} | installierte Elektrolyseleistung, PV-Peakleistung

P_{PV} (sortiert) | Jahresdauerlinie (sortierte PV-Leistung)

[1] Wetter, Michael et al. (2014): Modelica Buildings Library

Fallbeispiel: H₂-Erzeugung über Elektrolyse in MENA-Region

Wirtschaftlicher Optimierung

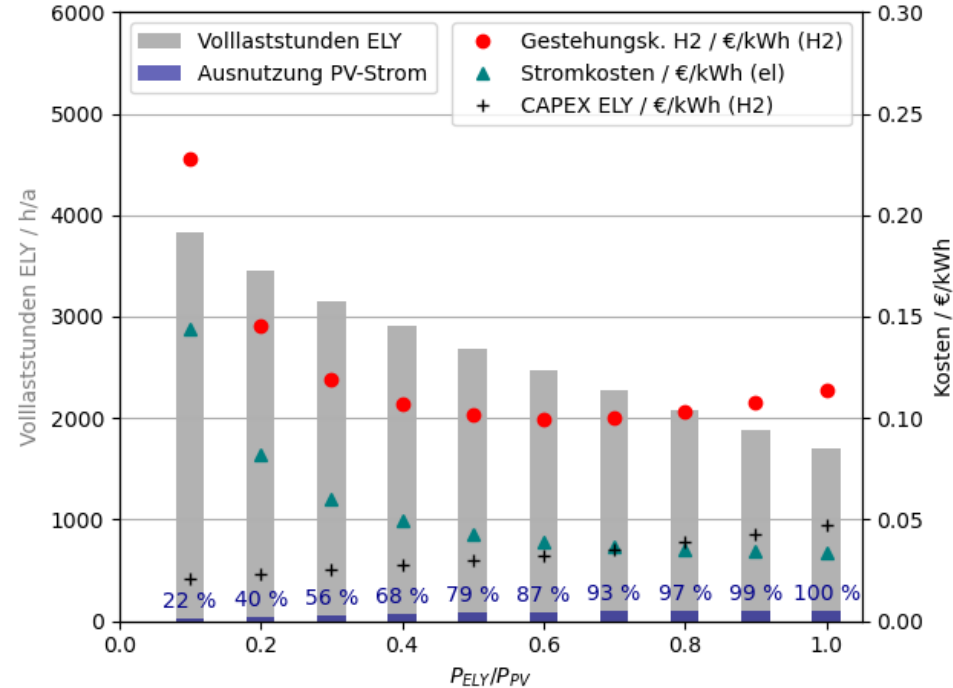
Ziel: 120 TWh Wasserstoff pro Jahr

Vorgehen

Auslegung von PV- und (P_{PV})
Wasserelektrolyseleistung (P_{ELY})

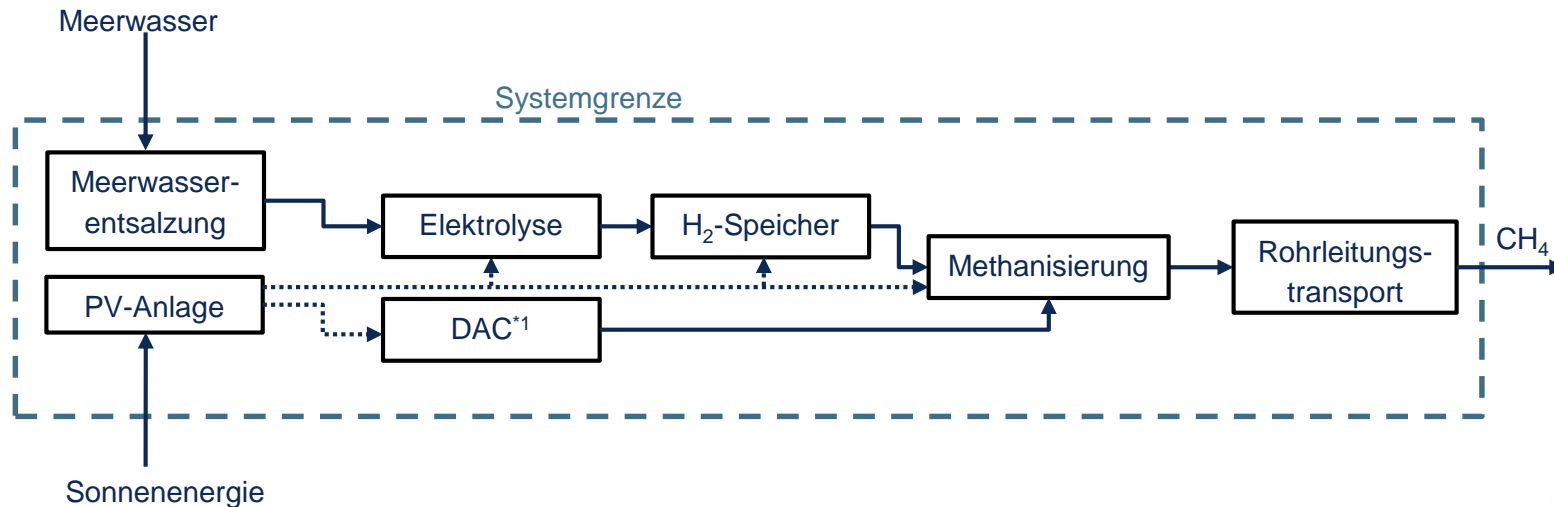
Optimierung der Wasserstoff- Gestehungskosten

- Minimale H₂-Gestehungskosten: 10 ct/kWh
- Ausnutzung PV-Strom: 87 %
- Volllaststunden Elektrolyse = 2.475 h/a
- Stromkosten = 3,9 ct/kWh



Fallbeispiel: EE-Methan Erzeugung über PtG-Prozess in MENA-Region

Gesamte Prozesskette



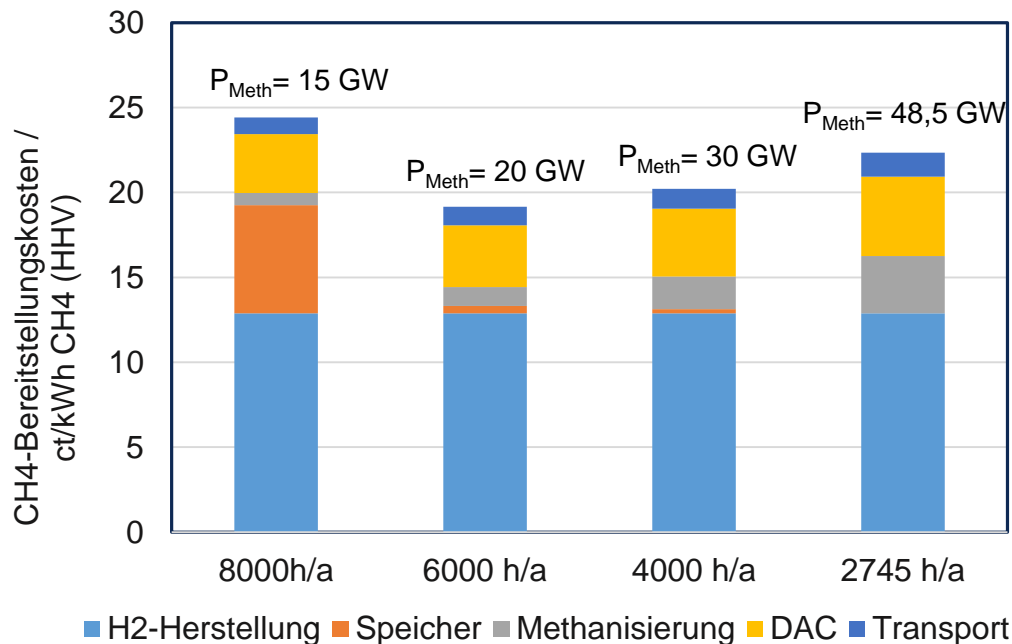
- Ort der Erzeugung: Marokko
- Annahme CH₄-Import pro Jahr: 120 TWh
- EE-Strom aus PV liefert Strom für alle Anlagenkomponenten
- CO₂ aus DAC (direct air capture)

*1 DAC: direct air capture



Fallbeispiel: EE-Methan Erzeugung über PtG-Prozess in MENA-Region

Optimierung der H₂-Speichergröße



Ausgangslage

H₂-Erzeugungsporfil der Elektrolyse

Optimierung

Je höher die FLS der Methanisierung sind, desto größer muss der Wasserstoffspeicher sein

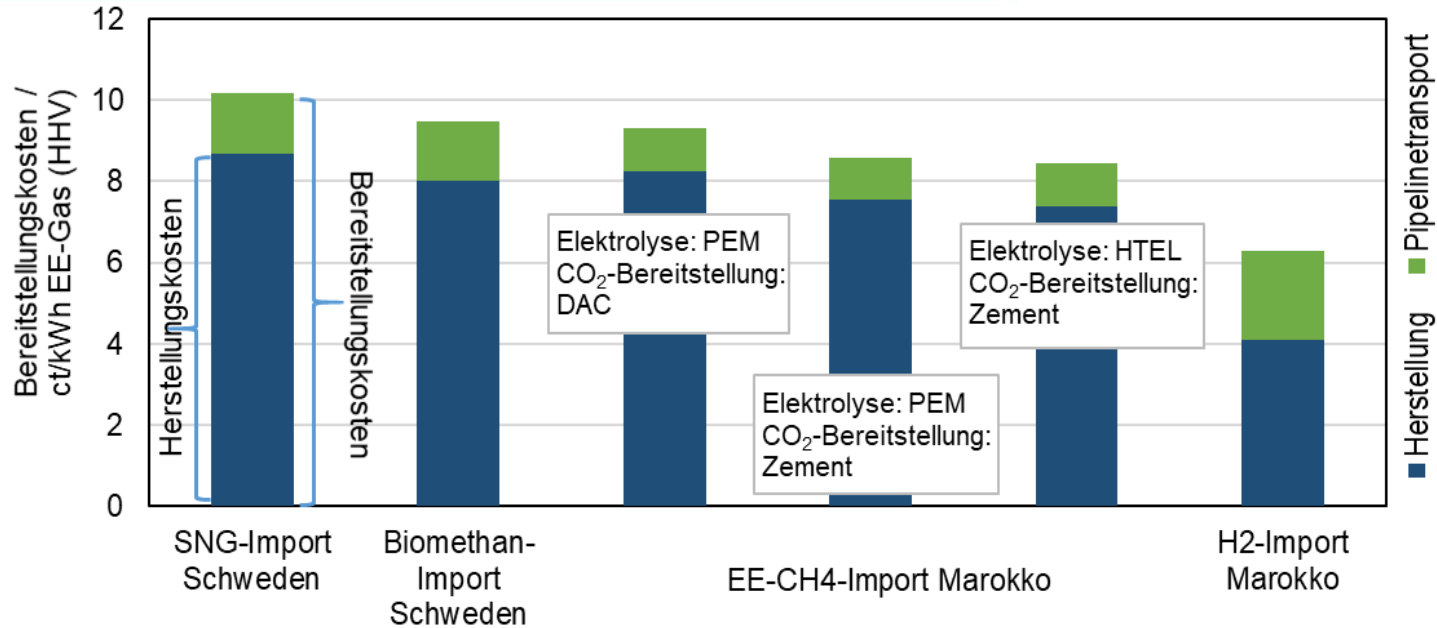
→ Optimum bei FLS: 6000 h/a

→ Speichergröße: ~ 1,5 Mio. m³

($L_{\text{Rohr}} = 961 \text{ km}$, $d_{\text{Rohr}} = 1,4 \text{ m}$)

→ **Kostensenkungspotenzial von bis zu 50 % bis 2050**

Bereitstellungskosten verschiedener erneuerbarer Gase im Jahr 2050



- ⦿ SNG-Bereitstellungskosten liegen 30 - 50 % höher im Vergleich zu H₂
- ⦿ CO₂-Bereitstellung aus Luft verursacht hohe Kosten → Alternativen prüfen
- ⦿ Infrastruktur kann bei SNG ohne Umrüstmaßnahmen genutzt werden

Quelle: Deliverable 1.2 DVGW-Projekt Roadmap Gas 2050, www.roadmap-gas-2050.de

Es gibt viel zu tun!

- Zur Erreichen der Klimaziele mit Gas werden schon 2030 große Mengen an klimafreundlichen Gasen benötigt
- Biomethanpotenziale in Deutschland können kurzfristig erschlossen werden
- Industrielle Groß-Produktion der Wasserelektrolyse muss umgesetzt werden
- Die Bewertung zeigt, dass H₂ aus Marokko eine kostengünstige Option ist
- Import von klimafreundlichen Gasen parallel zur heimischen Produktion aufbauen
- Große Exportpotenziale für SNG aus der EU nach Deutschland
- Politische Rahmenbedingungen müssen jetzt gesetzt werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Friedemann Mörs
Tel.: 0721 6084-1474
moers@dvgw-ebi.de
www.dvgw-ebi.de