arrhenius INSTITUT FÜR ENERGIE- UND KLIMAPOLITIK
INSTITUTE FOR ENERGY AND CLIMATE POLICY

# Beurteilung von Power-to-Heat im Energiesystem (Vergleich zu Power-to-Gas)

Hamburg, 8. November 2013

Dr. Sven Bode

sven.bode@arrhenius.de

## Das Institut

| | |
|---|---|
| Privater Think Tank | unabhängige Expertise für Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft und Verwaltung |
| Kompetenzfelder | • Analyse von Geschäftsmodellen<br>• Energiemarktdesign<br>• Modellierung von Energiesystemen<br>• Systemanalysen zum Zusammenwirken erneuerbarer Energien<br>• Analysen zu umweltpolitischen Instrumenten<br>• regionale Energie- und Klimaschutzkonzepte |
| Gesellschafter | Dr. Helmuth-M. Groscurth und Dr. Sven Bode |
| Namenspatron | Svante Arrhenius<br>• schwedischer Physiker und Chemiker (1859 -1927)<br>• erkannte schon 1895 als Erster die Bedeutung des Kohlendioxids für das Klima der Erde und sagte den anthropogenen Klimawandel voraus |

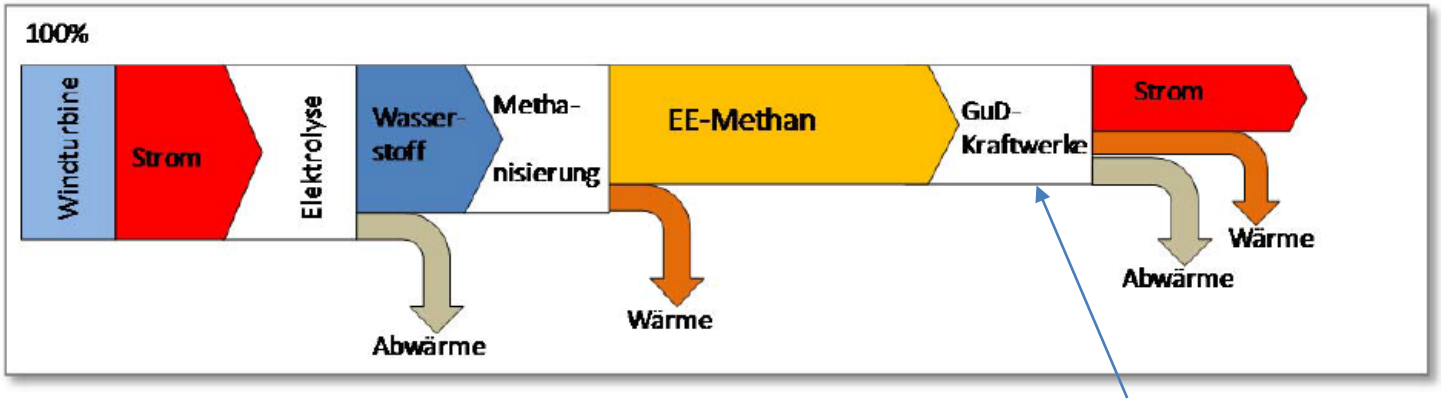
© arrhenius Institut, Hamburg – 2013

# Begriffsklärung

## Power-to-Heat

- Jede Form der Umwandlung von Strom in Nutzwärme (z.B. Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme)
- Heute insb.:
  - Wärmepumpen
  - Direktheizung (Heizstab)

## Power-to-Gas




Auch Gasturbine → geringerer Wirkungsgrad

basierend auf Sterner 2009, Jentsch 2010

# Warum jetzt?

Zumindest Power-to-Heat nicht ganz neu: Nachtspeicherheizung

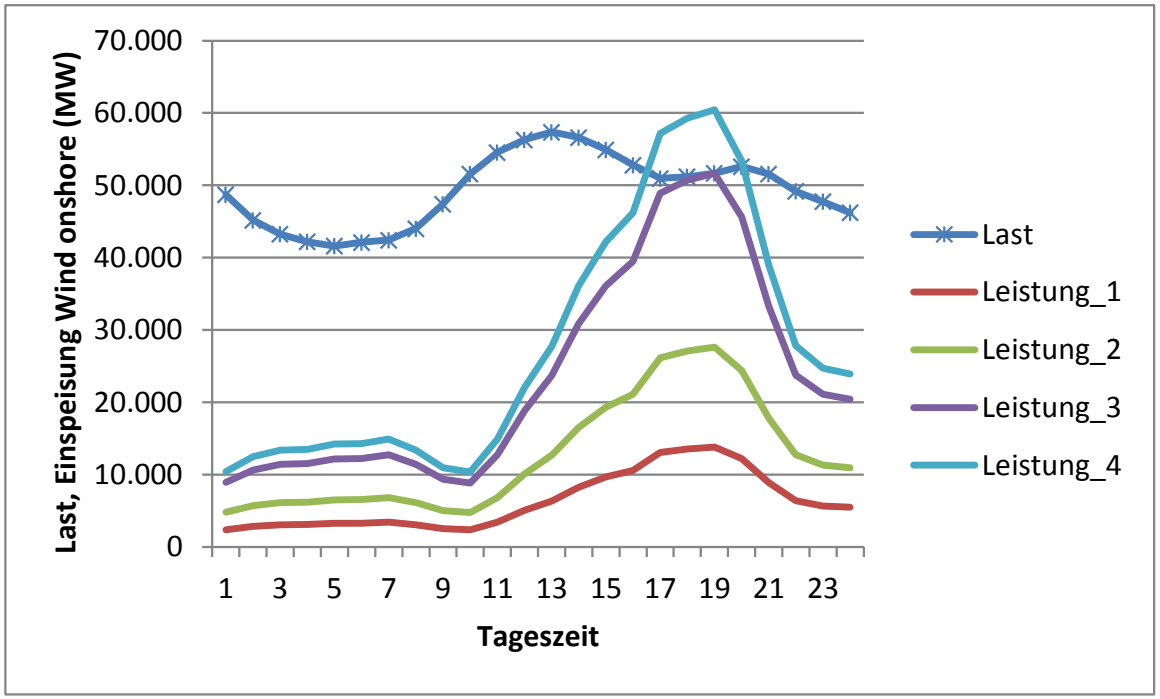
**Energiewende**

- U.a. Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung = mind. 80 % erhöht werden in 2050 (Energiekonzept der aktuellen Bundesregierung), 60% Erneuerbare in der Wärme
  ggf. auch mehr und früher (100 % aus erneuerbaren Energien in 2030 (BÜNDNIS 90/ DIE GRÜNEN (2010)

# Energiewende im Stromsektor

## Ausbau fluktuierender Erneuerbare (Wind, PV) führt sukzessive zu Überschüssen an Strom

- Beispiel für eine Technologie bei gegebener Lastkurve (hier ein eher Tag im Mai) und Nutzung von Windkraft (onshore)
  *(Hinweis: entscheidend ist später die Jahresbetrachtung)*

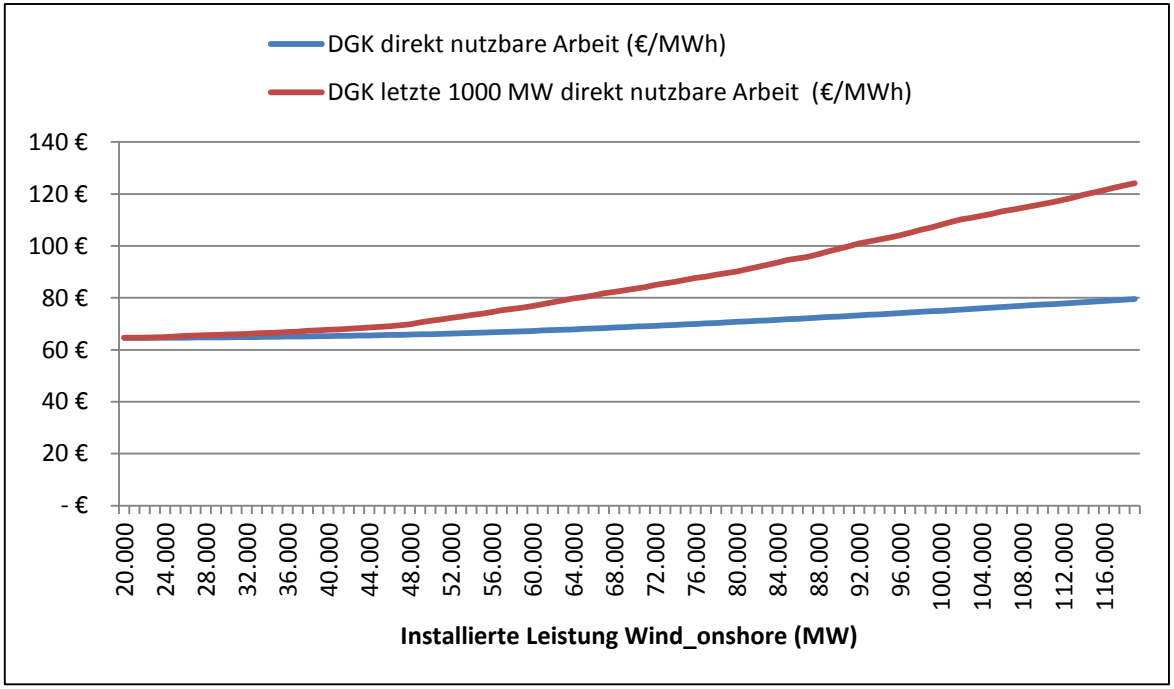



Siehe Bode (2013), Grenzkosten der Energiewende

# Energiewende im Stromsektor

## Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung:

- durchschnittliche Gesamtkosten der direkt nutzbaren Strommenge der letzten Anlage sowie durchschnittliche Gesamtkosten der gesamten der direkt nutzbaren Strommenge aller Anlagen steigen sukzessive: ein Beispiel

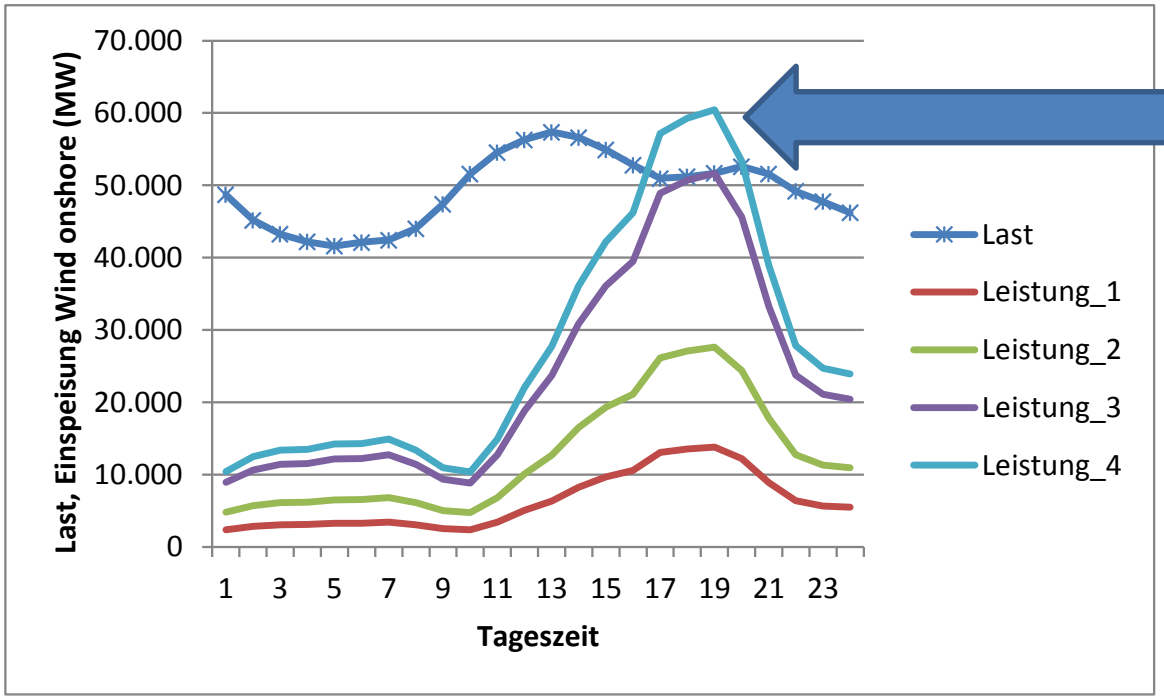



Siehe Bode (2013), Grenzkosten der Energiewende

# Energiewende im Stromsektor

## Ausbau fluktuierender Erneuerbare (Wind, PV) führt sukzessive zu Überschüssen an Strom

- Beispiel für eine Technologie bei gegebener Lastkurve (hier ein eher Tag im Mai) und Nutzung von Windkraft (onshore)
  *(Hinweis: entscheidend ist später die Jahresbetrachtung)*




**Optionen:**

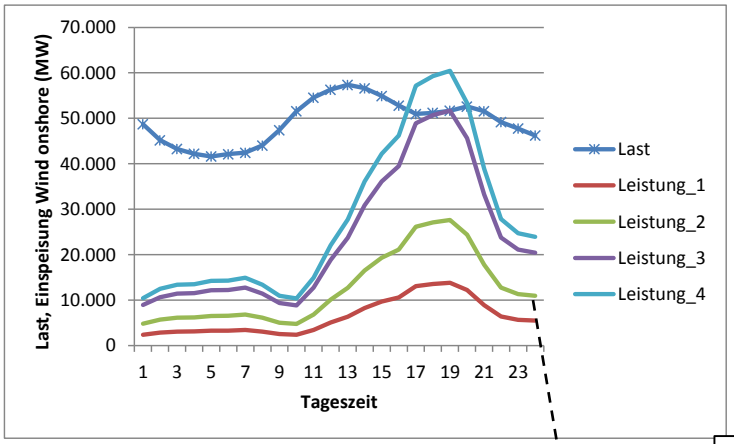
- Abregeln (Wegschmeißen)
- Speichern (hier: mit Rückverstromungs-option)
- Exportieren
  - Ausland
  - andere Sektoren (z.B. Wärme-sektor)

Siehe Bode (2013), Grenzkosten der Energiewende

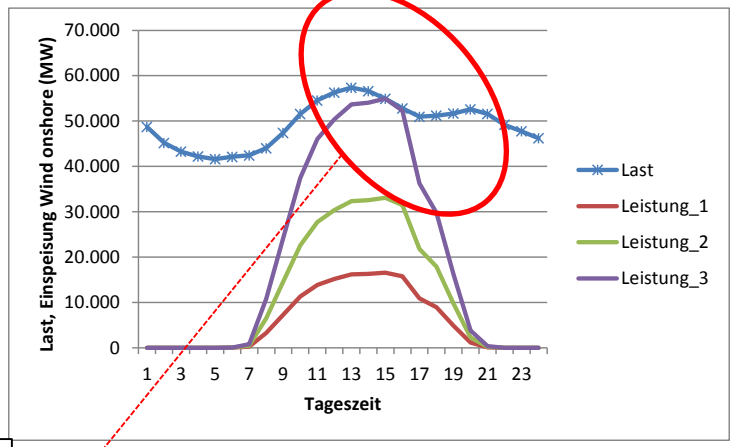
## Einspeiseprofil der Erneuerbaren wichtig…

*Vermeintlich unabhängig*

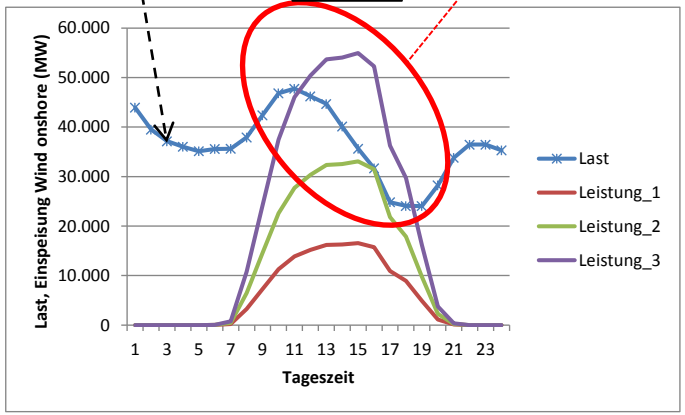
*Wind onshore*




*PV*



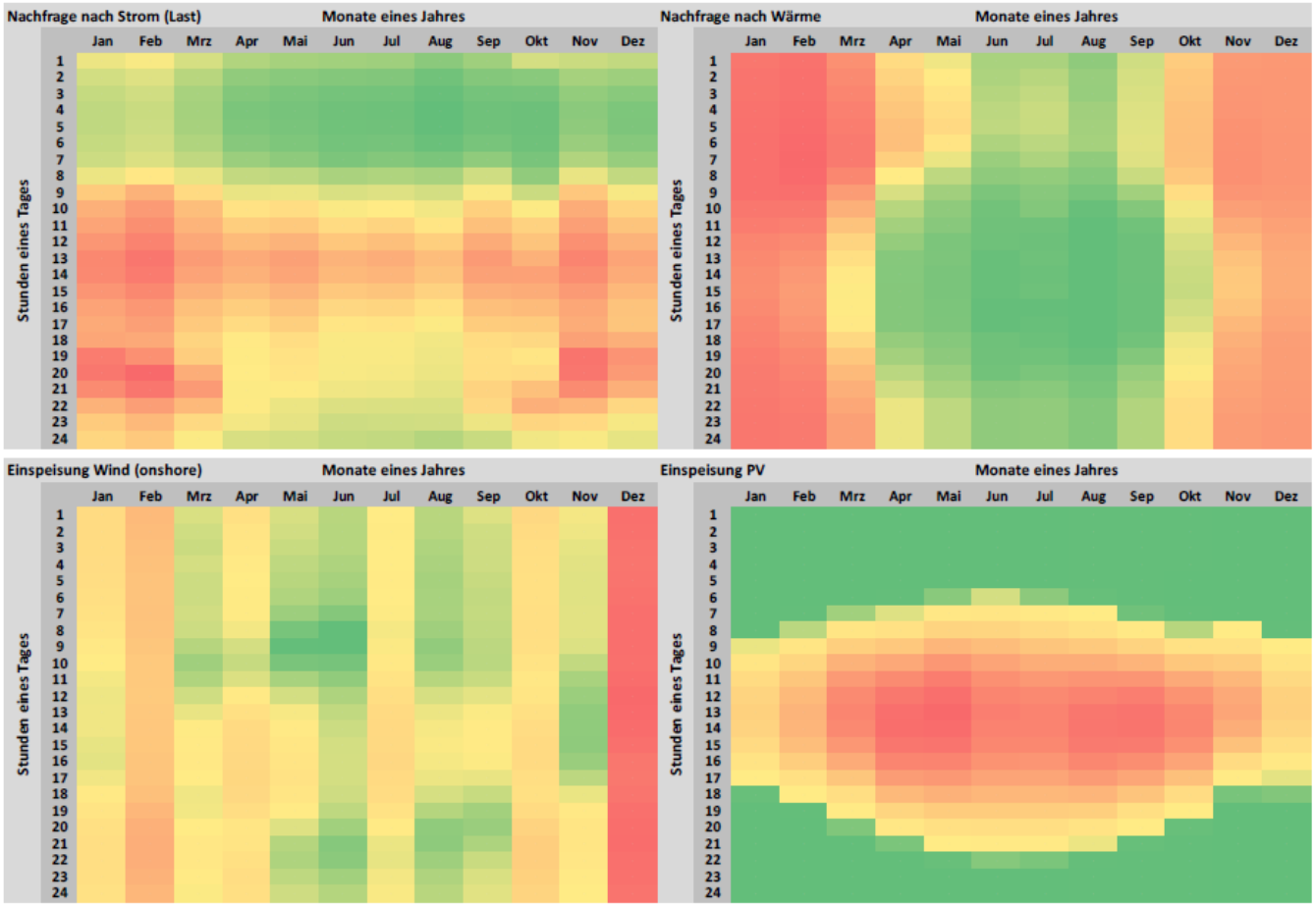

*Aber:*



# Energiewende im Stromsektor

## ...auch für Systembetrachtung und hier betrachtete Fragestellung

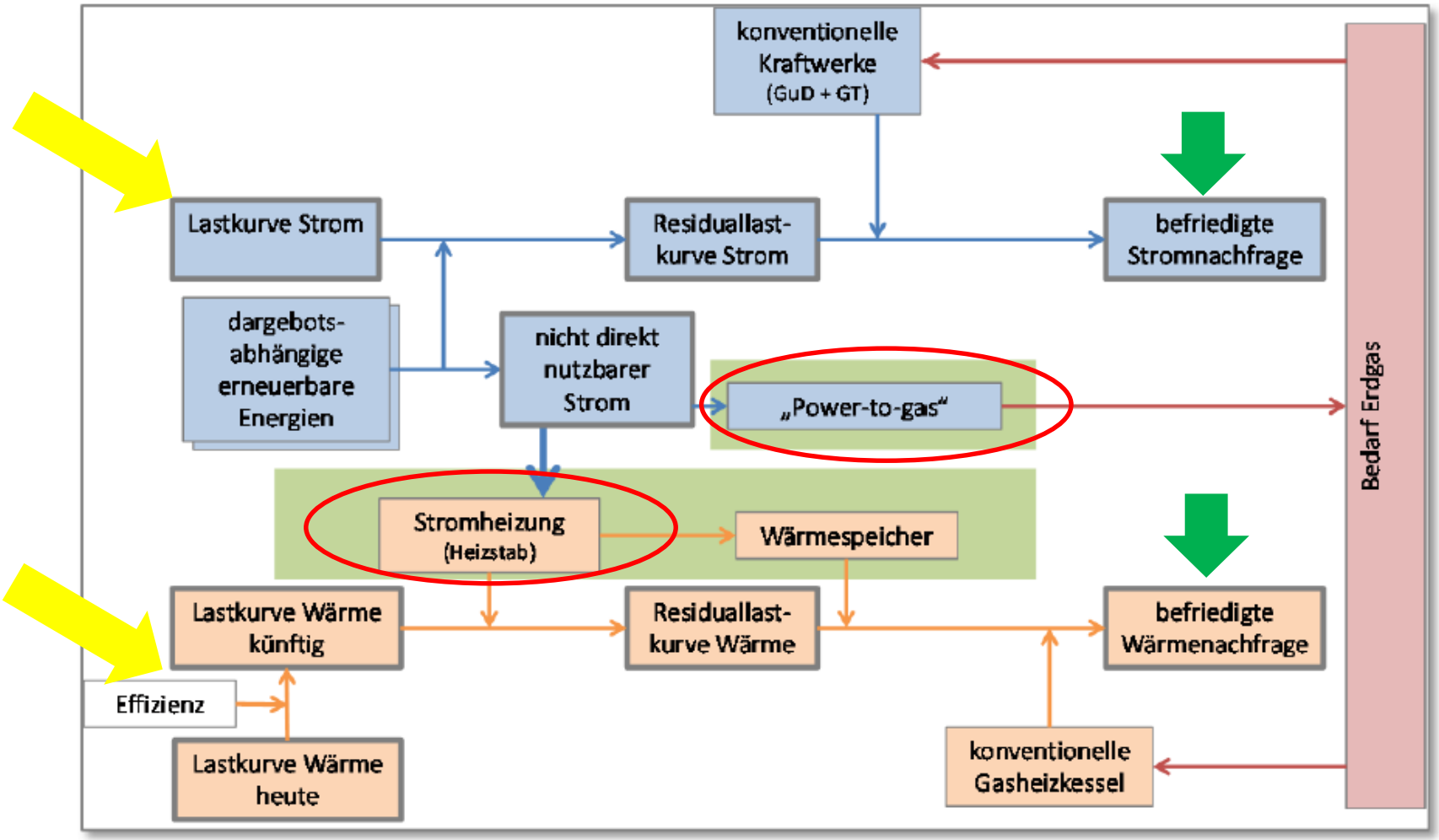
Jahreszeitliche und untertägige Variation der Stromnachfrage (Last, links oben) und des Heizwärmebedarfs (rechts oben) sowie der Stromeinspeisung aus Windenergie (onshore, links unten) und PV (rechts unten) in Deutschland 2011 (rot = höhere Last bzw. Nachfrage; grün = niedrigere Last bzw. Nachfrage; Datenquellen: ENTSO-E, Übertragungsnetzbetreiber, Gradtagszahlen, eigene Darstellung).




Siehe Groscurth & Bode (2013), „Power-to-heat" oder „Power-to-gas"?

# Power-to-Heat vs. Power-to-Gas

## Modellierung: Topografie des Systems




Siehe Groscurth & Bode (2013), „Power-to-heat" oder „Power-to-gas"?

# Power-to-Heat vs. Power-to-Gas

## Input (ausgewälte Parameter)

| Kapazitäten (GW) | | Wind onshore | Wind offshore | PV | Wasserkraft | Bioenergie |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ist | 2011 | 28,0 | 0,13 | 21,0 | 4,4 | 6,5 |
| BMU-Leitstudie | 2020 | 30,0 | 10,0 | 53,5 | 4,7 | 9,0 |
| | 2030 | 43,7 | 23,5 | 61,0 | 4,9 | 10,0 |
| | 2050 | 50,8 | 32,0 | 67,2 | 5,2 | 10,4 |
| eigenes Szenario „50-50-100" | | 100 | 50 | 50 | 5,0 | 10,0 |

© arrhenius Institut, Hamburg, 2013

# Power-to-Heat vs. Power-to-Gas

## Input (ausgewälte Parameter)

| Technologie | spezifische Investition | feste Wartungskosten | Nutzungsdauer | Lebensdauer |
|---|---|---|---|---|
| | €/kW | €/(kW a) | h/a | a |
| **Strom** | | | | |
| erneuerbare Energie | | | | |
| Windkraft onshore | 1.000 | 20 | 2.000 | 20 |
| Windkraft offshore | 2.500 | 100 | 3.500 | 20 |
| PV | 1.500 | 23 | 1.000 | 25 |
| Biomasse | 2.500 | 100 | 5.000 | 15 |
| Wasserkraft | 2.000 | 50 | 4.500 | 30 |
| konventionelle Energie | | | | |
| GuD-Kraftwerk | 1.000 | 20 | > 3.000 | 20 |
| GuD-Heizkraftwerk | 1.200 | 20 | | 20 |
| Gasturbine | 500 | 5 | | 20 |
| Speicher (Power-to-gas) | 3.000 | 20 | | 20 |
| **Wärme** | | | | |
| verbleibender Wärmebedarf * | | | | 30 |
| - 75% | 50 €/m² | | | |
| - 50% | 115 €/m² | | | |
| - 25% | 250 €/m² | | | |
| Gasheizung | 600 | 35 | | 20 |
| elektrischer Heizstab | 150 | 5 | | 20 |
| Wärmespeicher | 25 €/kWh$_{sp}$ | 5 | | 25 |
| **Erdgaspreis** | | | **30 €/MWh (inkl. $CO_2$)** | |
| **Zinssatz** | | | **5%** | |

© arrhenius Institut, Hamburg, 2013

# Power-to-Heat vs. Power-to-Gas

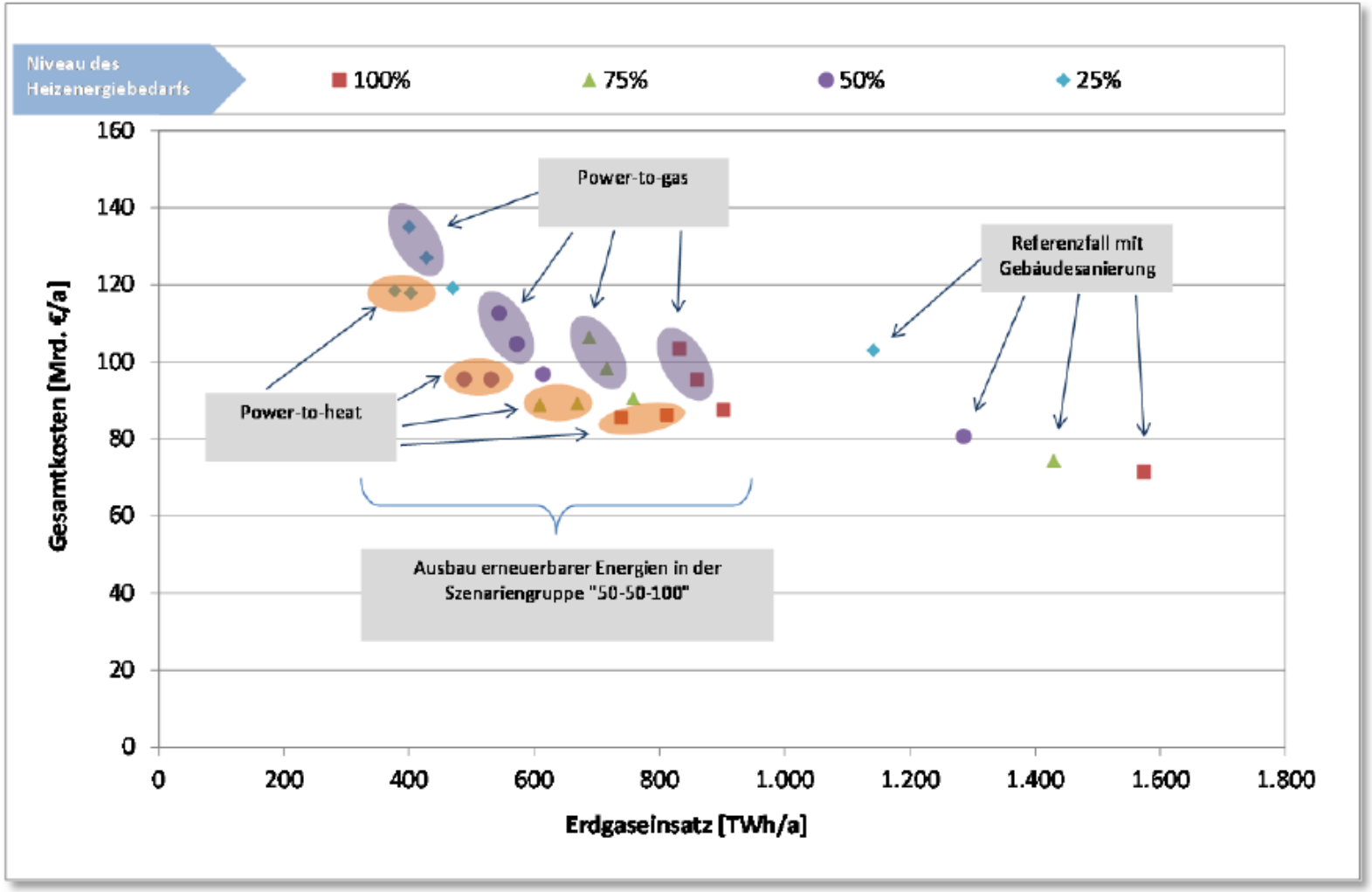
## Output

Einsatz fossilen Brennstoffs (Erdgas) für die Deckung des Bedarfs an Strom (500 TWh/a) und Niedertemperaturwärme privater Haushalte (heutiges energetische Niveau der Gebäude).

| | Brennstoff-einsatz (Erdgas) | Kapazität GuD-KW | Kapazität Gasturbinen | Anteil direkt genutzter EE am Bedarf | Anteil unge-nutzter EE an Erzeugung |
|---|---|---|---|---|---|
| | TWh | GW | GW | | |
| **Strom** | | | | | |
| Referenzfall ohne EE | 926 | 63 | 15 | 0 | 0 |
| EE-Kapazitäten 2011 | 693 | 47 | 22 | 20% | 0 * |
| BMU-Leitstudie 2020 | 547 | 37 | 29 | 43% | 0,1% |
| BMU-Leitstudie 2030 | 403 | 30 | 34 | 49% | 3% |
| BMU-Leitstudie 2050 | 337 | 26 | 38 | 67% | 8% |
| Szenario "50-50-100" | 254 | 18 | 51 | 77% | 26% |

# Power-to-Heat vs. Power-to-Gas

## Ergebnisse (Auswahl: 50-50-100)



# Power-to-Heat vs. Power-to-Gas

## Fazit/ Anmerkungen

- Ergebnisse massiv von Annahmen abhängig
- Bis 80% EE Anteil im „klassischen Stromsektor" Power-to-Heat generell günstiger als Power-to-Gas
- Bei 100% EE Anteil → komplett andere Ergebnisse zu erwarten.

## Das Institut

| | |
|---|---|
| Privater Think Tank | unabhängige Expertise für Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft und Verwaltung |
| Kompetenzfelder | • liberalisierte Energiemärkte<br>• erneuerbare Energien<br>• regionale Energie- und Klimaschutzkonzepte<br>• dezentrale Energiesysteme<br>• Emissionshandel und Handel mit Grünstrom-Zertifikaten<br>• Carbon Capture and Storage (CCS) |
| Juristische Person | arrhenius consult gmbh |
| Sitz | Hamburg |
| Gründung | 2005 |
| Gesellschafter | Dr. Helmuth-M. Groscurth und Dr. Sven Bode |
| Namenspatron | Svante Arrhenius<br>• schwedischer Physiker und Chemiker (1859 -1927)<br>• erkannte schon 1895 als Erster die Bedeutung des Kohlendioxids für das Klima der Erde und sagte den anthropogenen Klimawandel voraus |

© arrhenius Institut, Hamburg – 2013