



# **„Möglichkeiten und Potenziale zur Energiespeicherung in Gasnetzen“**

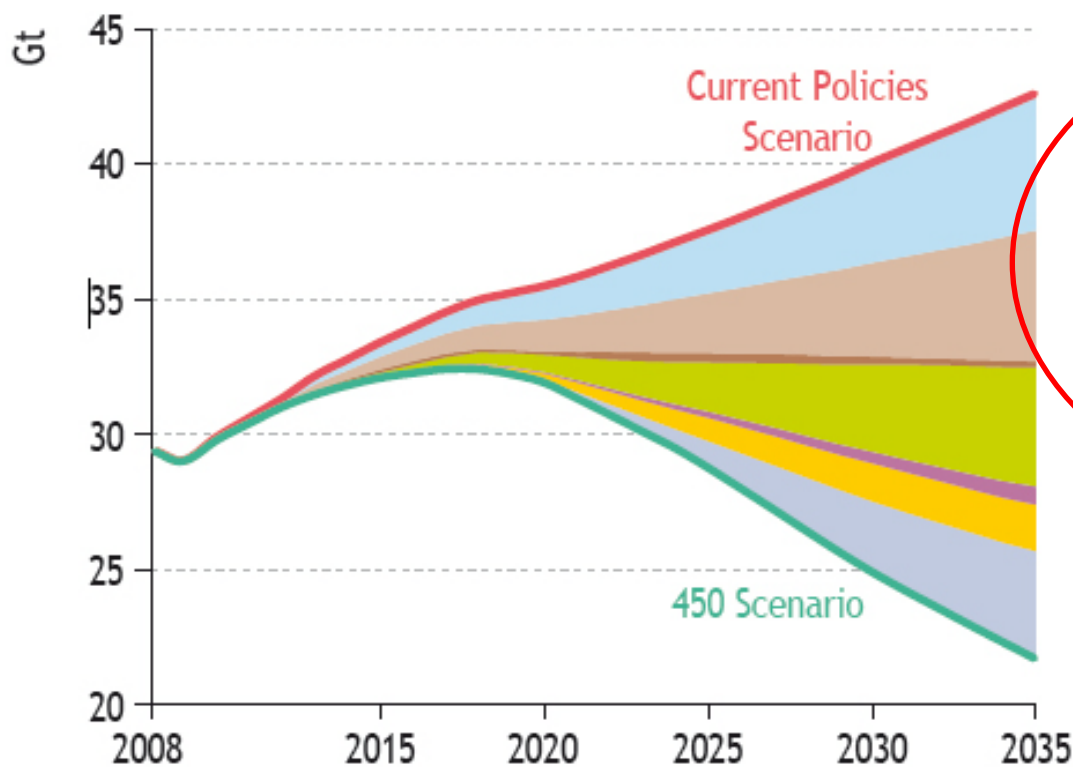
**Dr.-Ing. Bernhard Klocke,  
GELSENWASSER AG**

## Gliederung

- **Das energiewirtschaftliche Umfeld**
- **Konzeptentwicklung**
- **Die DVGW-Innovationsoffensive**
- **Neue Ergebnisse**

## Weltweite Energie bezogene CO<sub>2</sub>-Emissionen

### Verschiedenen Mittel zur Erreichung des 450 Szenarios

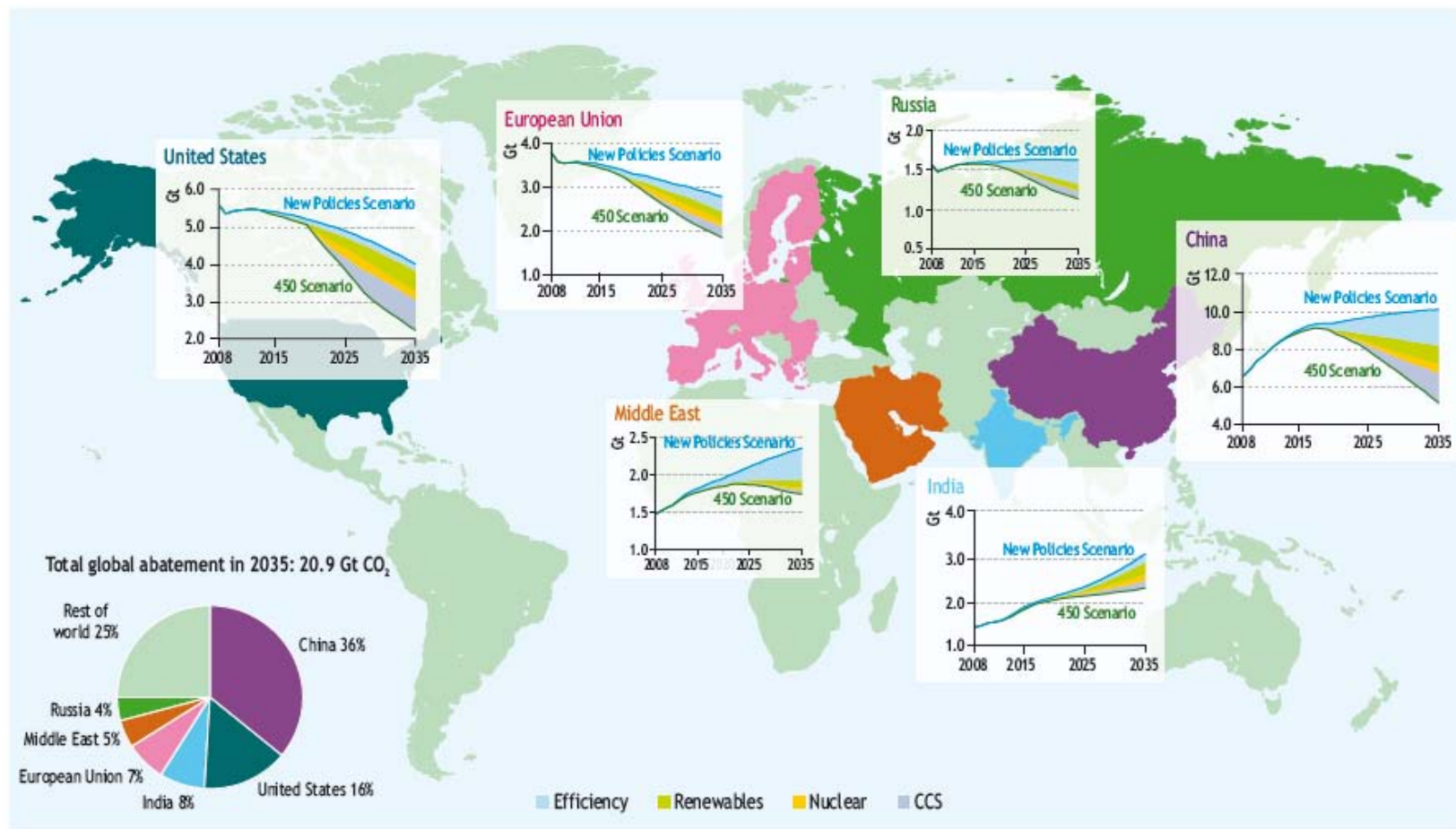


	Abatement		
	2020	2030	2035
Efficiency	71%	49%	48%
End-use (direct)	34%	24%	24%
End-use (indirect)	33%	23%	23%
Power plants	3%	2%	1%
Renewables	18%	21%	21%
Biofuels	1%	3%	3%
Nuclear	7%	9%	8%
CCS	2%	17%	19%
<b>Total (Gt CO<sub>2</sub>)</b>	<b>3.5</b>	<b>15.1</b>	<b>20.9</b>

Quelle: World-Energy Outlook 2010, www.iea.org

# Weltweite Energie bezogene CO<sub>2</sub>-Emissionen

## Verschiedene Pfade zur Erreichung des 450 Szenarios



Quelle: World-Energy Outlook 2010, www.iea.org

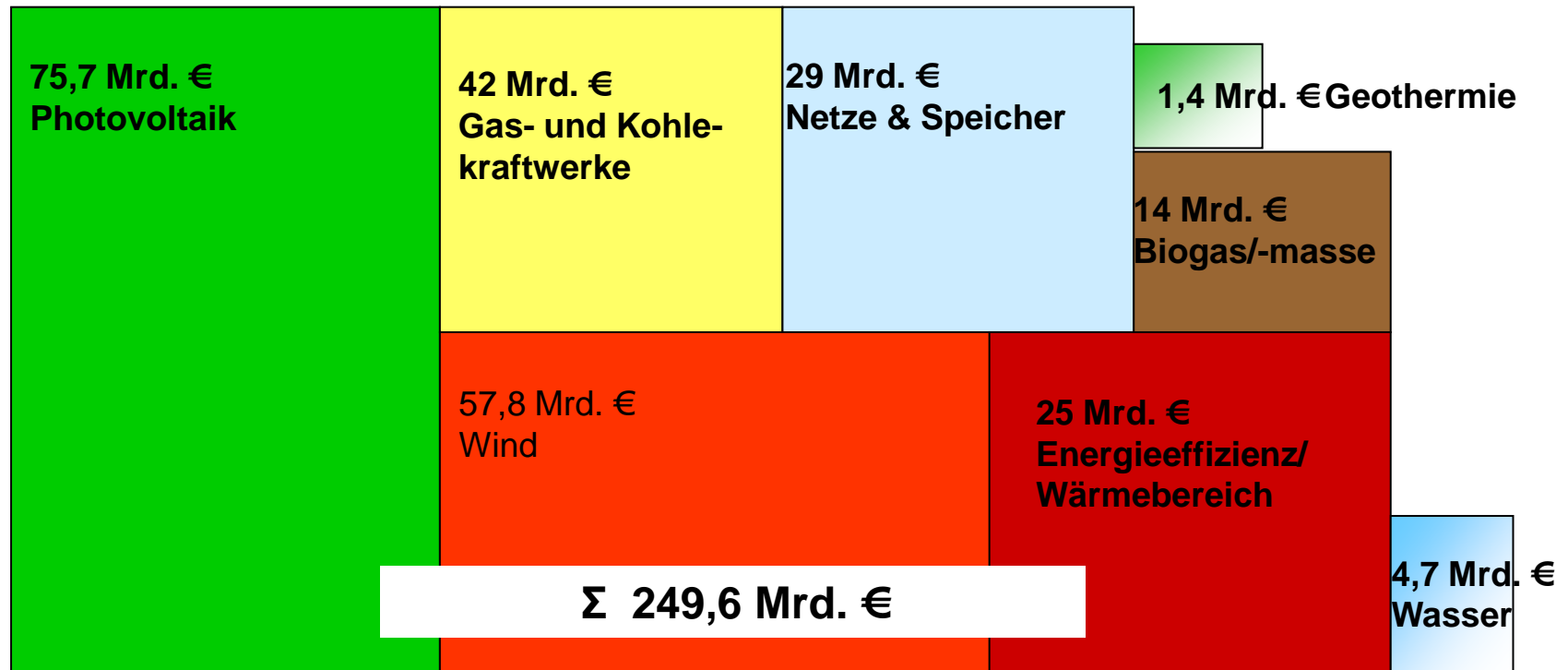
The boundaries and names shown and the designations used on maps included in this publication do not imply official endorsement or acceptance by the IEA.

## Auswahl energiepolitischer Ziele der Bundesregierung (2010):

- **Reduktion des Stromverbrauchs um 10% bis 2020, 25% bis 2050 gegenüber 2008**
- **Steigerung des Anteils der Erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch auf 18% bis 2020, 60% bis 2050**
- **Steigerung des Anteils der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf 35% bis 2020, 80% bis 2050**
- **Beschleunigung des Ausbaus der installierten Leistung der Offshore-Windenenergie auf 25 GW bis 2030**
- **Beschleunigter Ausbau der (Strom-)Netzinfrastruktur**
- **1 Mio. Elektrofahrzeuge in Deutschland bis 2020, 5 Mio. bis 2050**

# Die Energiewende und ihre Folgen

## Investitionen für die Energiewende bis 2022



Quellen: Handelsblatt v. 27.7.2011/Trendsearch/DENA/KfW

## Alle schreien nach Energieeffizienz



- Diese Kinder werden höchstwahrscheinlich die Temperaturerhöhung im Jahr 2100 erleben
- und die Rechnungen dafür bezahlen

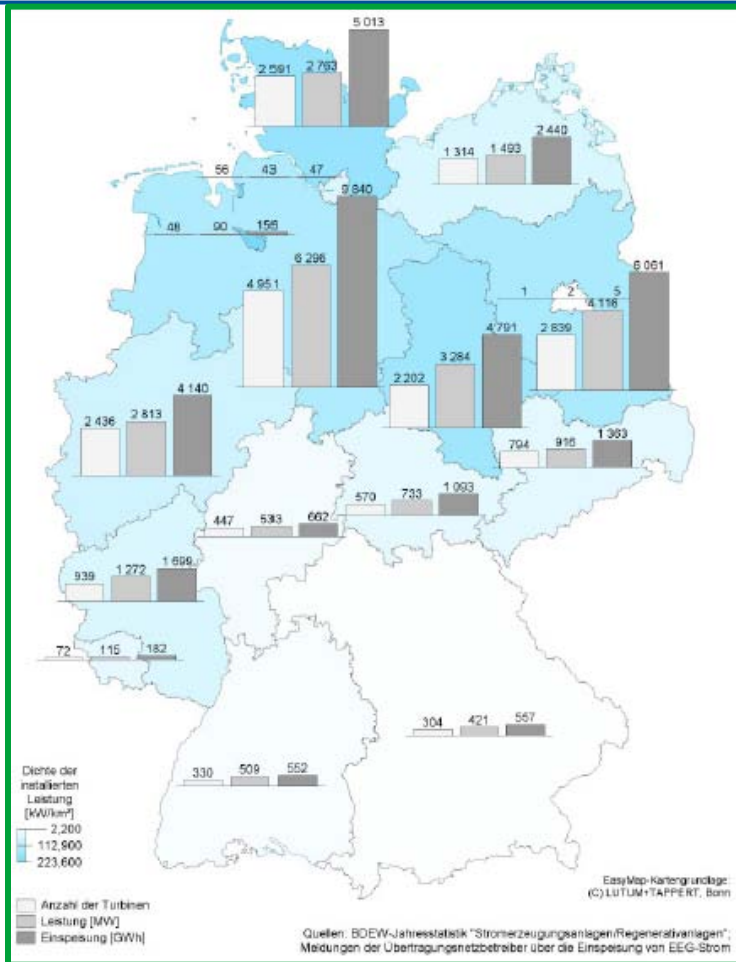
## Gliederung

- **Das energiewirtschaftliche Umfeld**
- **Konzeptentwicklung**
- **Die DVGW-Innovationsoffensive**
- **Neue Ergebnisse**



# Ausbau in den Übertragungsnetzen

## Nutzung der Windenergie 2009

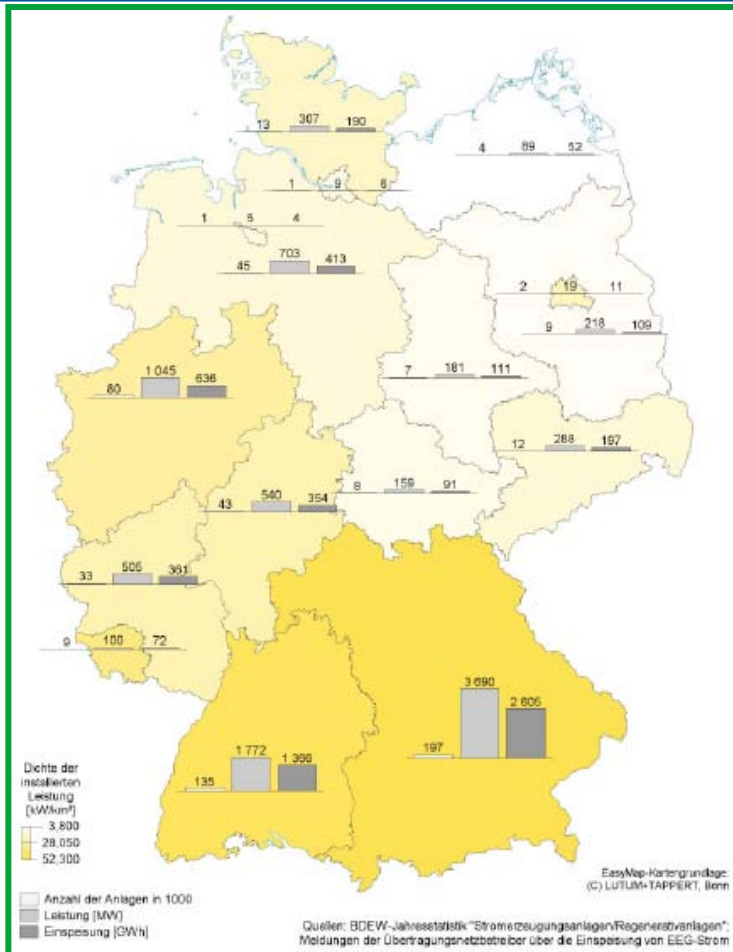


- Dena Netzstudie II: Zubau auf Übertragungsebene von 2015 bis 2020 ca. 3.600 km  
➡ Freileitungen sind kostengünstigste Variante (~ 0,946 Mrd. €/a)
- Voraussetzung ist die Umsetzung der dena Netzstudie I ➡ Zubaubedarf auf Übertragungsebene von 2005 bis 2015 ca. 850 km (bislang realisiert 90 km)
- Genehmigungsverfahren (zurzeit ca. 10 Jahre) müssen beschleunigt werden, um Übertragungsnetze schneller auszubauen.
- Netzausbau muss europäisch erfolgen  
➡ Eine stärkere Kooperation mit den Nachbarländern ist erforderlich!

Quelle: BDEW

## Ausbau in den Verteilnetzen

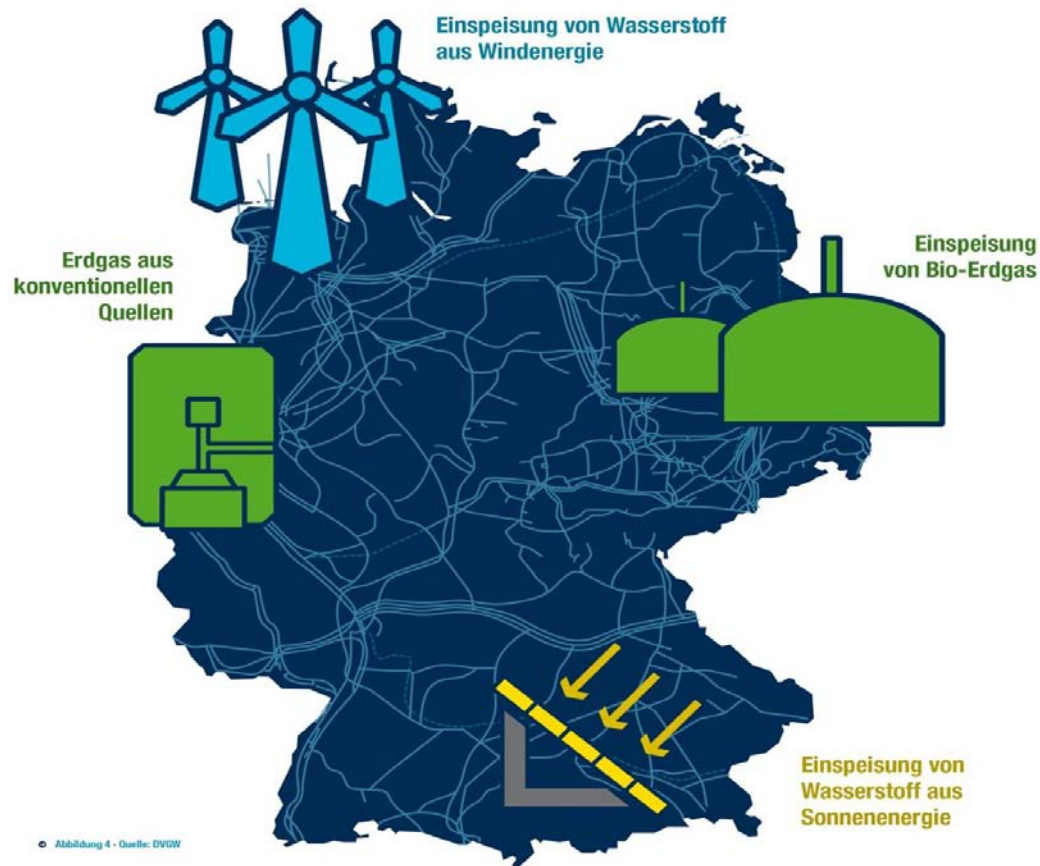
### Nutzung der Photovoltaik 2009



- Neben der Übertragungsnetzebene ist ein Ausbau der Verteilnetze unumgänglich!
  - Wachsender Anteil von Photovoltaik „drückt“ von unten in die übergeordneten Netzebenen
  - Verteilnetze haben mehr Aufgaben als früher, sind intelligent zu gestalten und der Schlüssel für ein zukunftsfähiges Energiesystem.
- Bis 2020 sind Investitionen von 10 bis 27 Mrd. € zum Ausbau der Verteilnetze notwendig (je nach Szenario, ohne Berücksichtigung der Kosten für Smart Grid-Komponenten).

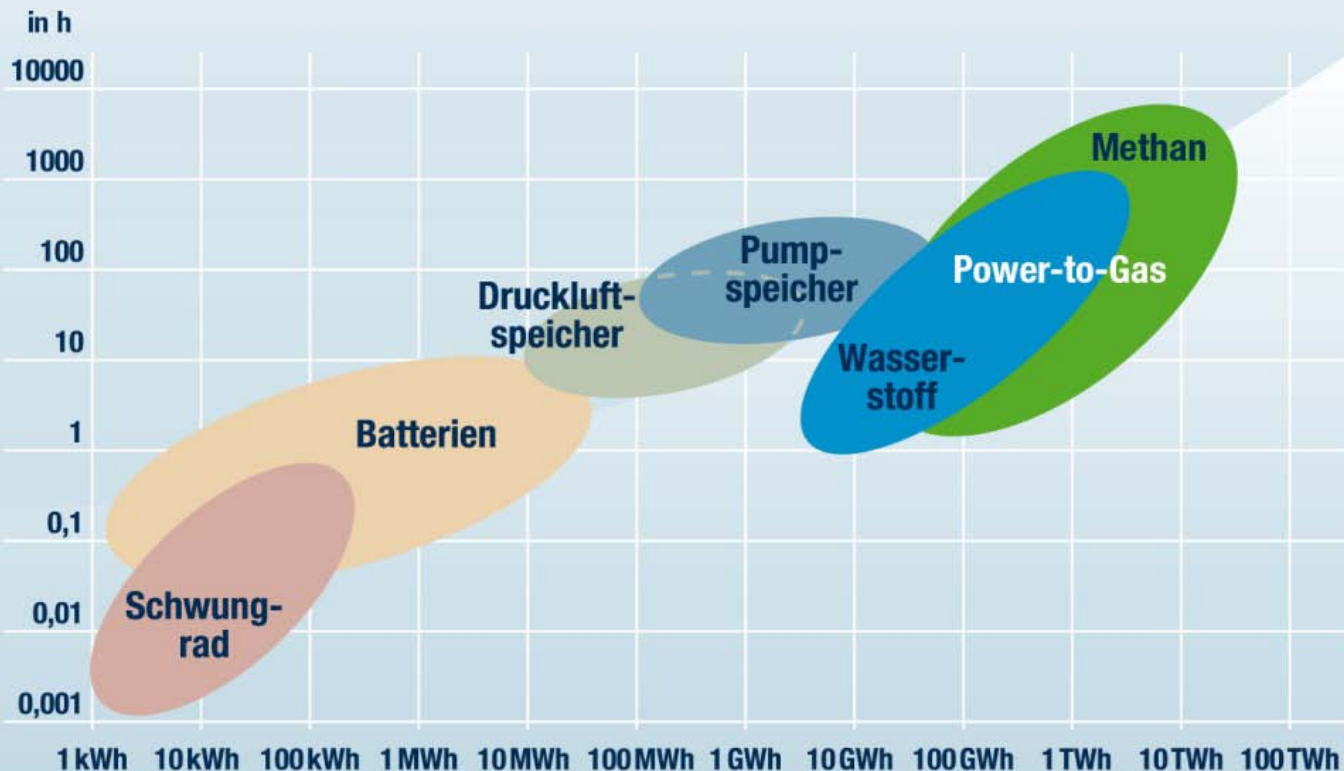
Quelle: BDEW

## Das Gasnetz der Zukunft – ein Sammelsystem: Erdgas, Bio-Erdgas, Gas aus Wind und Sonne



# Speichertechnologien im Vergleich

Gasnetz hat die größten Speicherkapazitäten in Deutschland



## Wasserstoff kann in das Gasnetz eingespeist werden

Das Arbeitsblatt G 260 wird überarbeitet

### Notwendige Speicherung von 10 % des Windstroms bei einer durchschnittlichen Tagesproduktion

**Januartag 2030:** Produktion ca. 1 TWh → Speicherbedarf = 100 GWh  
**Junitag 2030:** Produktion ca. 0,24 TWh → Speicherbedarf = 24 GWh

	Elektroauto „V2G“	Pumpspeicher „Goldisthal“	Wasserstoff-Elektrolyseur
Speicherkapazität	30 kWh/PKW	8,5*10 <sup>6</sup> kWh/PSKW	5 kWh/m <sup>3</sup> H <sub>2</sub>
Aufnahmeleistung	4 - 6 kW/PKW	500 MW/PSKW	5 MW/E-Einheit**
	↓	↓	↓
<b>Januartag</b>	4,2 Mio. PKW *	ca. 12 PSKW * (Goldisthal, Füllstand 0%)	ca. 830 Elektrolyseure* 20 Mio. m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> (5,3% Zumischung)
<b>Junitag</b>	1 Mio. PKW *	ca. 6 PSKW *	ca. 200 Elektrolyseure* 4,8 Mio. m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> (2,8% Zumischung)

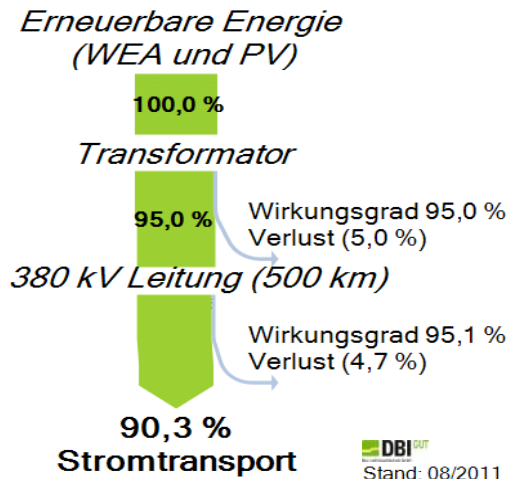
\* Einheiten, die während des gesamten Tages am Netz verfügbar sein müssen (PKW-Verfügbarkeit 80%)

\*\* angenommene Elektrolyseur-Beispielanlage



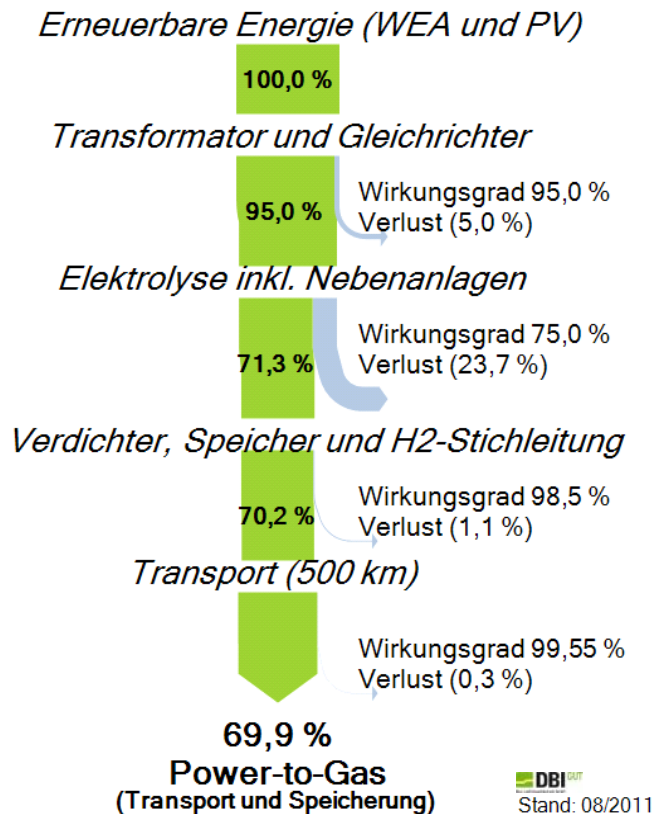
## Wirkungsgrade

### Stromtransport

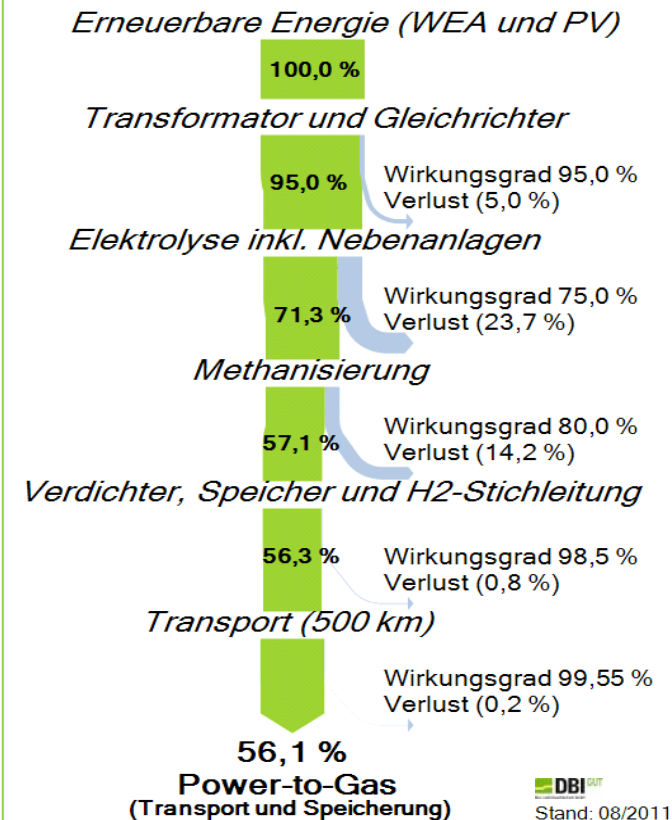


Quelle: DBI GUT GmbH

### Power-to-Gas „H<sub>2</sub>“



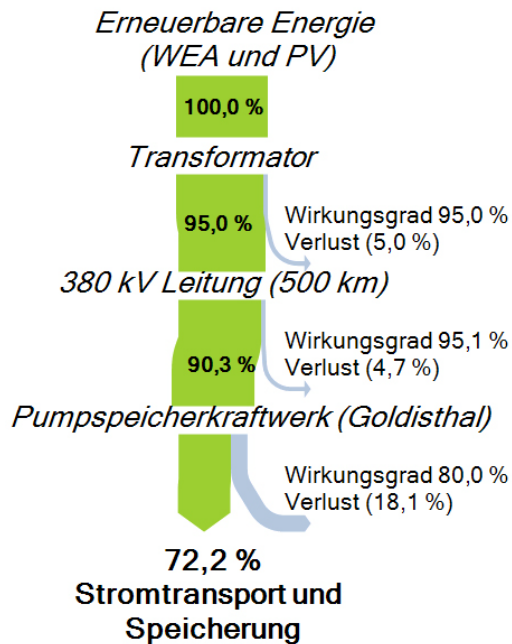
### „Power-to-Gas CH<sub>4</sub>“



**Strompfad hat erst im Ferntransport Effizienzverluste; Wasserstoffzumischung effizienter als Methanisierung, Methan als Multitalent für Transport und Speicher**

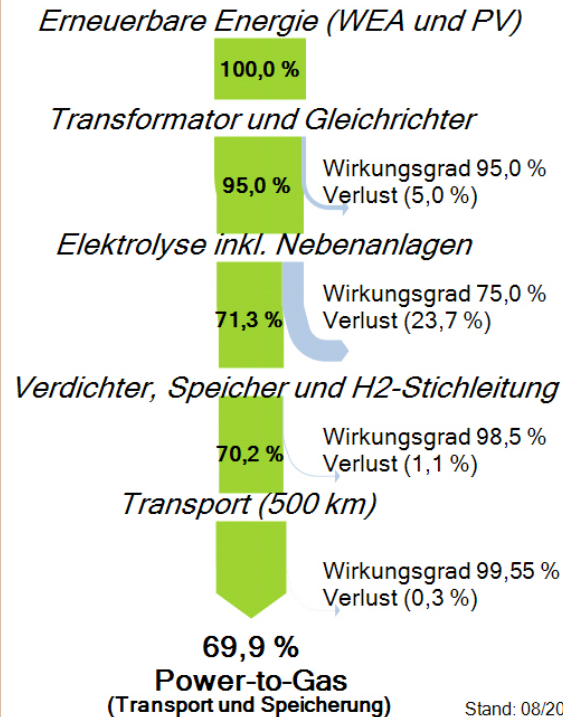
## Wirkungsgrade

### Stromtransport



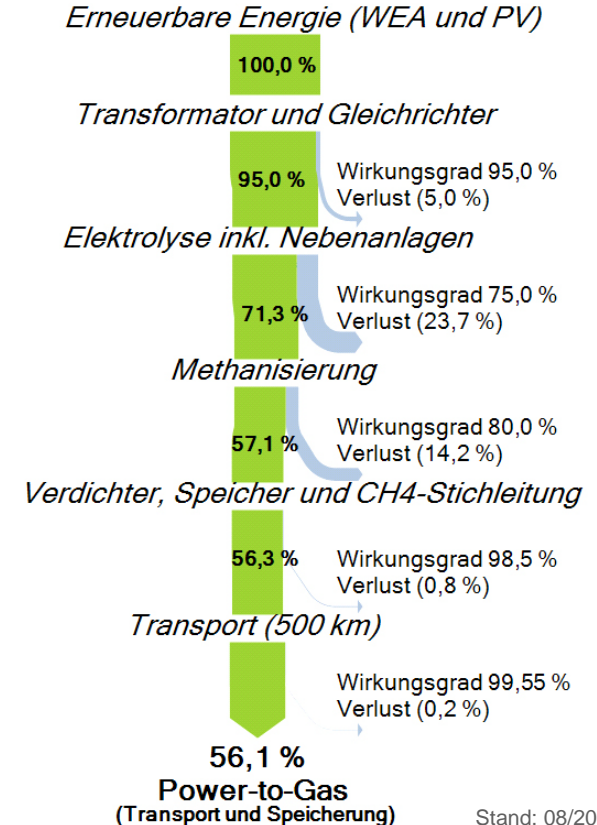
Stand: 09/2011

### Power-to-Gas „H<sub>2</sub>“



Stand: 08/2011

### „Power-to-Gas CH<sub>4</sub>“



Stand: 08/2011

Quelle: DBI GUT GmbH



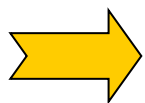
**Zwischenspeicherung im Strompfad erhöht die Effizienzverluste!**

## Gas (Erdgas, Biogas, Wasserstoff, Methan)

ist ein wesentlicher Bestandteil eines zukünftigen Energiesystems

### Die 4 Kernelemente sind:

1. Biogas als grundlastfähige regenerative Energie
2. Aufnahme und Speicherung von Wasserstoff und Methan im Gasnetz zur Stabilisierung der Stromnetze
3. Stromgeführte Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit hoher Effizienz zur Ausregelung von Windenergie und Photovoltaik
4. Intelligente Nutzung der Abwärme aus dezentraler KWK



**Reduktion des Ausbaus von Strom-Transittrassen  
Vollständige Nutzung des regenerativen Stroms**

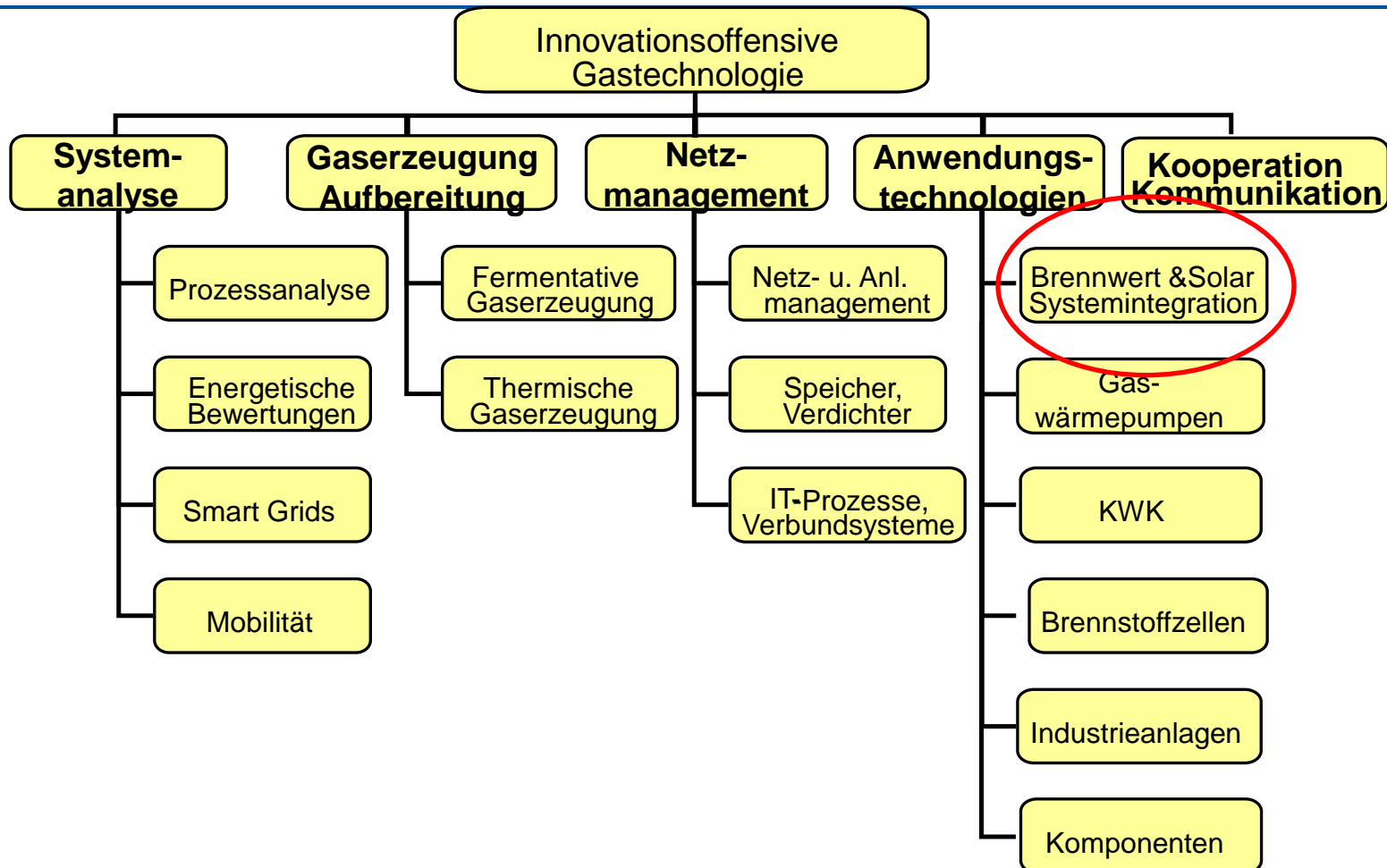


## Gliederung

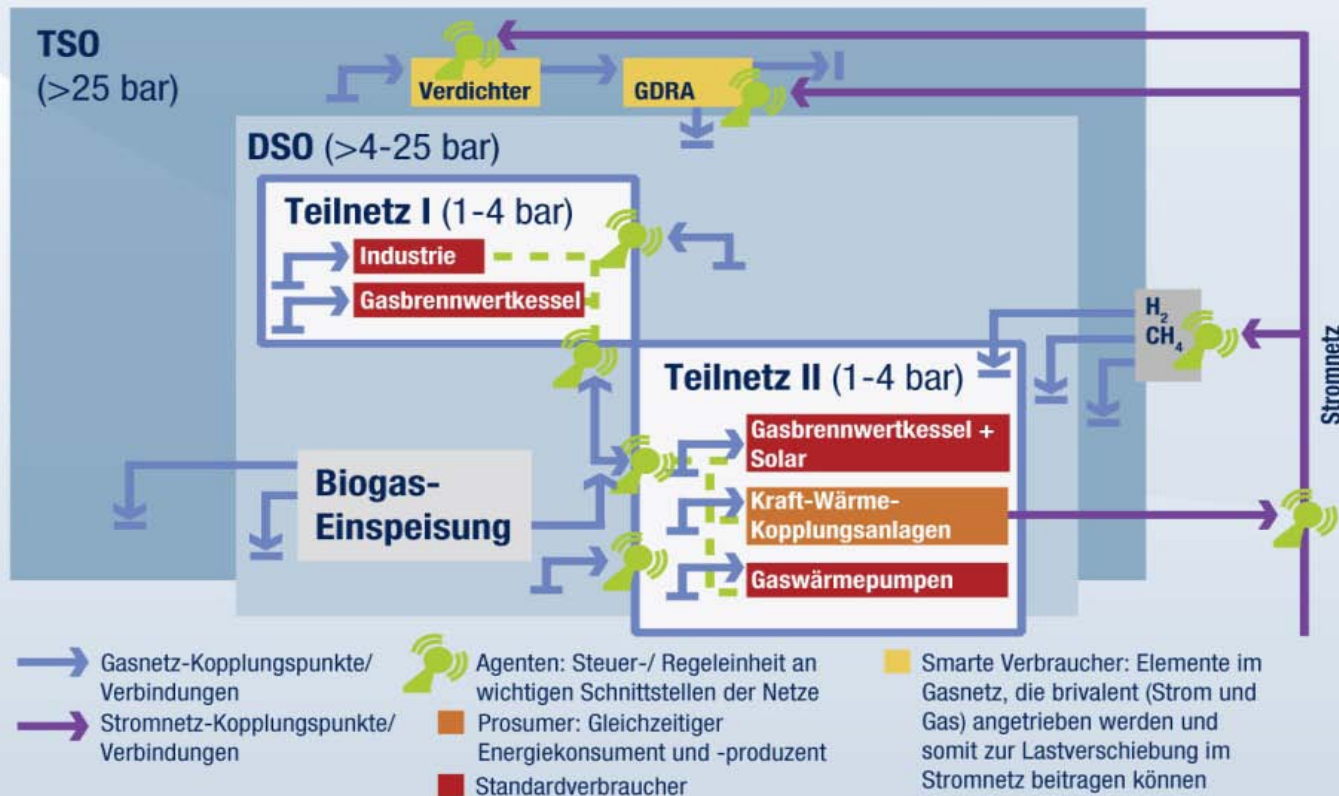
- Das energiewirtschaftliche Umfeld
- Konzeptentwicklung
- Die DVGW-Innovationsoffensive
- Neue Ergebnisse

## Die DVGW-Innovationsoffensive

ist technologisch umfassend und wirkt integrativ

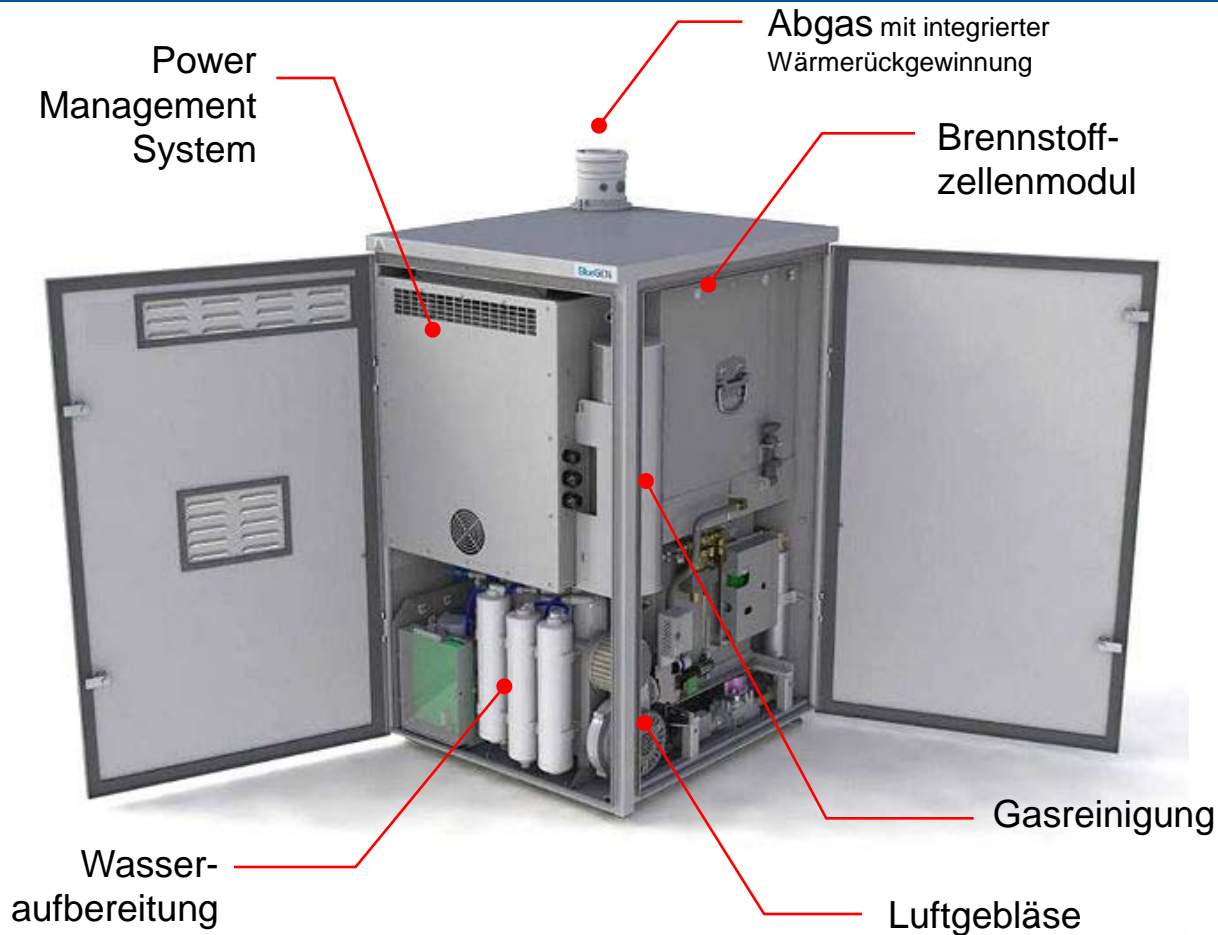


## Schematische Darstellung der Elemente von Smart Gas Grids



## KWK – Brennstoffzellen

Beispiel BlueGen: Im Versuchshaus des Gaswärme-Instituts seit Juni 2010 im Dauerbetrieb



Quelle: CFCL GmbH

## Speichermöglichkeiten thermischer Energie

**Die Wärmespeicherung ist auf dem Weg zu einem *stromgeführten* KWK-Betrieb eine zentrale Herausforderung, die schnell, umfassend und wirtschaftlich gelöst werden muss!**



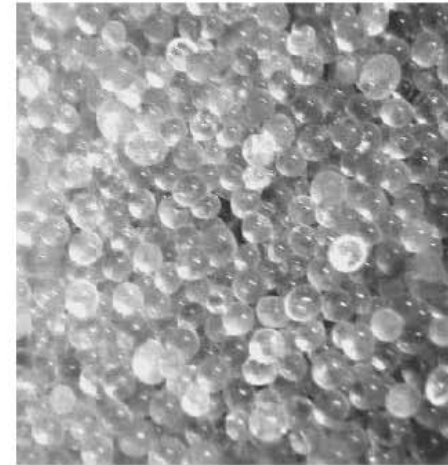
Bildquelle: 1

thermische Speicher  
(Warmwasserspeicher)  
max. Energiedichte:\*  
ca. 50 – 60 kWh /m<sup>3</sup>



Bildquelle: 2

Phasenwechselspeicher  
(PCM-Speicher)  
max. Energiedichte:\*  
ca. 50 – 120 kWh /m<sup>3</sup>



Bildquelle: 3

physikalisch-chemische  
Speicher (Sorbentien)  
max. Energiedichte:\*  
ca. 200 – 250 kWh /m<sup>3</sup>

1: Thermischer Speicher; Bernhard Lenz, Frankfurt

2: PCM verkapselt; Fa. Ewald Dörken, Herdecke

3: Silicagel orange; Michael Opsolder, „Wikimedia Commons“

## Gliederung

- Das energiewirtschaftliche Umfeld
- Konzeptentwicklung
- Die DVGW-Innovationsoffensive
- Neue Ergebnisse



## Szenarien für die Hausenergieversorgung

Trend	Innovationsoffensive Gas	Energiekonzept
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fortschreibung der aktuellen politischen Instrumente zur gebäudeseitigen Sanierung (Effizienzstandards EnEV 2009)</li> <li>▪ Fortschreibung der heutigen Sanierungsrate von 1%/a mit moderater Erhöhung ab 2030 auf 1,5 %/a</li> <li>▪ Einsatz von Heizungssystemen (Neubau, Altbau), Fortschreibung mit Erneuerungszyklus von 25 a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ähnlich wie Trend</li> <li>▪ ähnlich wie Trend</li> <li>▪ Forcierte Nutzung gasbasierter Heizungssysteme mit verkürztem Erneuerungszyklus von 20a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implementierung der gebäude-seitigen Maßnahmen des Energiekonzepts (Sanierungsfahrplan 2050)</li> <li>▪ Verschärfung der Effizienzstandards der EnEV in 2013 und 2020 im Alt- und Neubaubereich um je 30% und Verdopplung der Sanierungsrate und Effizienz ab 2015</li> <li>▪ Einsatz von Heizungssystemen (Neubau, Altbau), Fortschreibung mit Erneuerungszyklus von 25 a</li> </ul>
Sensitivitätsvarianten		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Steigerung der Sanierungsrate und Effizienz wie im Szenario Energiekonzept</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Forcierte Nutzung gasbasierter Heizungssysteme wie im Szenario Innovationsoffensive</li> </ul>

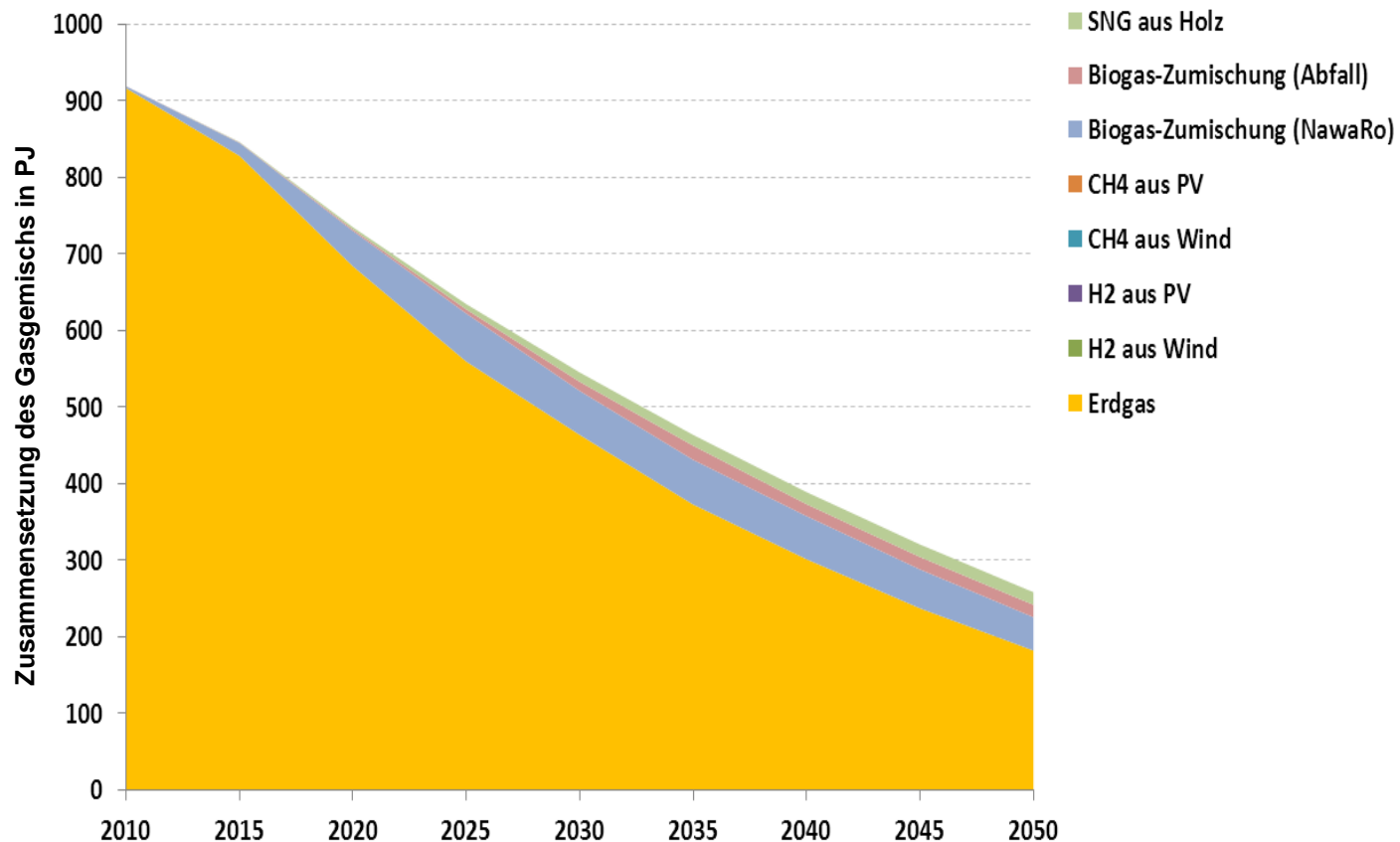
## Maßnahmen

Trend	Innovationsoffensive Gas	Energiekonzept
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm (KfW) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieeffizient Bauen</li> <li>- Energieeffizient Sanieren</li> </ul> </li> <li>▪ Städtebauförderung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stadtumbau West</li> <li>- Stadtumbau Ost</li> </ul> </li> <li>▪ Marktanreizprogramm EE</li> <li>▪ EnEV 2009</li> <li>▪ EEWärmeG 2009</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einsatz von hocheffizienten Gastechiken</li> <li>▪ Verstärkte Nutzung von gasförmigen EE</li> <li>▪ Ausweitung des EEWärmeG auf den Altbau (nach Vorgabe Baden-Württemberg)</li> <li>▪ Ökodesignrichtlinie für Heizkessel und Warmwasserbereiter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Förderprogramm Energetische Städtebausanierung</li> <li>▪ Steigerung der Förderungen im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“</li> <li>▪ Novellierungen der EnEV 2009</li> <li>▪ Novellierung EEWärmeG: Verbesserung der Bedingungen zur Einspeisung von Biogas</li> <li>▪ Ökodesignrichtlinie für Heizkessel und Warmwasserbereiter</li> <li>▪ Wärme-Contracting im Mietwohnungsmarkt</li> </ul>



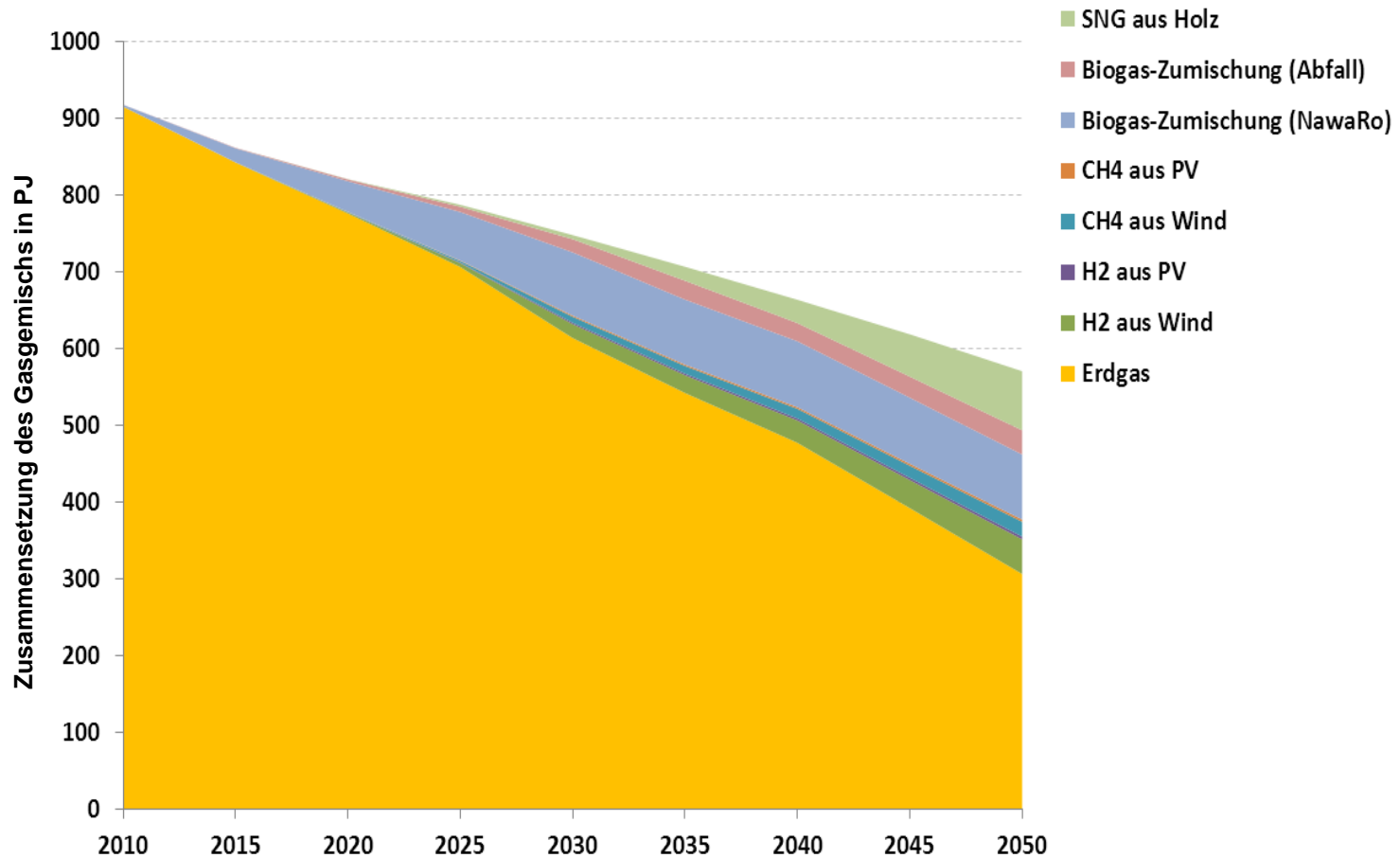
## Ergebnisse

### Szenario-Energiekonzept: Zusammensetzung des Gasgemischs



## Ergebnisse

### Szenario-Innovationsoffensive: Zusammensetzung des Gasgemischs



## Ergebnisse

	Energiekonzept	Innovationsoffensive Gas
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mehrinvestitionen <ul style="list-style-type: none"> <li>-&gt; Heizungen im Bestand</li> <li>-&gt; Heizungen im Neubau</li> <li>-&gt; Wärmedämmungen im Bestand</li> <li>-&gt; Wärmedämmungen im Neubau</li> </ul> </li> </ul>	185,3 Mrd. € -/- -/- 182,7 Mrd. € 2,6 Mrd. €	72,7 Mrd. € 69,2 Mrd. € 3,5 Mrd. € -/- -/-
■ Energiekosten	-111,0 Mrd. €	- 44,1 Mrd. €
■ Erlöse KWK-Gutschrift	- 1,4 Mrd. €	25,4 Mrd. €
■ Gesamtkosten	75,6 Mrd. €	3,2 Mrd. €
■ CO <sub>2</sub> -Emissionen (mit KWK-Gutschrift*)	-640 Mio. tCO <sub>2</sub>	-555 Mio. tCO <sub>2</sub>
■ Spezifische Vermeidungskosten	<b>118 €/tCO<sub>2</sub></b>	<b>6 €/tCO<sub>2</sub></b>

\*) Kraftwerk-Mix nach Energieszenarien

**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit**

