

# Die Rolle von Gastechnologien bei der Systemintegration erneuerbarer Energien

Prof. Dr.-Ing. Klaus Heikrodt  
**DVGW** Deutscher Verein des  
Gas- und Wasserfaches e. V.



**BDH**

Bundesindustrieverband Deutschland  
Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V.

**ISH**



# Agenda

Politische Zielvorgaben

Status in Deutschland

Gasnetz als Stromspeicher

Gas aus erneuerbaren Quellen

Energieversorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung

Zusammenfassung





# Agenda

Politische Zielvorgaben

Status in Deutschland

Gasnetz als Stromspeicher

Gas aus erneuerbaren Quellen

Energieversorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung

Zusammenfassung





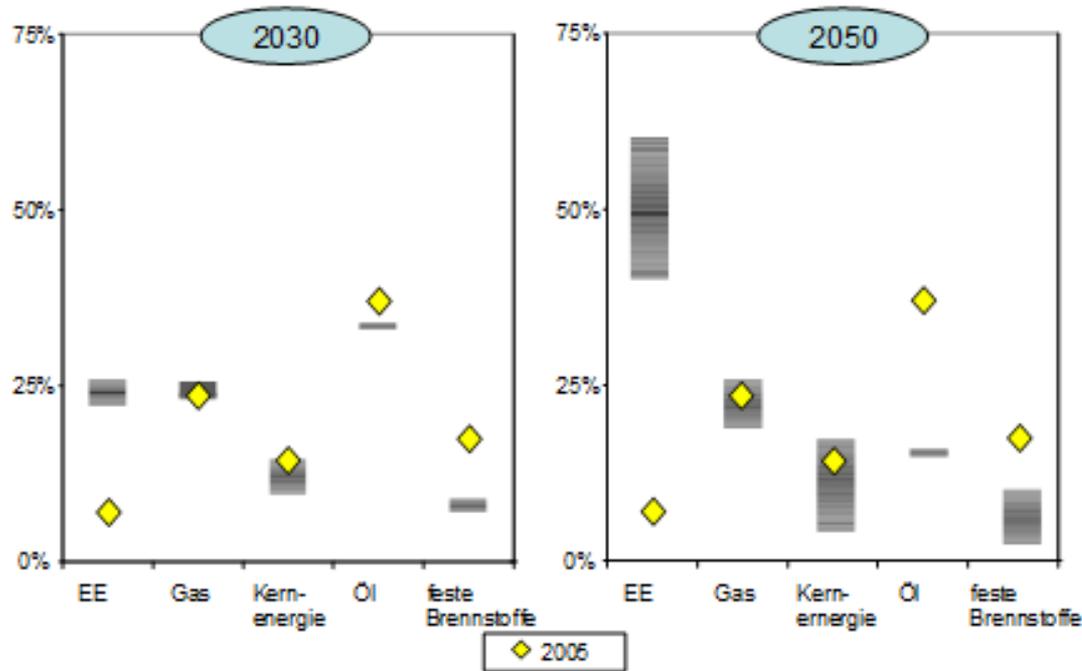
## **Energiestrategie der EU, 5 zentrale Punkte**

- Vollendung des EU-Energiebinnenmarktes
- Schaffung eines integrierten und grenzüberschreitenden Strom- und Gasversorgungssystems
- Stärkung von Technologie, Forschung und Entwicklung
- Erhöhung der Energieeffizienz
- Verbraucherschutz und Sicherheitsstandards



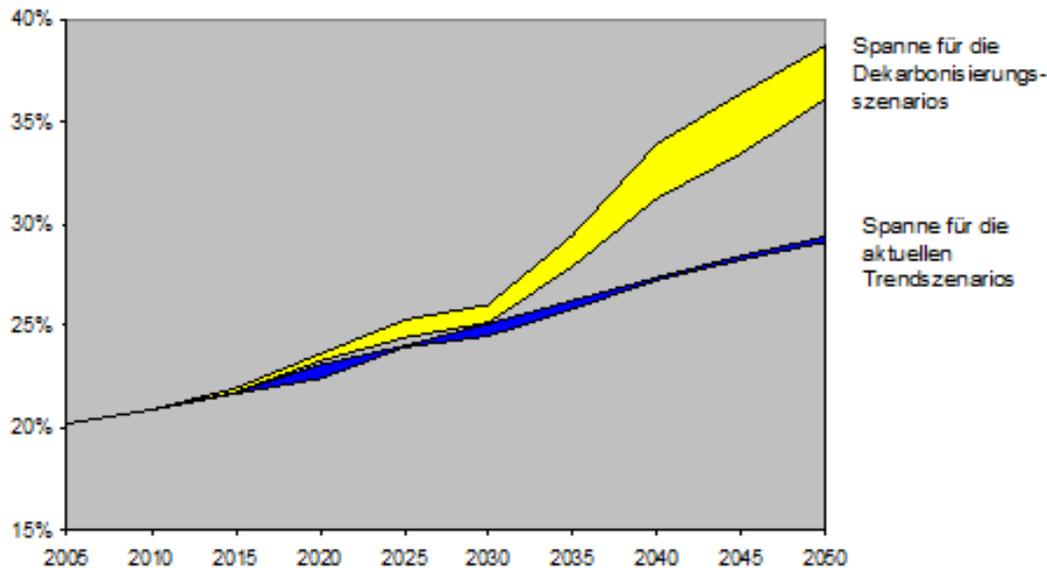
# EU Energiefahrplan 2050

## Spanne des Brennstoffanteils am Primärenergieverbrauch



# EU Energiefahrplan 2050

## Anteil des Stroms an der Endenergienachfrage 2050



# ➤ Energiekonzept der Bundesregierung

## Maßnahmen im Überblick

Das Zeitalter der erneuerbaren Energien so schnell wie möglich erreichen und gleichzeitig den Preis für Strom bezahlbar halten.



Ausbau erneuerbarer Energien

Foto: *picture-alliance*

- **Darum geht es**
- **Erneuerbare Energien – der Ausbau läuft**
- **Netze – vor dem Ausbau gründlich planen**
- **Energiespeicher – entwickeln**
- **Ausstieg aus der Kernkraft**
- **Kraftwerke**
- **Energiesparen und Wirkungsgrad erhöhen**
- **Elektroautos**

Das Energiekonzept 2050 gestaltet die deutsche Energieversorgung komplett um – zum Wohle aller. Ziel ist es, eine der umweltschonendsten und energiesparsamsten Volkswirtschaften zu werden – bei wettbewerbsfähigen Energiepreisen und hohem Wohlstandsniveau.

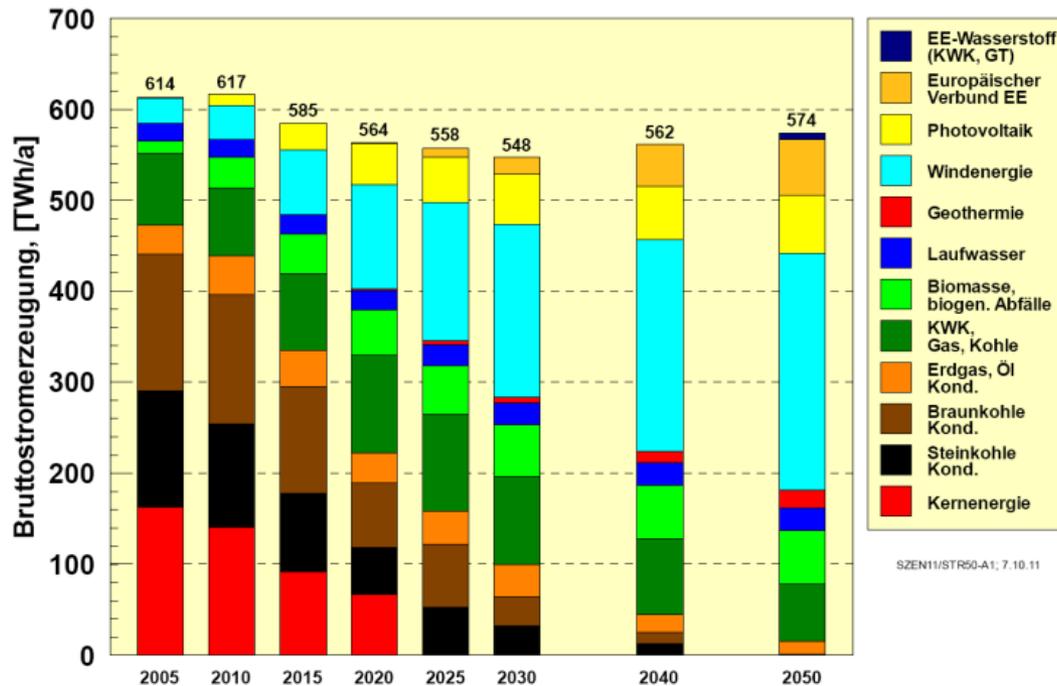


# ➤ Zielsetzung im Energiekonzept 2010

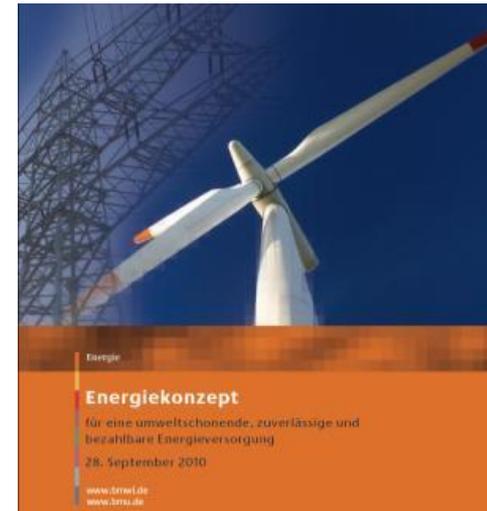
	<i>heute</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>	<i>2040</i>	<i>2050</i>
<b>Absenkung Treibhausgasemissionen (ggü. 1990)</b>	<b>- 23 %</b>	<b>- 40 %</b>	<b>- 55 %</b>	<b>- 70 %</b>	<b>- 80 %</b>
<b>Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch</b>	<b>11 %</b>	<b>18 %</b>	<b>30 %</b>	<b>45 %</b>	<b>60 %</b>
<b>Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch</b>	<b>20 %</b>	<b>35 %</b>	<b>50 %</b>	<b>65 %</b>	<b>80 %</b>
<b>Absenkung Primärenergieverbrauch (ggü. 2008)</b>	<b>- 6 %</b>	<b>- 20 %</b>			<b>- 50 %</b>



# Struktur der Bruttostromerzeugung bis 2050

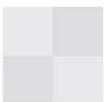


SZEN11/STR50-A1; 7.10.11



**Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch:**

- 2020 → 35 %
- 2030 → 50%
- 2040 → 65%
- 2050 → 80%





# Gastechnologie in der Energiewende

1. Die Energieversorgung muss zwingend und dauerhaft höchste Versorgungssicherheit bei wirtschaftlicher und umweltschonender Energienutzung sicherstellen.
2. Der geplante starke Ausbau der regenerativen, volatilen Stromerzeugung (Wind, PV) erfordert dauerhaft ein planbares und allzeit nutzbares Komplementärsystem.
3. Die Gasversorgung ist das ideale Komplementärsystem für die regenerative Energieerzeugung.





# Agenda

Politische Zielvorgaben

**Status in Deutschland**

Gasnetz als Stromspeicher

Gas aus erneuerbaren Quellen

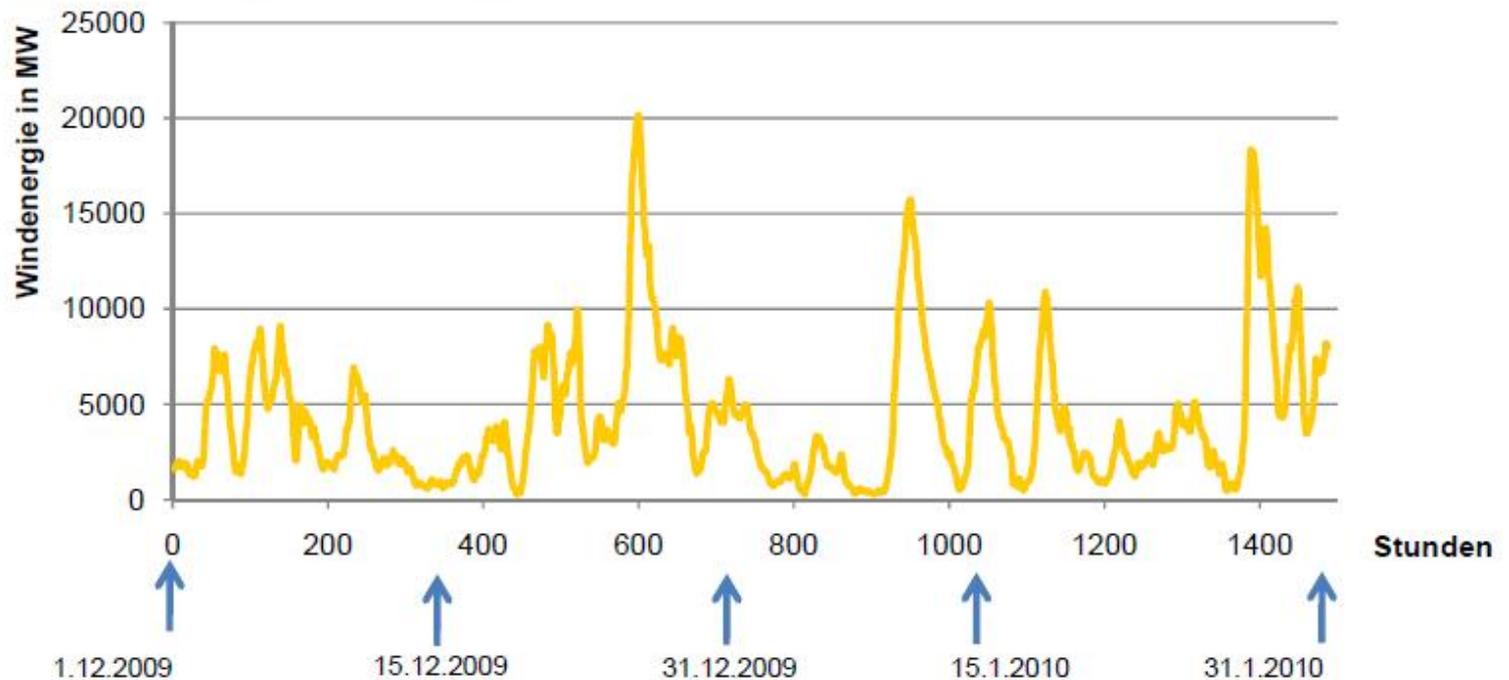
Energieversorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung

Zusammenfassung



➤ **Die Windstromeinspeisung ist stark fluktuierend.  
Diese Volatilität wird erheblich zunehmen.**

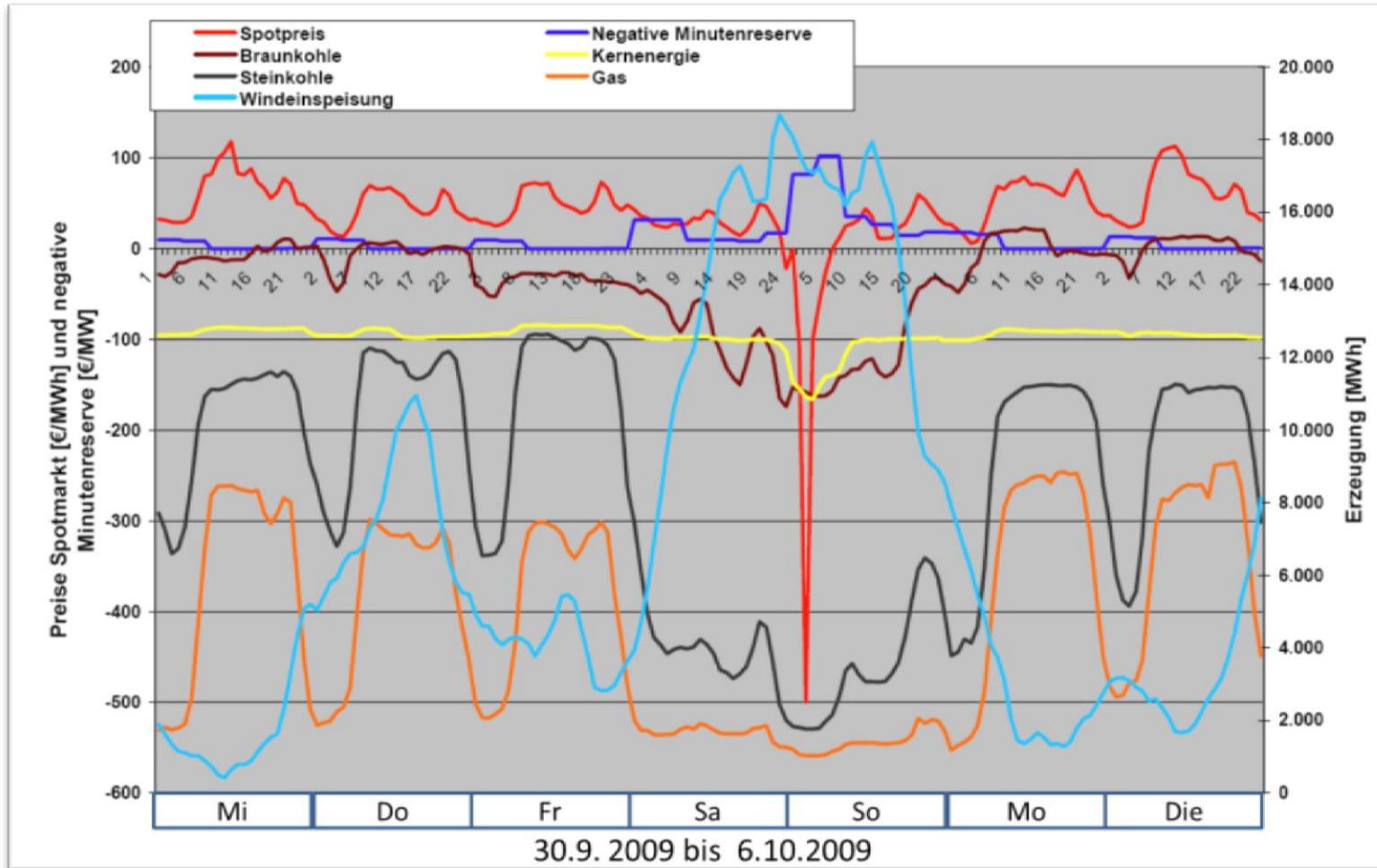
**Windeinspeisung Dezember 2009 / Januar 2010.**



Windeinspeisung max. 20.000 MW, min. 270 MW.

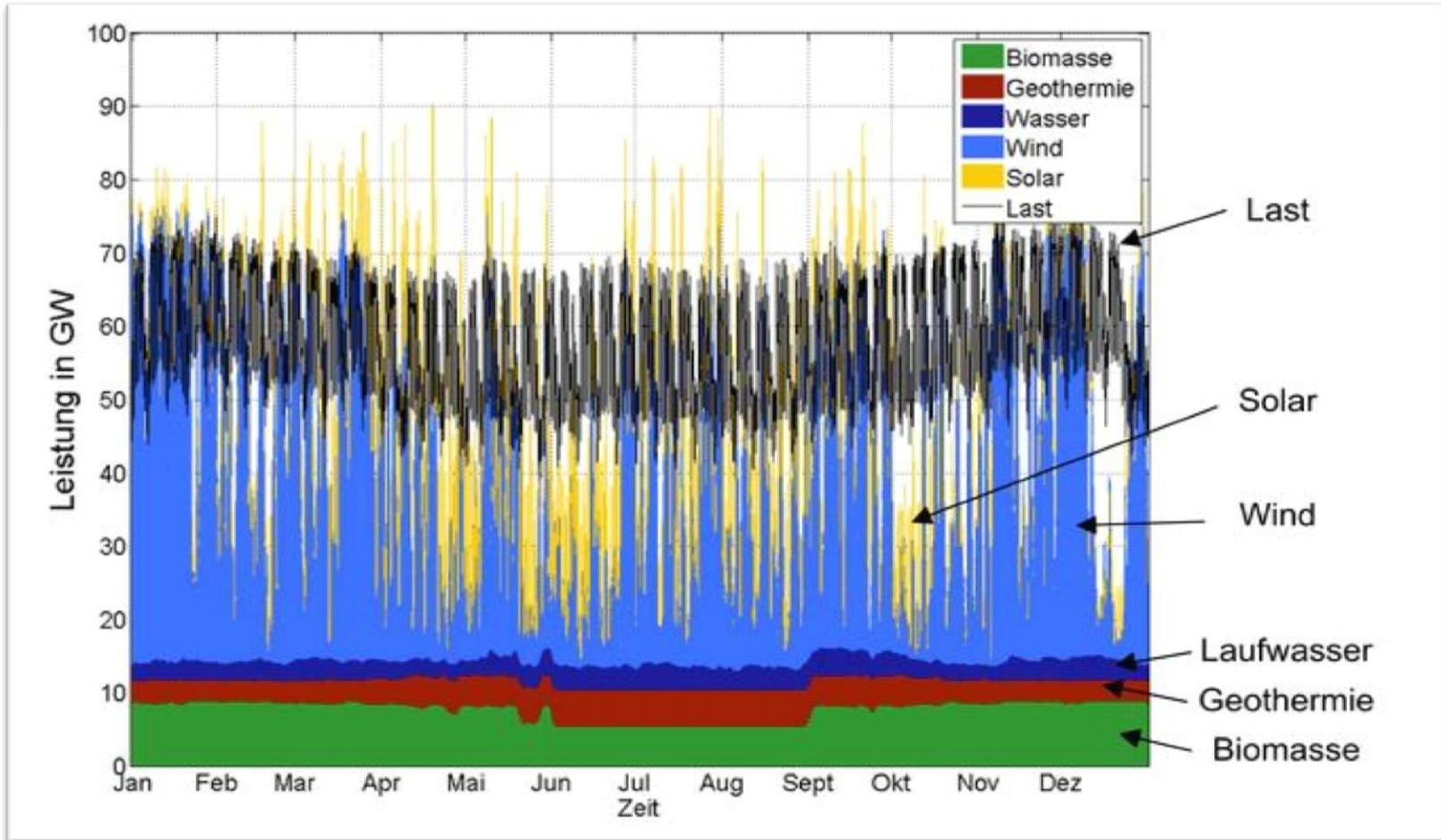


# Beispiel: Strommarktsituation am 4.10.2009



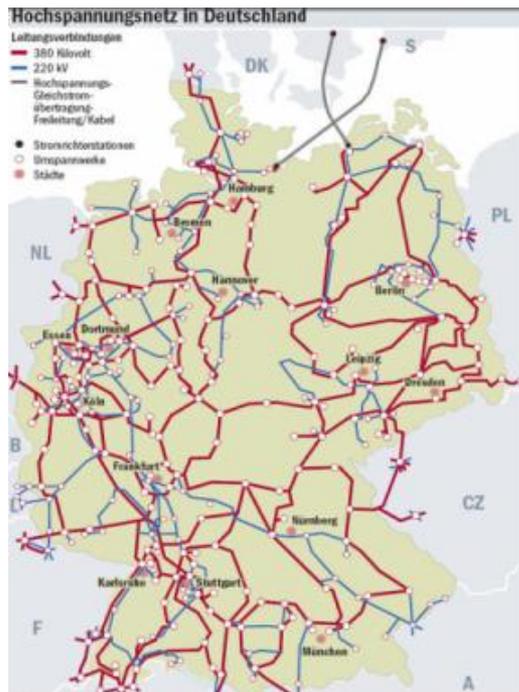


# Szenario 100% Strom aus erneuerbare Energien im Jahr 2050



## ➤ Stromnetzausbau

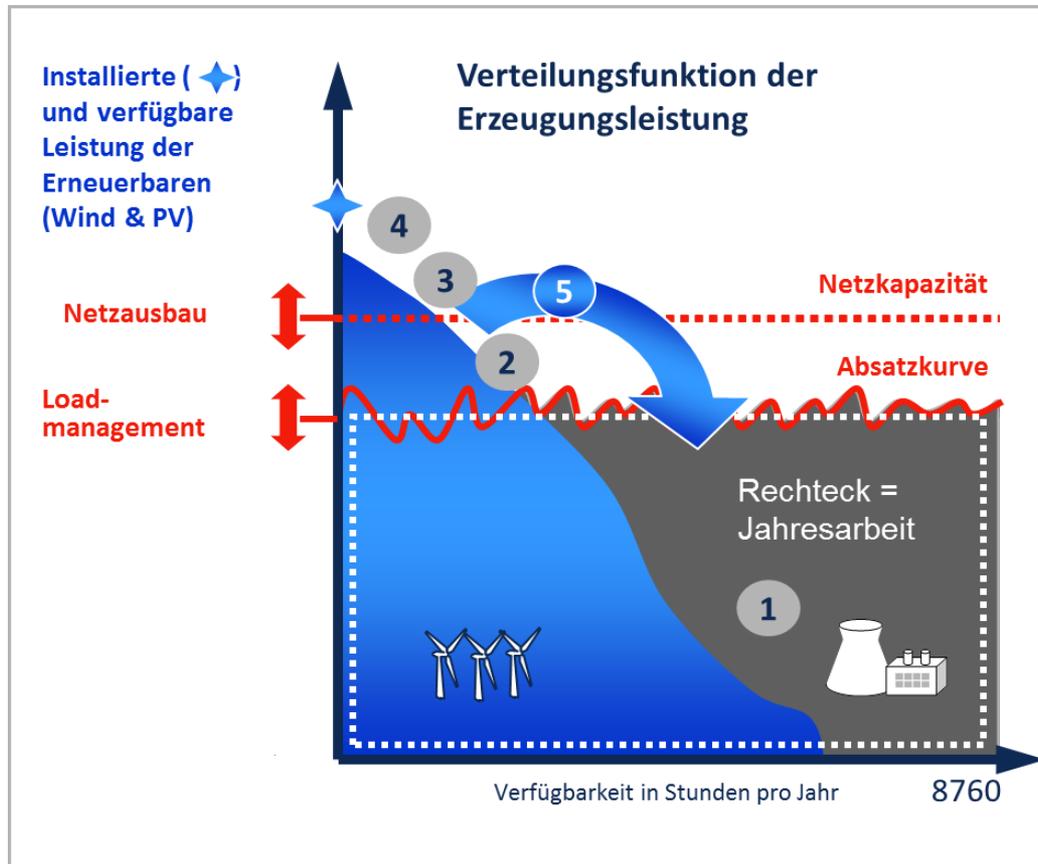
- **Ja, aber nur, wenn die Kapazität der regenerativen Energien kleiner ist als der Gesamtbedarf**
- **Bei Leistungen oberhalb des Gesamtbedarf ist Speicherung unumgänglich**



- **DENA Netzstudie II: Ausbau der Transportnetze bis 3600 km. Kosten ?**
- **Dazu kommt die Ertüchtigung der Regionalnetze. Kosten ?**
- **Anschluss Off-Shore Windkraftanlagen**
- **ABER: Speicherung ?**



# Mit Gasnetz: Nutzung des gesamten regenerativen Stroms



1. Strombedarf
2. Loadmanagement kommt an Grenzen
3. Grenzen des Netzausbaus
4. Überproduktion: Abschaltung von EE-Anlagen
5. Glättung der Spitzen = vollständige Nutzung des regenerativen Stroms





# Agenda

Politische Zielvorgaben

Status in Deutschland

**Gasnetz als Stromspeicher**

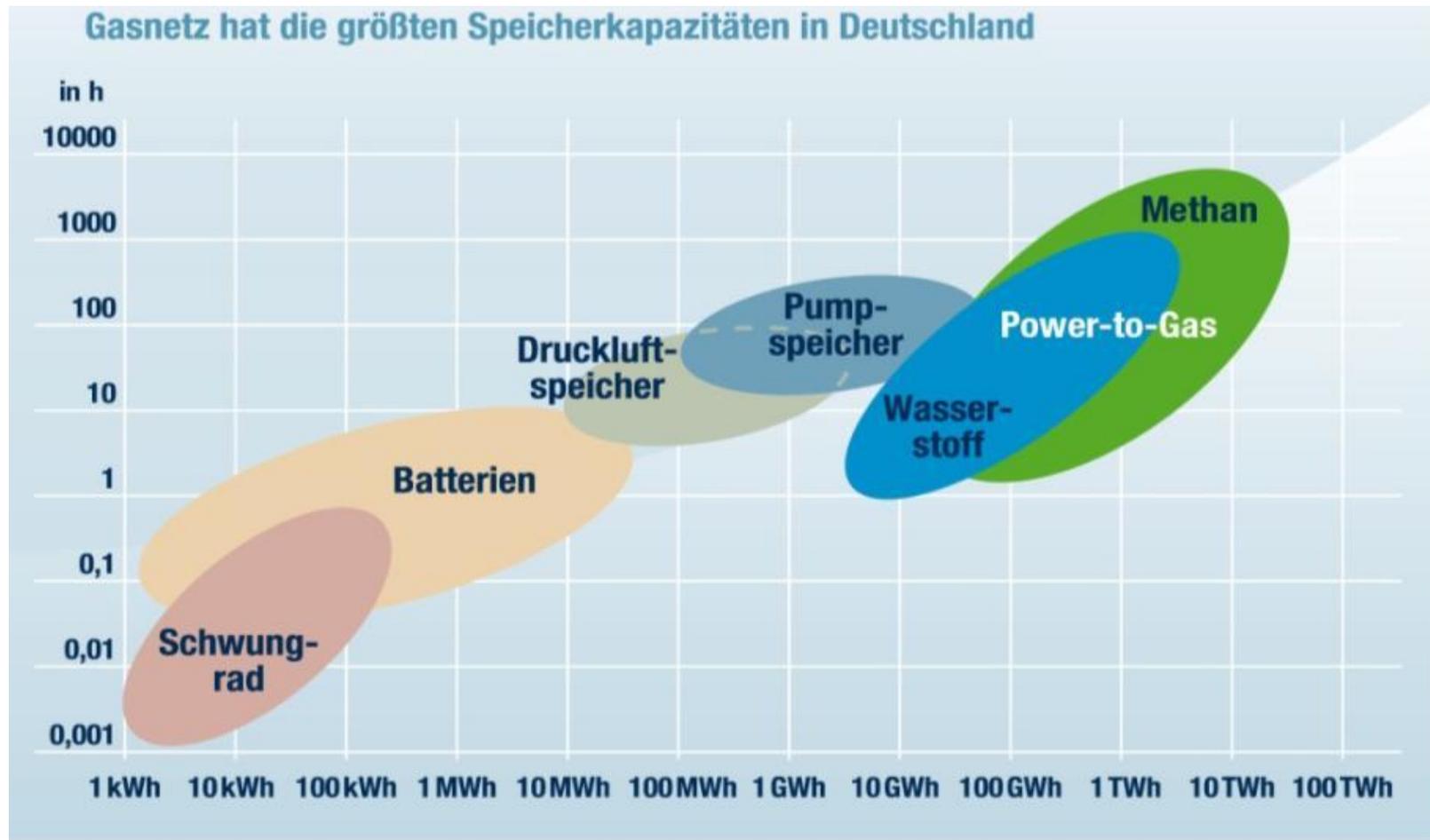
Gas aus erneuerbaren Quellen

Energieversorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung

Zusammenfassung



# Speichertechnologien



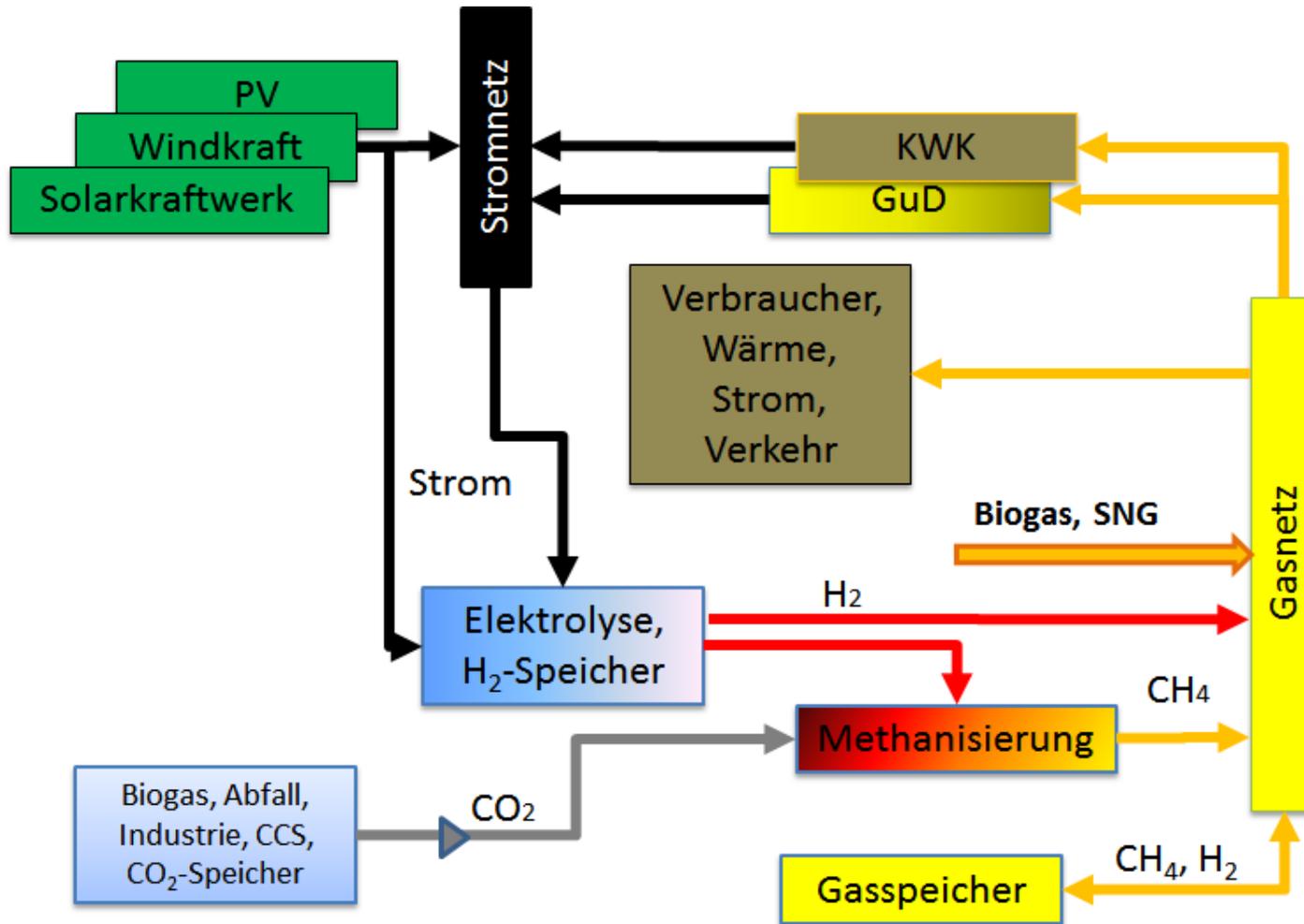


## Gasinfrastruktur

- 400.000 km Netzlänge
- 18 Mio. Wohnungen sind gasbeheizt (50% des Bestandes)
- Das Gasnetz transportiert ca. 1000 Mrd. kWh Energie jährlich. Das Stromnetz hingegen ca. 540 Mrd. kWh jährlich.
- 20 % der jährliche Gasmenge (217 Mrd. kWh) werden in 47 Untertagespeichern als Arbeitsgas vorgehalten. Diese Kapazität wird bis 2020 auf 30 % ansteigen; die Pumpspeicherwerke speichern 0,004 Mrd. kWh.
- Die rechnerischen Speicherreichweiten liegen beim Gas bei 2.000 h, beim Strom bei 0,6 h.
- Die Ukraine-Krise 2009 belegte das hohe Leistungsvermögen der deutschen Gasinfrastruktur – keine Versorgungsengpässe!



# Speicherung von Strom





# **Elektrolyse, Methanisierung**

## **Alkalische Elektrolyse**

Technologie mit **hoher Verfügbarkeit**, über mehrere Dekaden etabliert und bewährt.

Gemäß Herstellerangaben **intermittierenden Betrieb möglich** (Teillastbetrieb zwischen 20 – 100 %, Überlast bis 150 %) → Nutzung von Wärmeauskopplung.

**Atmosphärische Elektrolyse** mit **großen Leistungen** heute bereits verfügbar.

Erste **Druckelektrolyseure** (~ 30 bar Ausgangsdruck) sind verfügbar und weitere Anbieter planen Produkte für das Jahr **2013**.

## **PEM-Elektrolyse**

Neue noch bisher nur in **kleinen Leistungsspektren** verfügbare Technologie.

Technologie erlaubt intermittierenden als auch **Überlastbetrieb** bei entsprechender Auslegung der peripheren Komponenten (200 % Dauerbetrieb, 300 % Kurzzeitbetrieb)

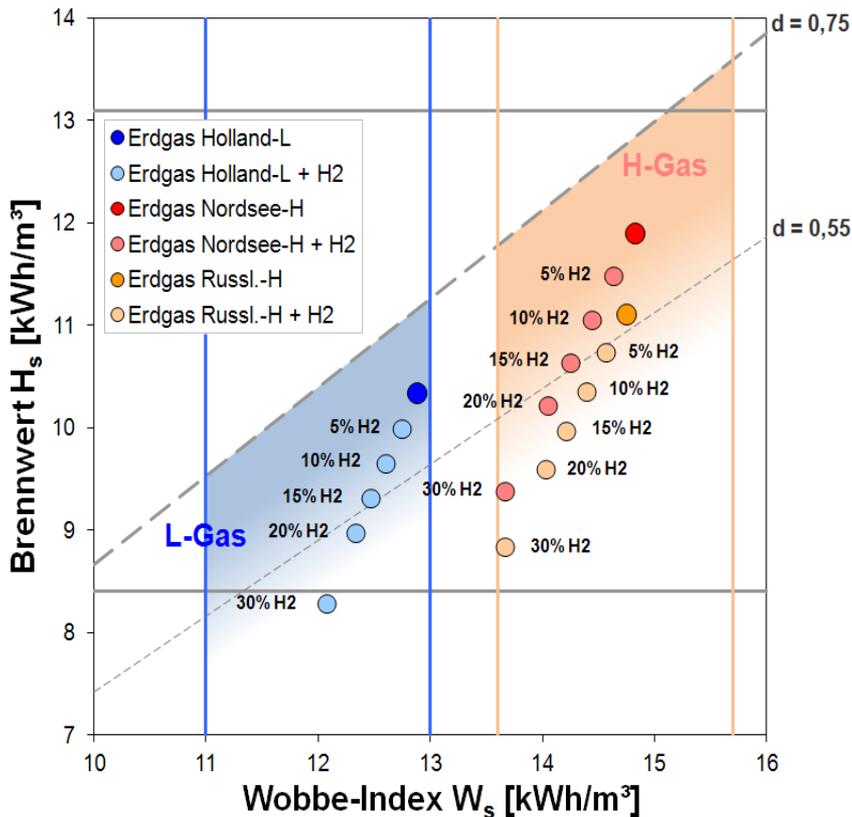
## **Methanisierung, Sabatier Prozess**

Die CO-Methanisierung ist **Stand der Technik**.

**Demonstrationsanlagen** für die CO<sub>2</sub>-Methanisierung (für CO-Methanisierung optimierte Festbettreaktoren) sind **im Bau** (z.B. Audi in Werlte).



# Gaskennwerte DVGW Arbeitsblatt G 260 und G 262



In Bezug auf Brennwert und Wobbeindex sind nach DVGW-Arbeitsblattes G 260 vergleichsweise hohe H<sub>2</sub>-Konzentrationen möglich.

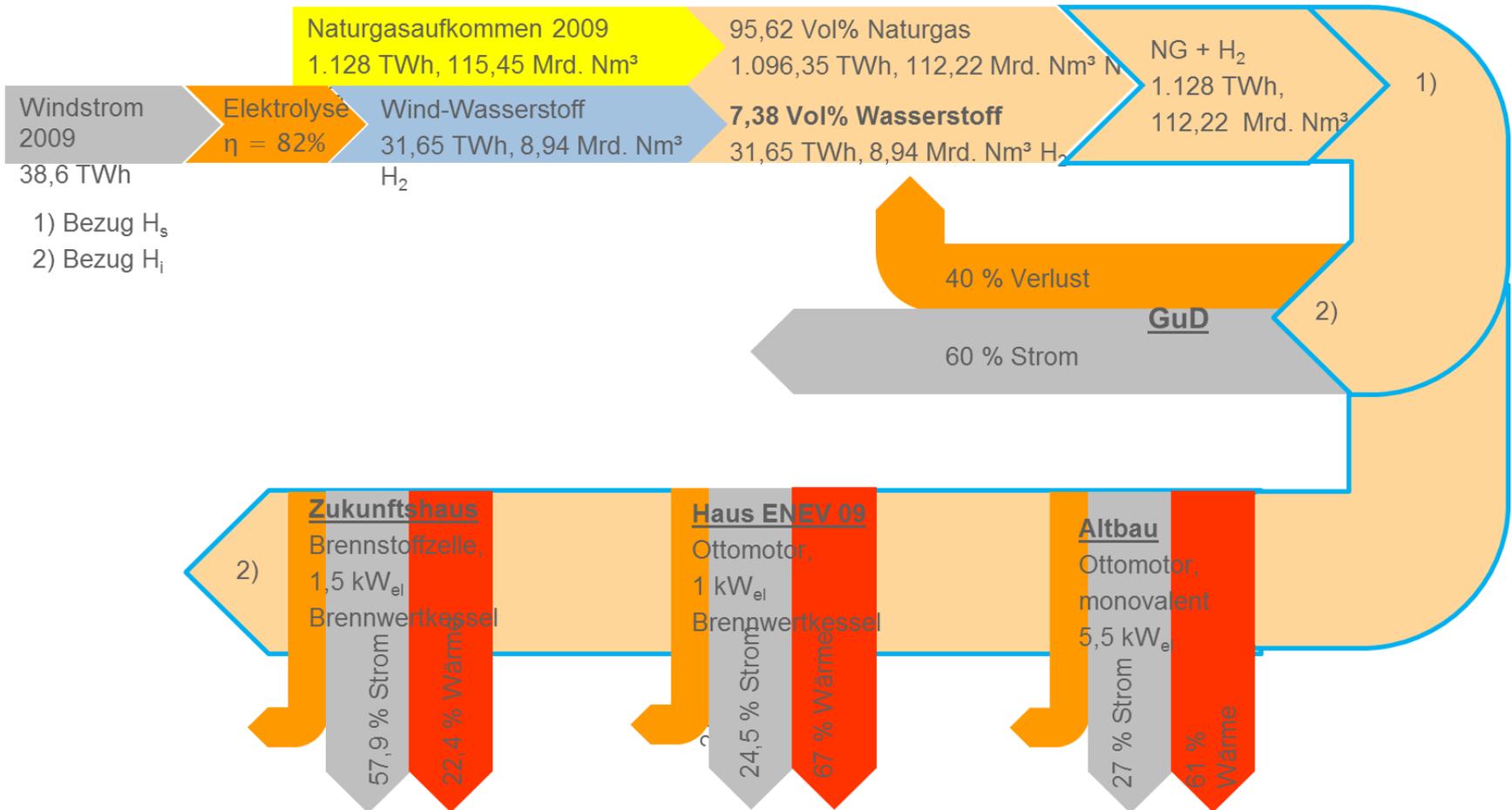
- Die Zumischungsgrenzen für den Brennwert liegen z. B. für Erdgas Holland-L bei 30 Vol.-% H<sub>2</sub>, sowie bei Russlandgas-H und Nordsee-H bei über 33 Vol.-% H<sub>2</sub>.
- Die Zumischungsgrenzen für den Wobbeindex liegen für Russland-H bzw. Nordsee-H bei 30 % Vol.-% H<sub>2</sub>.

In dem Arbeitsblatt DVGW G 262 ist aufgeführt,

„dass ein Wasserstoffgehalt in einstelligem Prozentbereich im Erdgas in vielen Fällen unkritisch ist“.



# ➤ Gesamter Windstrom 2009 als H<sub>2</sub> ins Erdgasnetz



- 1) Bezug H<sub>s</sub>
- 2) Bezug H<sub>i</sub>

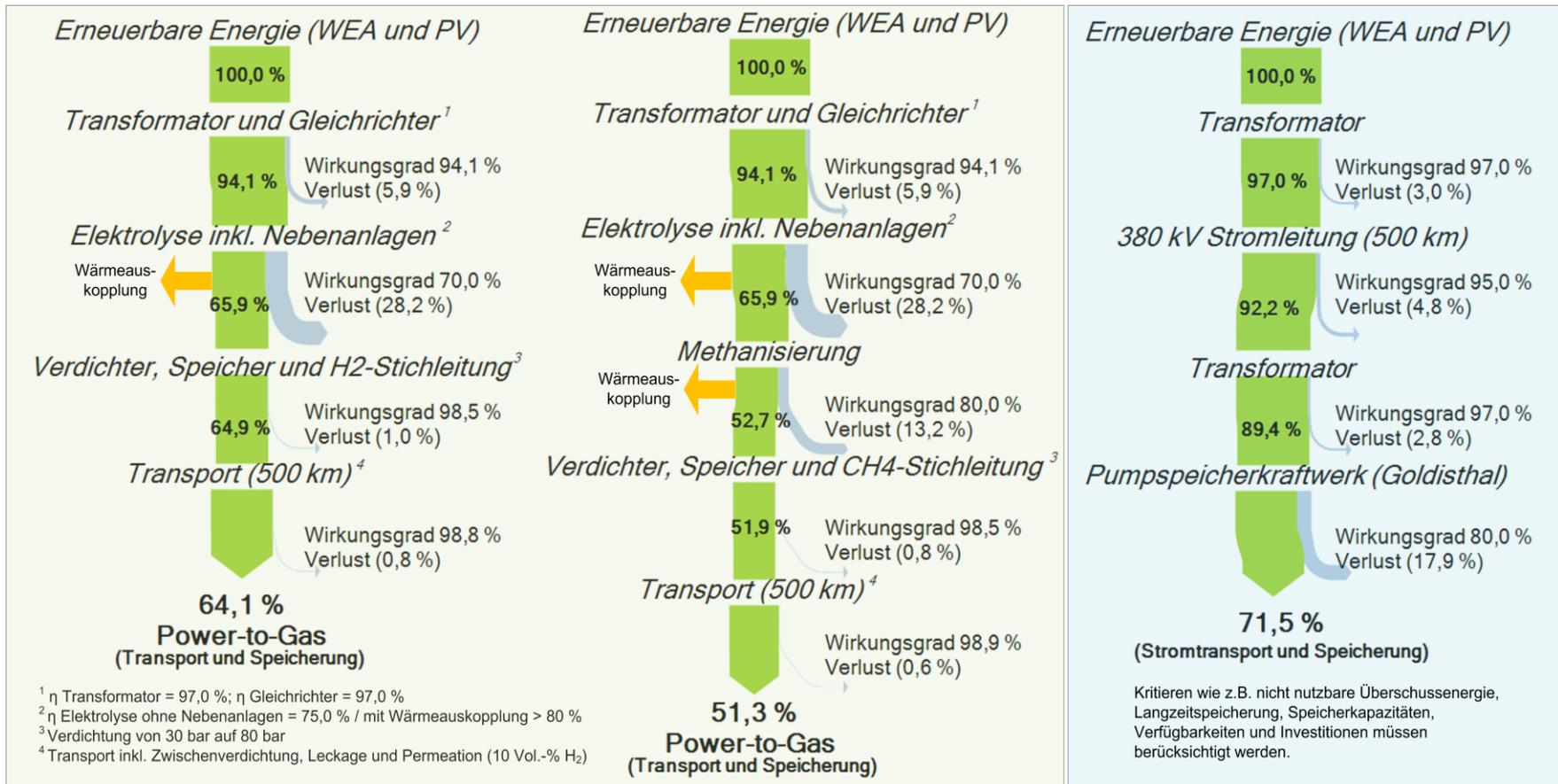


# Effizienz der Speicherungen

## Wasserstoffeinspeisung

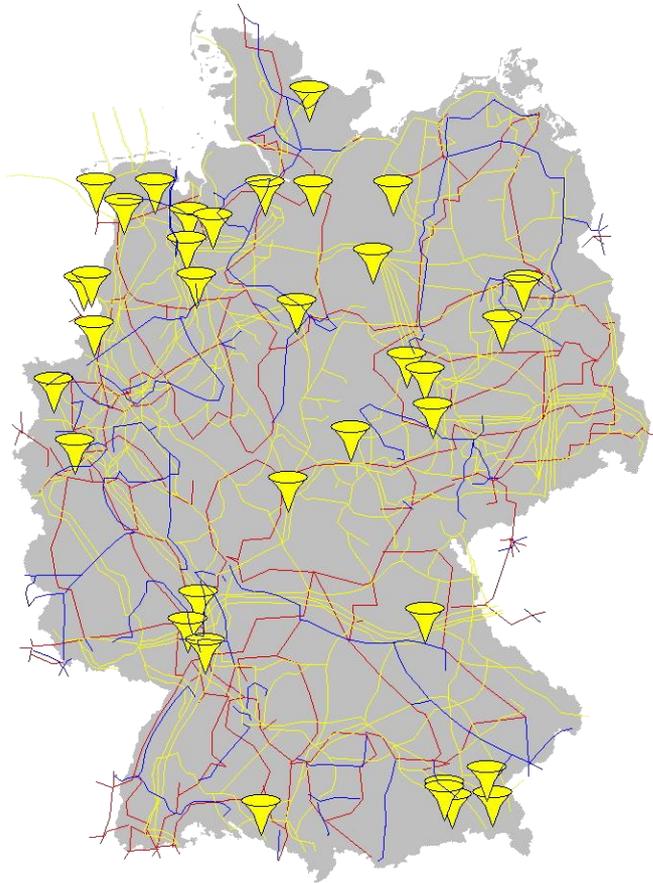
## Methaneinspeisung

## Pumpspeicherkraftwerk

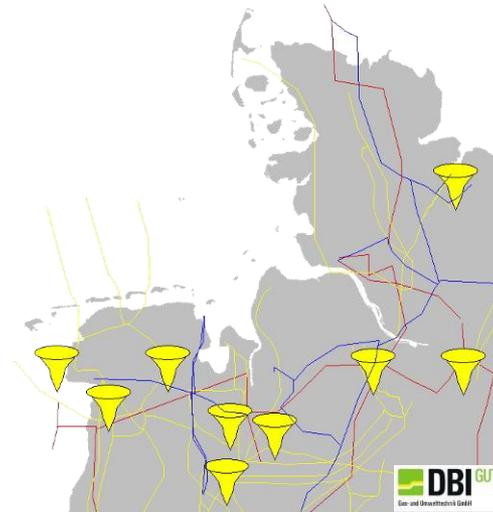




# Die Schnittpunkte der Transportnetze Erdgas und Strom eignen sich als Standorte für die Produktion und Einspeisung von Wasserstoff.



-  Erdgasspeicher
-  Erdgastransportnetz > 60 bar
-  Stromnetz 220 kV
-  Stromnetz 380 kV





# Agenda

Politische Zielvorgaben

Status in Deutschland

Gasnetz als Stromspeicher

**Gas aus erneuerbaren Quellen**

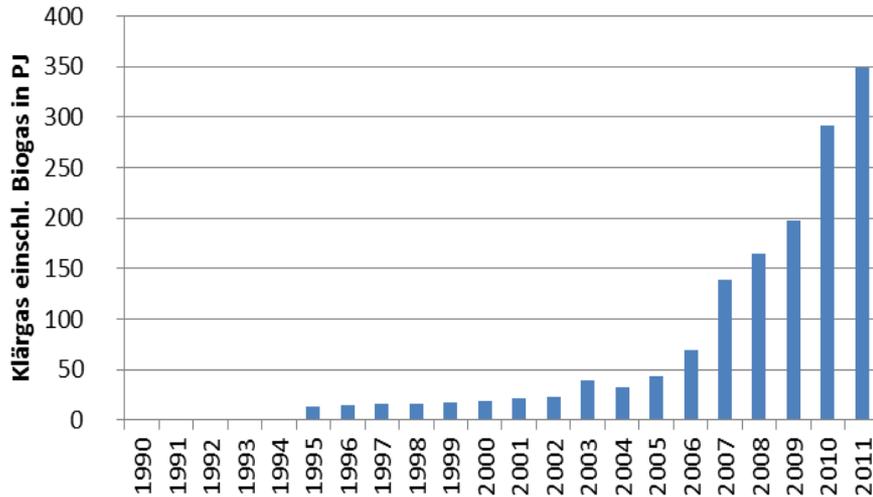
Energieversorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung

Zusammenfassung

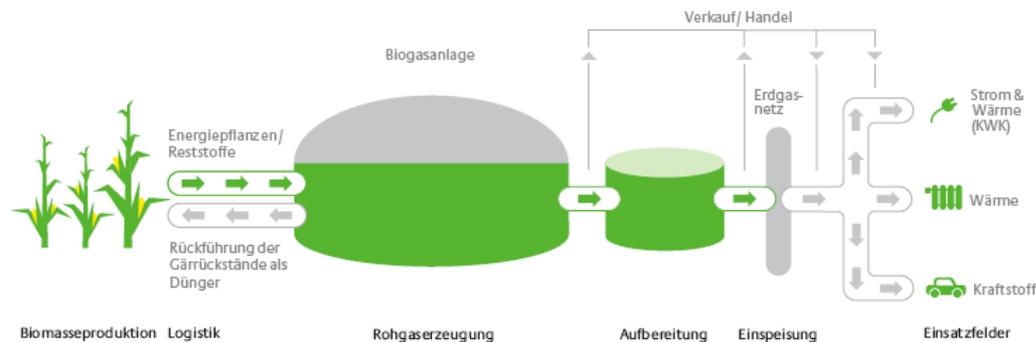
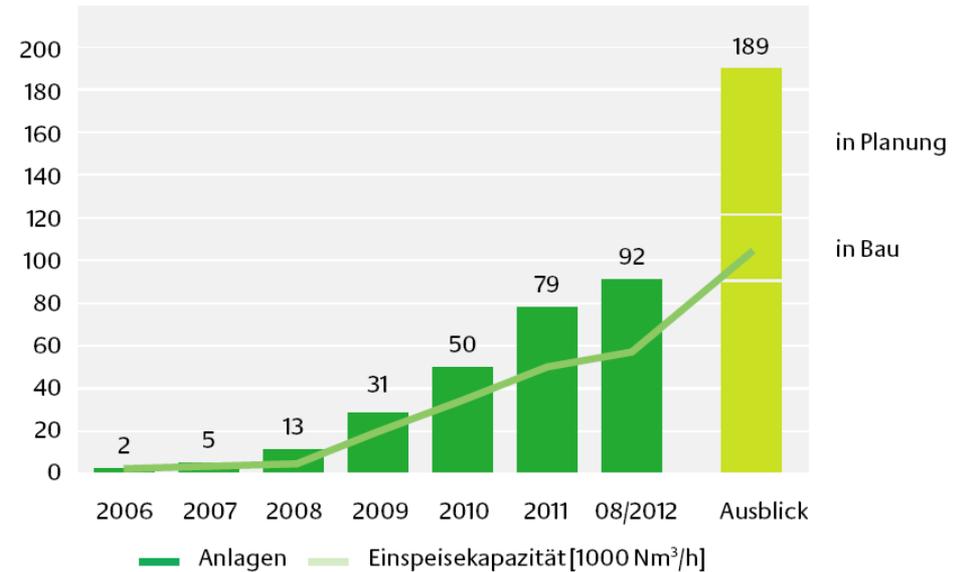


# Einspeisung von Gas aus erneuerbaren Quellen

## Klärgas mit Biogas



## Biomethan





# Agenda

Politische Zielvorgaben

Status in Deutschland

Gasnetz als Stromspeicher

Gas aus erneuerbaren Quellen

**Energieversorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung**

Zusammenfassung



# Rückverstromung

- **Gas- und Dampfkraftwerke**
- **Gasturbinen KW**
- **Dezentrale KWK-Systeme mit intelligenter Abwärmenutzung**

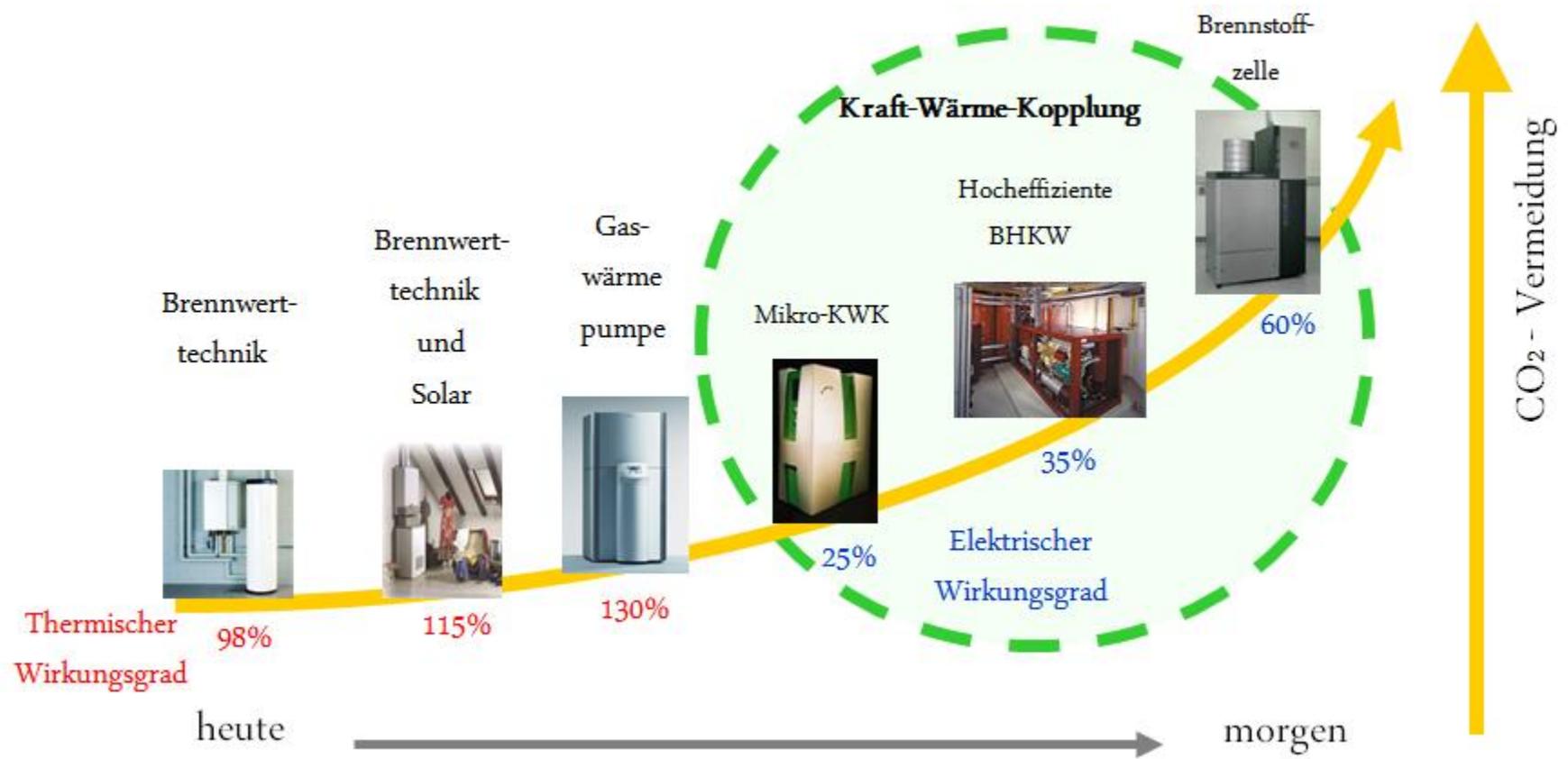
Daraus entwickeln sich die neuen Anforderungen an die Kraft-Wärme-Kopplung

- Stromoptimierte Fahrweise zur Ausregelung der regenerativen Stromquellen, Integration in Smart Grid Systeme
- Intelligente Abwärmenutzung mit Substitution heutiger Stromanwendungen
- Stromerzeugung mit vergleichbarem elektrischen Wirkungsgraden wie Gaskraftwerke





# Die Kraft-Wärme-Kopplung mit Gas ist eine strategische Option mit hohen Gesamteffizienzen. Brennstoffzellen sind dabei die Spitzentechnologie.



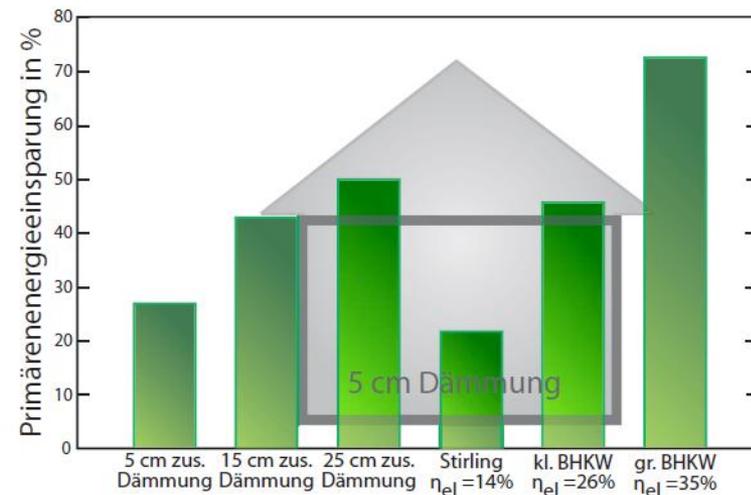
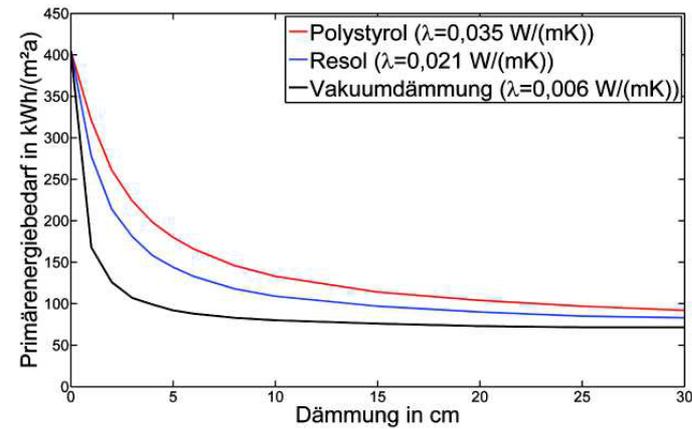
# ➤ Gebäudedämmung vs. Kraft-Wärme-Kopplung

Mit zunehmender Senkung der Transmissionsverluste gewinnen die Lüftungswärmeverluste an Bedeutung.

Eine zusätzliche Dämmung erzielt kaum noch Wirkung.

Zusätzlich Primäreinsparungen werden durch die KWK erreicht. Entscheidend ist ein hoher elektrischer Wirkungsgrad.

Die Forschungen laufen weiter.





# Agenda

Politische Zielvorgaben

Status in Deutschland

Gasnetz als Stromspeicher

Gas aus erneuerbaren Quellen

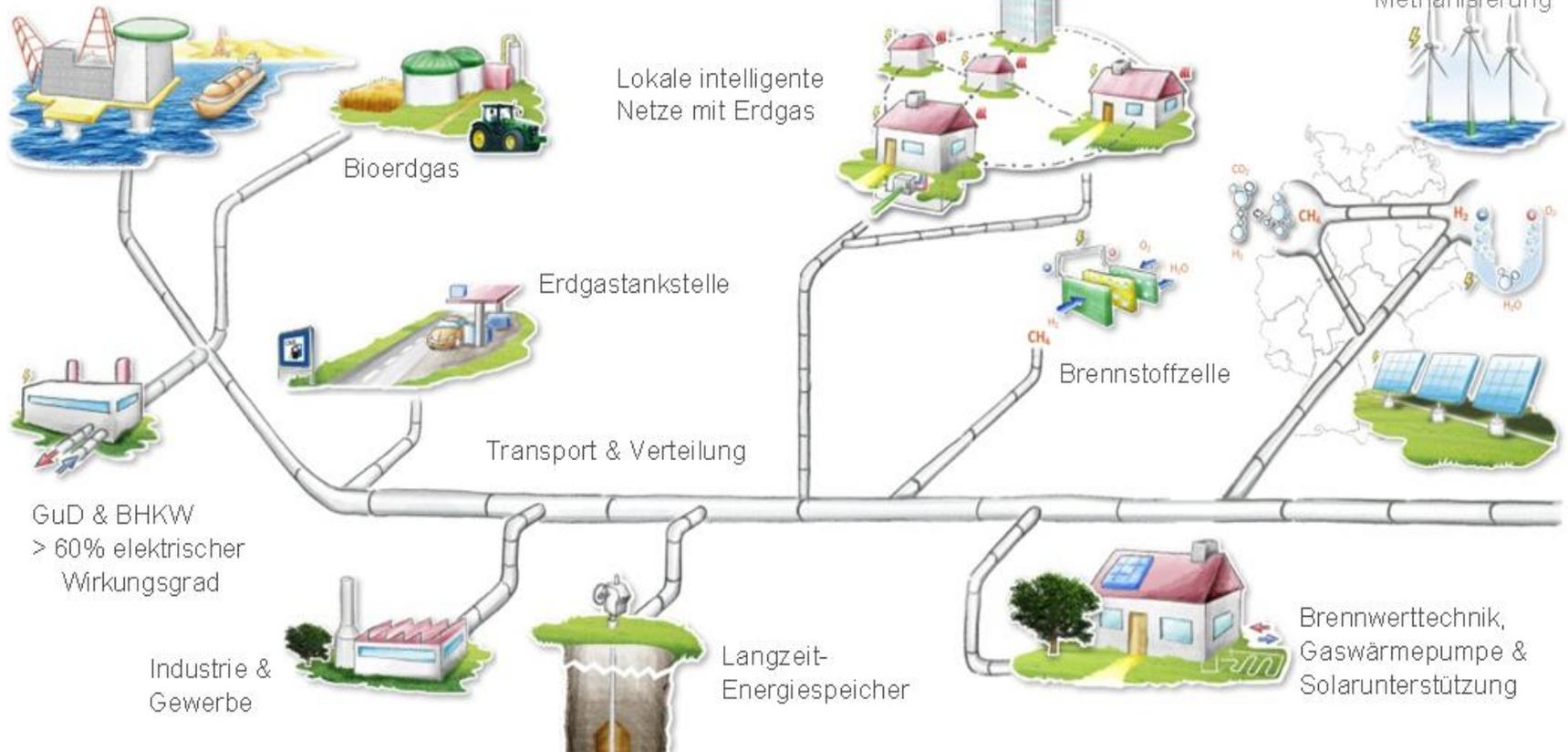
Energieversorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung

**Zusammenfassung**



# Gasinfrastruktur

Diverse Erdgasquellen  
Deckung des Bedarfs für mind. 250 Jahre



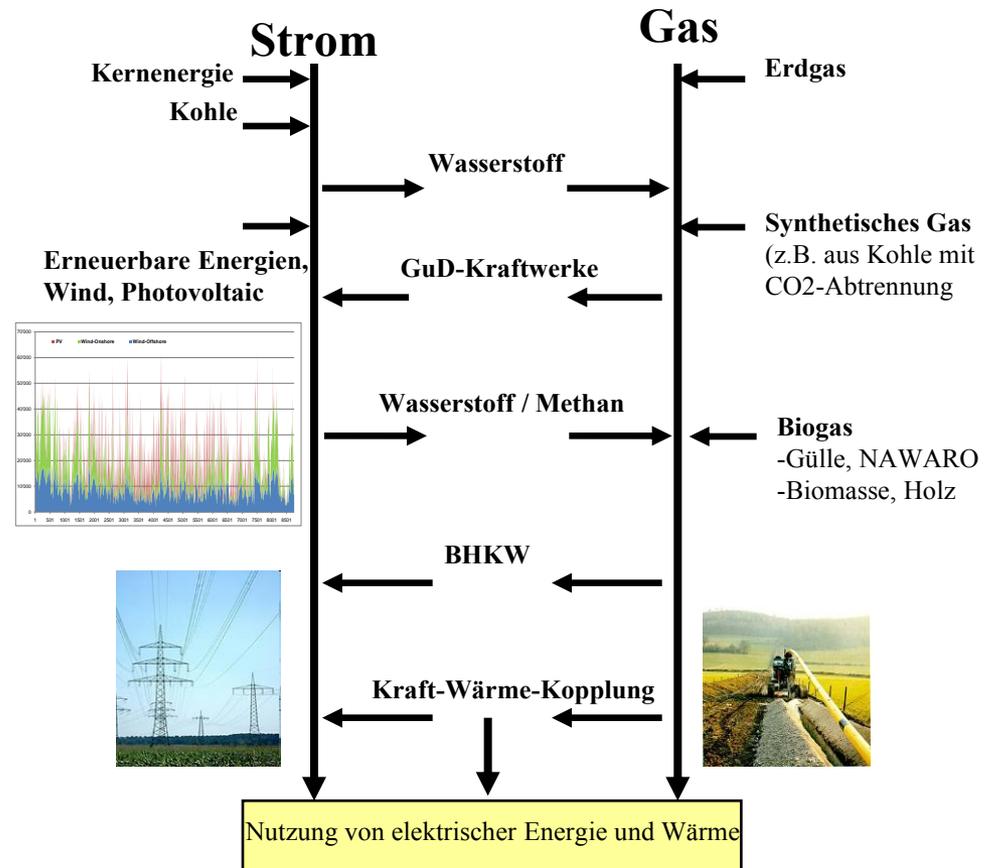
# ➤ Energieversorgung durch Gas und Strom

Das Gasnetz ist schon weit ausgebaut und ist per Definition ein Energiespeicher und Energieverteiler.

Durch **Verbund beider Energienetze** auf mehrere Ebenen in beide Richtungen kann man mit schon geprüfter Technologie ein **effizientes, robustes und volkswirtschaftlich günstiges Energieversorgungs-system** schaffen.

Durch die weitere **Ausbau und Einspeisung von Biogas** wird Gas als Energieträger noch umweltfreundlicher und attraktiver.

Diese Ansätze werden vom **Bundeswirtschaftsministerium (BMWi)** und **Bundesumweltministerium (BMU)** **begrüßt** und sind durch den Projekte der DVGW Innovationsoffensive abgedeckt.



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**  
*Thank you for your attention*

→ Prof. Dr.-Ing. Klaus Heikrodt  
**DVGW** Deutscher Verein des  
Gas- und Wasserfaches e. V.  
[www.dvgw.de](http://www.dvgw.de)

→ **BDH**  
[www.bdh-koeln.de](http://www.bdh-koeln.de)



**BDH**

Bundesindustrieverband Deutschland  
Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.

**ISH**