

# „Vergleich biogener Gase in der Nutzung“

Schwerpunkt SNG (Substitute Natural Gas, Erdgas-Substitut)

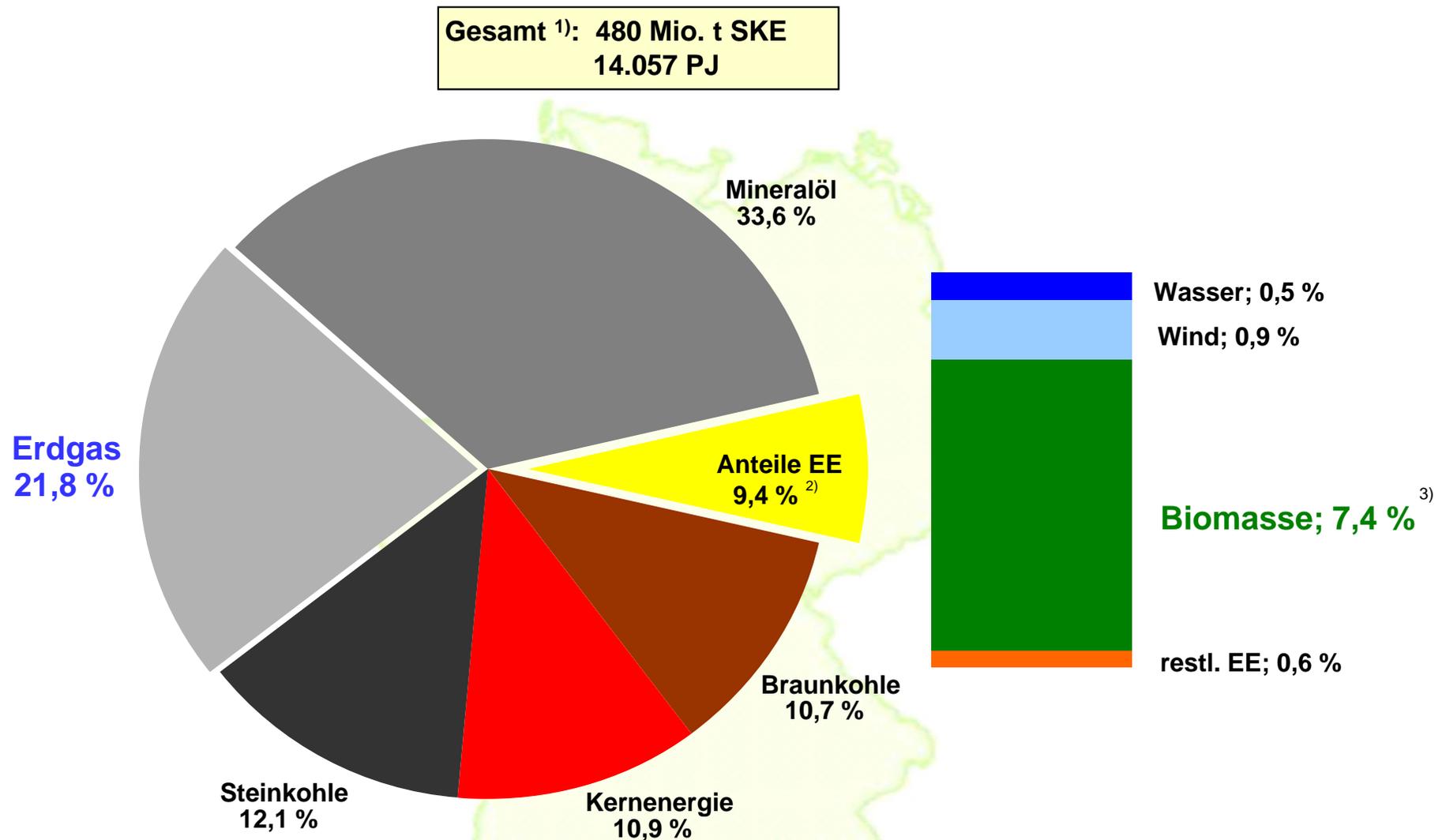
Ludwig Leible, Gunnar Kappler, Stefan Kälber und Oliver Hurtig

ITAS – Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse





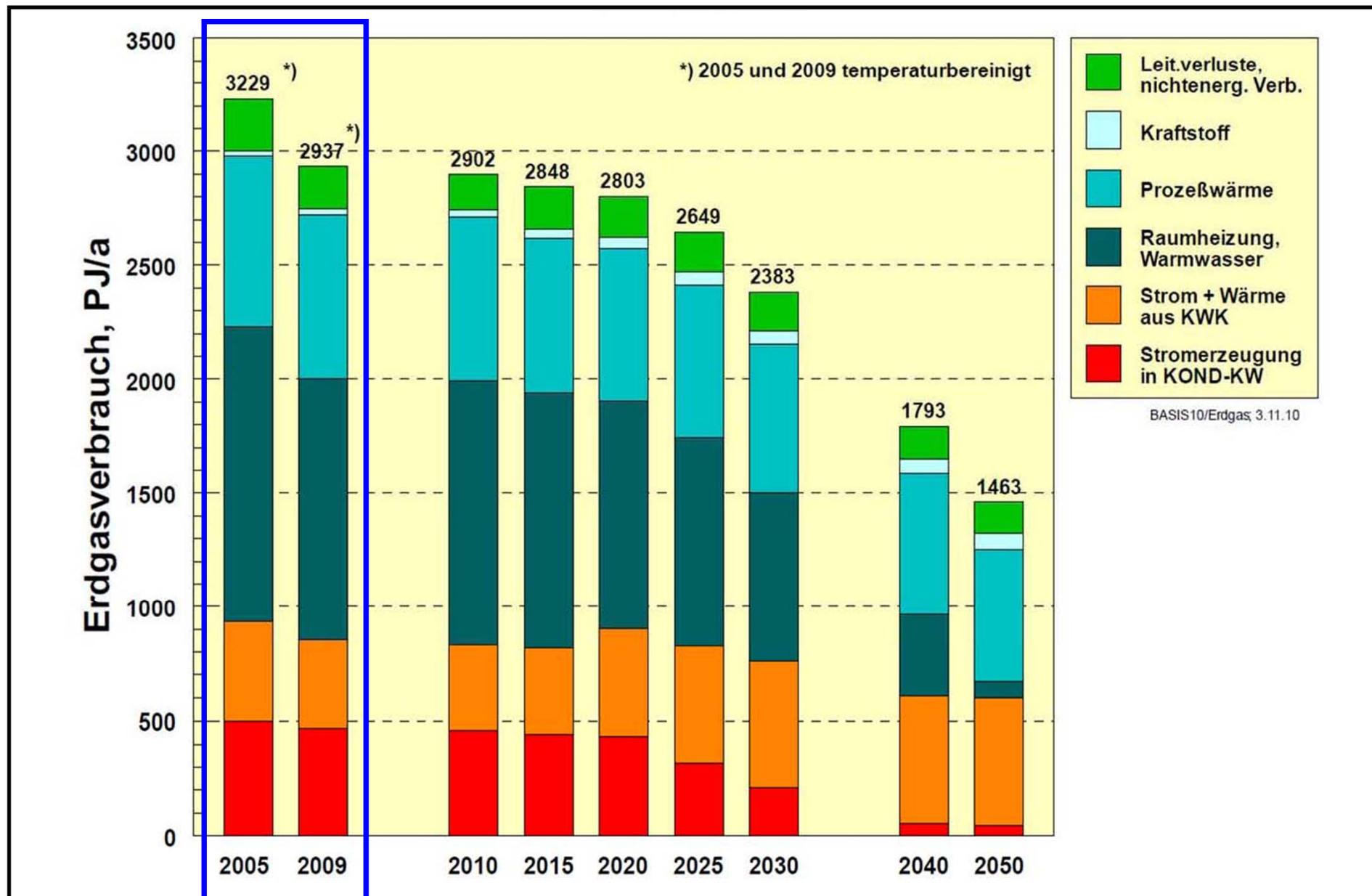
- (1) Stellung von **Erdgas** – die Referenz für biogene Gase
- (2) **Verfahrensketten zur Bereitstellung** biogener Gase als Erdgas-Substitut (**SNG**): Beschreibung und Kosten
- (3) **SNG-Nutzung** zur Bereitstellung von Wärme, Strom und Kraftstoff: Kosten, THG-Minderung, THG-Minderungskosten
- (4) **Schlussfolgerungen**



<sup>1)</sup> PEV 2010, nach AGEB Stand: Februar 2011; <sup>2)</sup> berechnet nach Wirkungsgradmethode

<sup>3)</sup> feste, flüssige, gasförmige Biomasse, biogener Anteil des Abfalls, Deponie- und Klärgas; EE: Erneuerbare Energien;

Quelle: BMU-KI III 1 nach AGEB-Stat, ZSW, unter Verwendung von Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB); Stand: März 2011; Angaben vorläufig

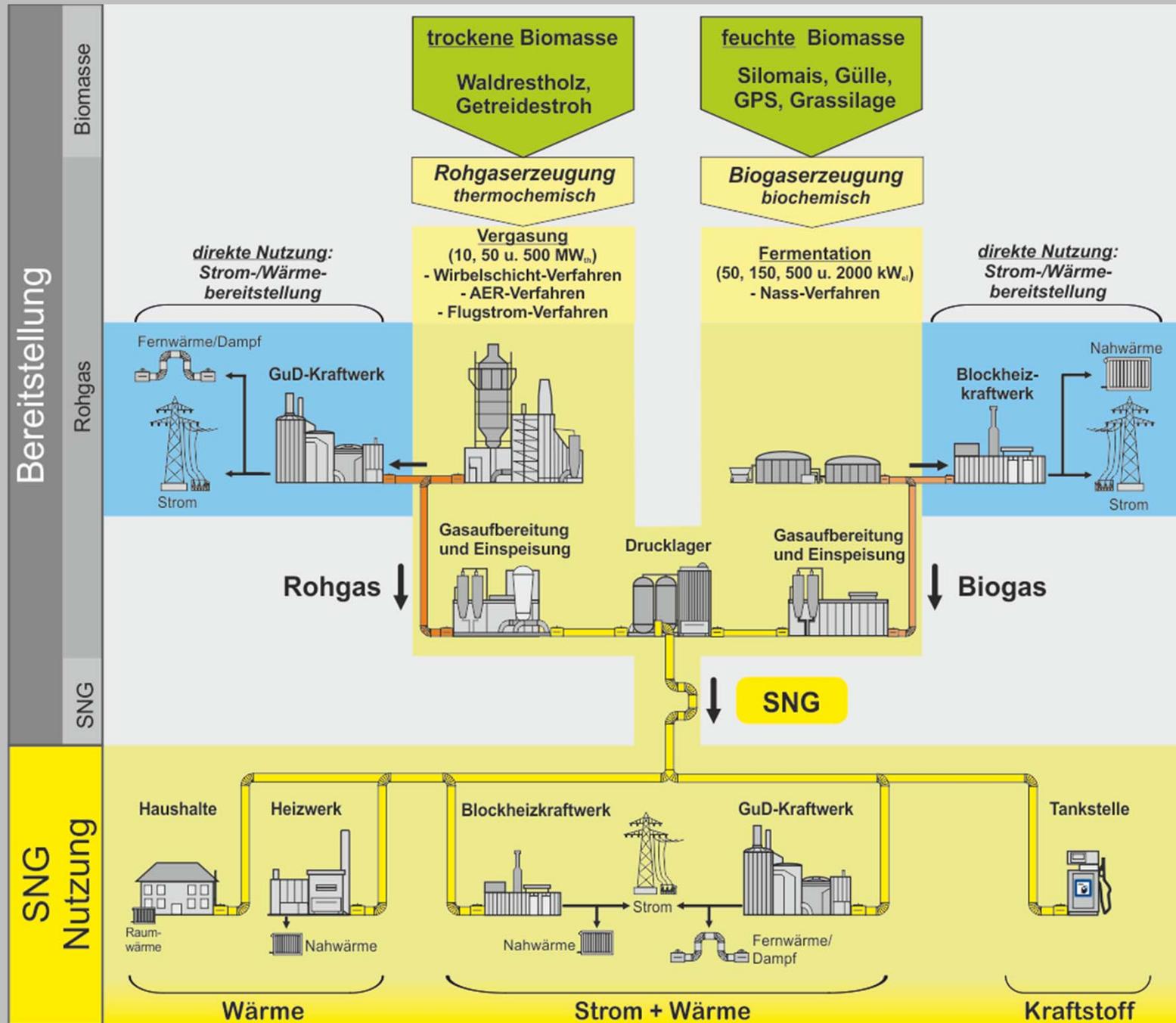


Quelle: BMU-Leitstudie 2010

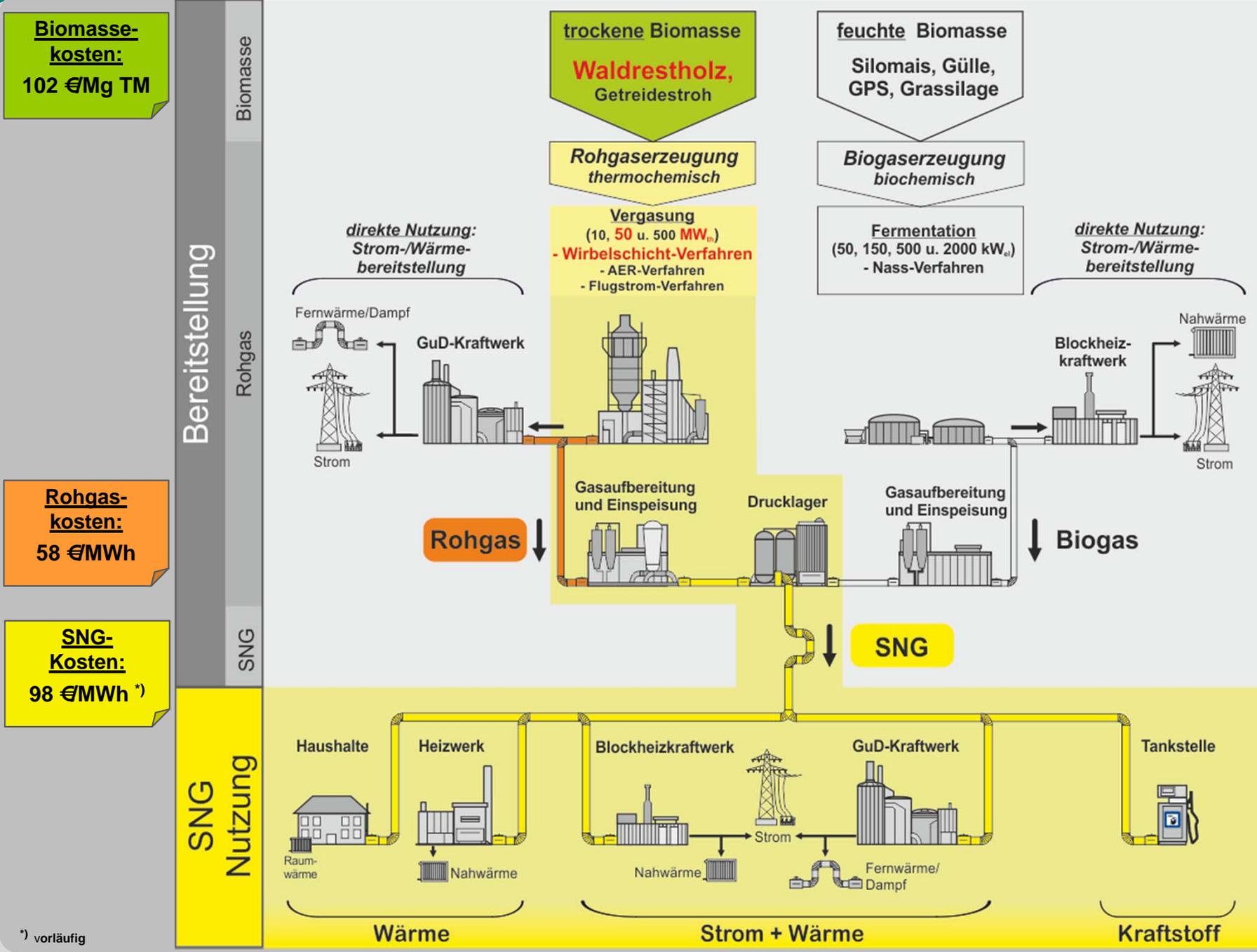
# Verfahrensketten zur Bereitstellung biogener Gase als Erdgas-Substitut (**SNG**, Substitute Natural Gas):

## Beschreibung und Kosten

# Verfahrensketten zur Bereitstellung und Nutzung von SNG (Substitute Natural Gas, Erdgas-Substitut)

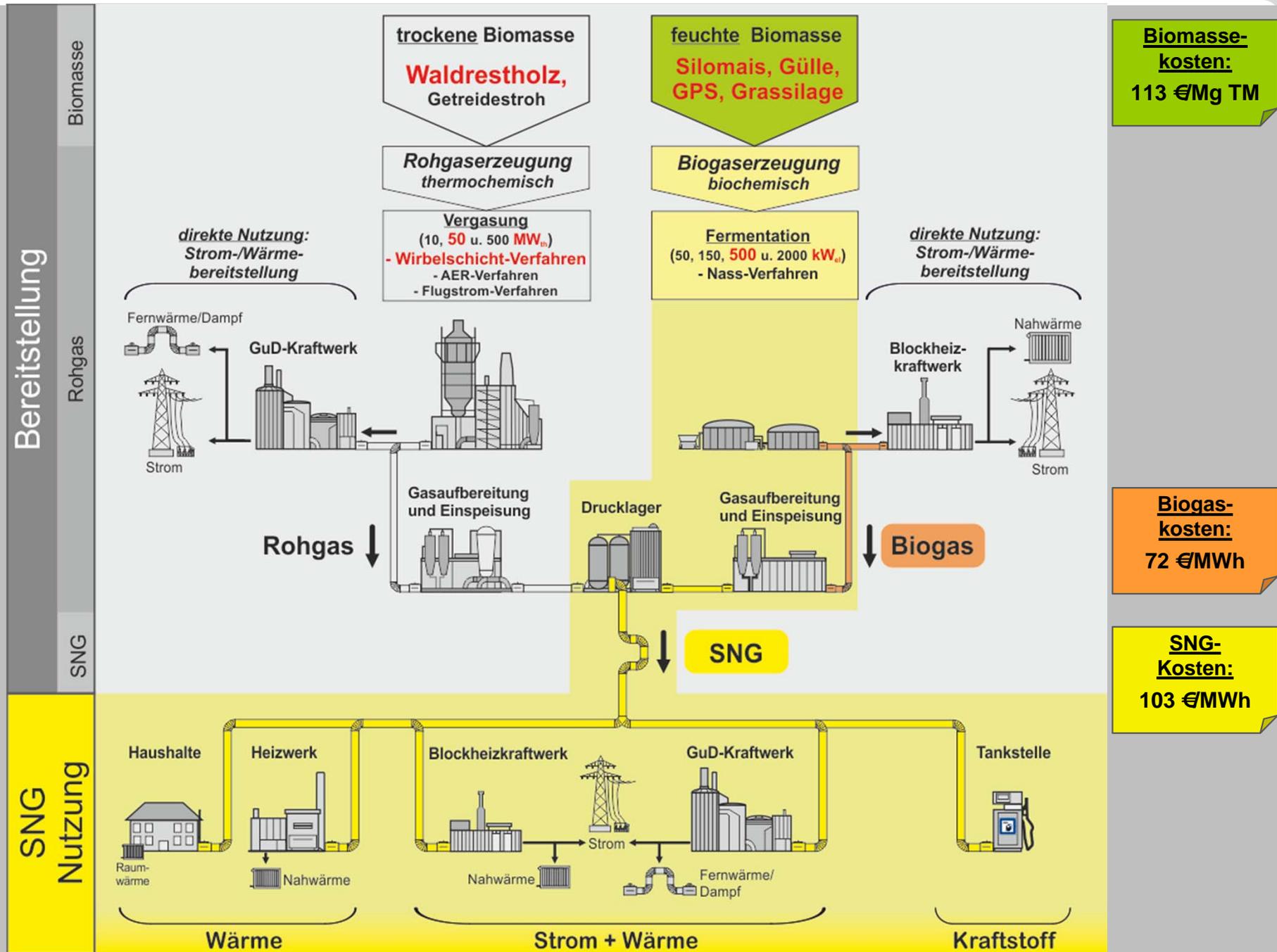


# Kosten der SNG-Bereitstellung über Wirbelschichtvergasung (DFB, 50 MW<sub>th</sub>, Waldrestholz) – Input für Variante 1

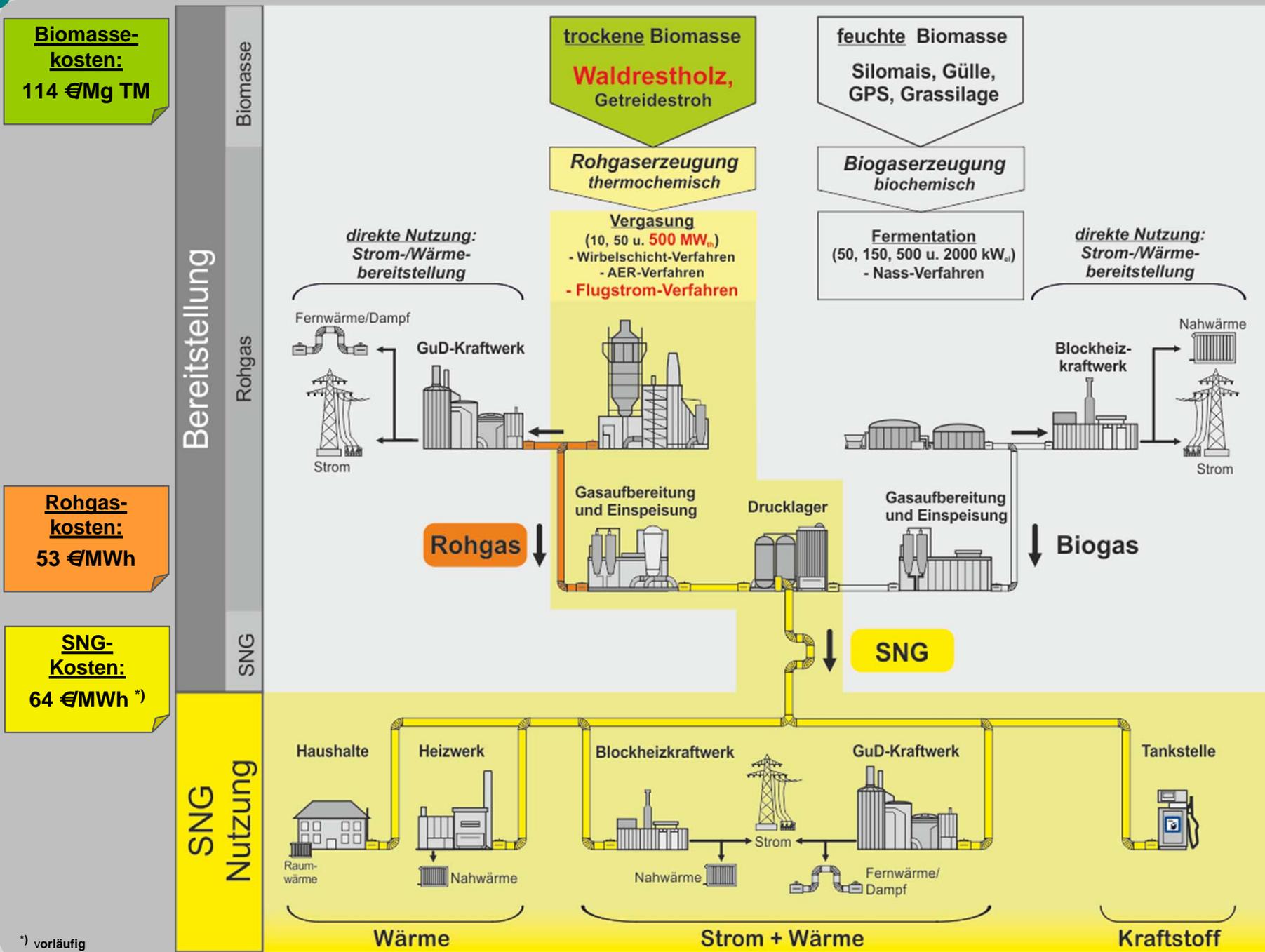


\*) vorläufig

# Kosten der SNG-Bereitstellung über Biogas (500 kW<sub>el</sub>, Substrat (% FM): 10 % Gülle, 70 % SM, 10 % GPS, 10 % Grassilage) – Input für Variante 1

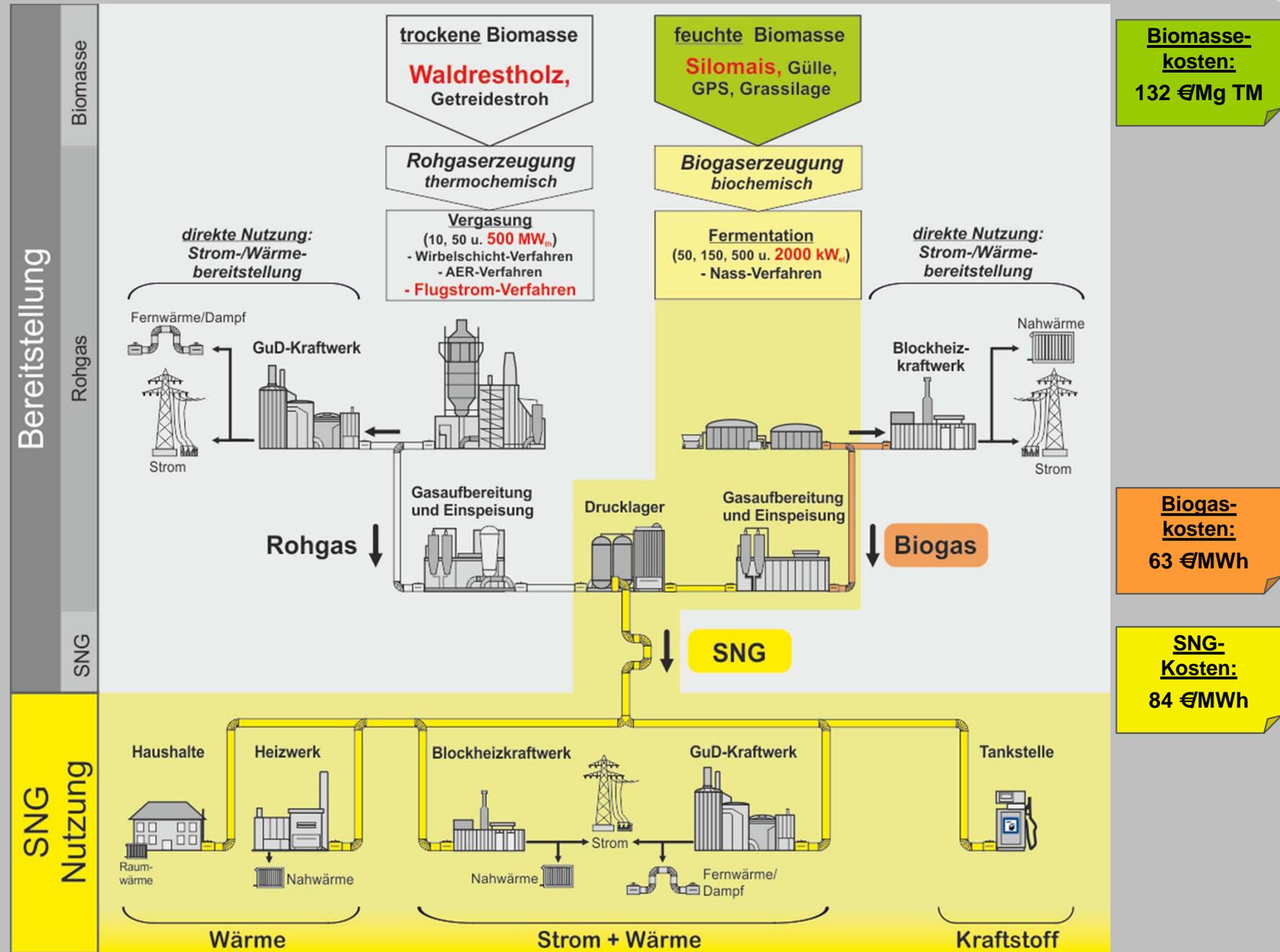


# Kosten der SNG-Bereitstellung über Flugstrom-Druckvergasung (500 MW<sub>th</sub>, Waldrestholz) – Input für Variante 2



\*) vorläufig

# Kosten der SNG-Bereitstellung über Biogas (2000 kW<sub>el</sub>, Substrat: 100 % Silomais) – Input für Variante 2

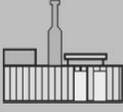


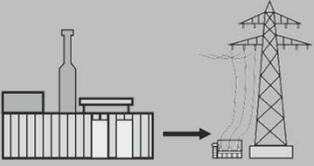
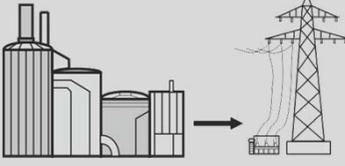
## (1) SNG-Nutzung

zur Bereitstellung von **Wärme und Strom:**

**Kosten, THG-Minderung, THG-Minderungskosten**

<b>Variante 1</b>		<b>Wärme</b>				<b>Strom ( + Wärme)</b>			
									
<b>SNG-Kostenbasis Ø:</b>		Zentralheizung im Einfamilienhaus (15 kW)		Heizwerk mit Nahwärmenetz (500 kW)		Blockheizkraftwerk (BHKW) (2 MW <sub>el</sub> )		Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD) (400 MW <sub>el</sub> )	
500 kW <sub>el</sub> Biogasanlage									
50 MW Wirbelschicht-Vergaser									
<b>= 100 €/MWh<sub>SNG</sub></b>									
<b>Energieträger</b>		SNG	Erdgas	SNG	Erdgas	SNG	Erdgas	SNG	Erdgas
<b>SNG-/Erdgaspreis</b> €/MWh		100	53	100	43	100	43	100	43
<b>Kosten</b>	€/MWh <sub>Wärme</sub>	142	93	137	75				
	€/MWh <sub>el</sub>					240	98	177	82
<b>THG-Minderung</b>	Mg CO <sub>2</sub> -Äq./MWh <sub>Wärme</sub>	0,218		0,192					
	Mg CO <sub>2</sub> -Äq./MWh <sub>el</sub>					0,386		0,350	
<b>THG-Minderungskosten</b> €/Mg CO <sub>2</sub> -Äq.		225		323		368		271	

<b>Variante 2</b> <b>SNG-Kostenbasis</b> <b>Ø:</b> <b>2000 kW<sub>el</sub> Biogasanlage</b> <b>500 MW Flugstrom-Vergaser</b> <b>= 74 €/MWh<sub>SNG</sub></b>		<b>Wärme</b>				<b>Strom ( + Wärme)</b>			
		 Zentralheizung im Einfamilienhaus (15 kW)		 Heizwerk mit Nahwärmenetz (500 kW)		 Blockheizkraftwerk (BHKW) (2 MW <sub>el</sub> )		 Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD) (400 MW <sub>el</sub> )	
<b>Energieträger</b>		<b>SNG</b>	<i>Erdgas</i>	<b>SNG</b>	<i>Erdgas</i>	<b>SNG</b>	<i>Erdgas</i>	<b>SNG</b>	<i>Erdgas</i>
<b>SNG-/Erdgaspreis</b>	€/MWh	74	53	74	43	74	43	74	43
<b>Kosten</b>	€/MWh <sub>Wärme</sub>	115	93	109	75				
	€/MWh <sub>el</sub>					175	98	134	82
<b>THG-Minderung</b>	Mg CO <sub>2</sub> -Äq./MWh <sub>Wärme</sub>	0,224		0,199					
	Mg CO <sub>2</sub> -Äq./MWh <sub>el</sub>					0,401		0,360	
<b>THG-Minderungskosten</b>	€/Mg CO <sub>2</sub> -Äq.	98		171		192		144	

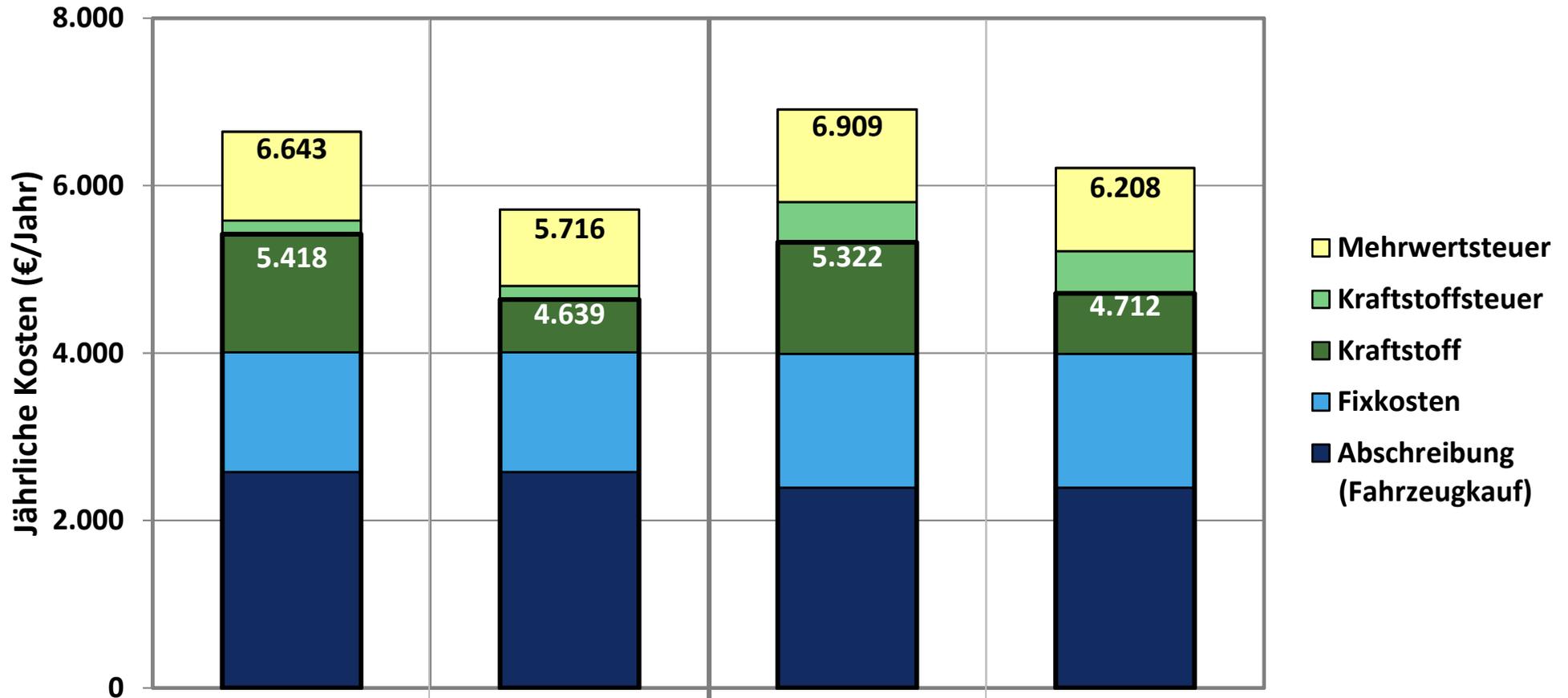
<b>Gasnutzung zur Stromerzeugung</b> <b>Stromkosten (€/MWh<sub>el</sub>)</b>	 <b>Blockheizkraftwerk (BHKW)</b>	 <b>Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD)</b>
<b>Direkte Gasnutzung</b>	<b>Biogas</b> 500 kW <sub>el</sub>   2.000 kW <sub>el</sub> 177   145	<b>Rohgas</b> 50 MW <sub>th</sub>   500 MW <sub>th</sub> 148 *)   107
	<b>SNG-Nutzung</b> <b>Variante 1</b> (100 €/MWh <sub>SNG</sub> ) <hr/> <b>Variante 2</b> (74 €/MWh <sub>SNG</sub> )	<b>SNG</b> 2.000 kW <sub>el</sub> 240 175
<b>Erdgas-Nutzung (= Referenz)</b> (43 €/MWh <sub>Erdgas</sub> )		<b>Erdgas</b> 2.000 kW <sub>el</sub> 98

\*) Mittelwert aus den drei betrachteten Vergasungsverfahren (Wirbelschicht/DFB, AER, Flugstrom)

## **(2) SNG zur Nutzung als Kraftstoff:**

# **Kosten, THG-Minderung, THG-Minderungskosten**

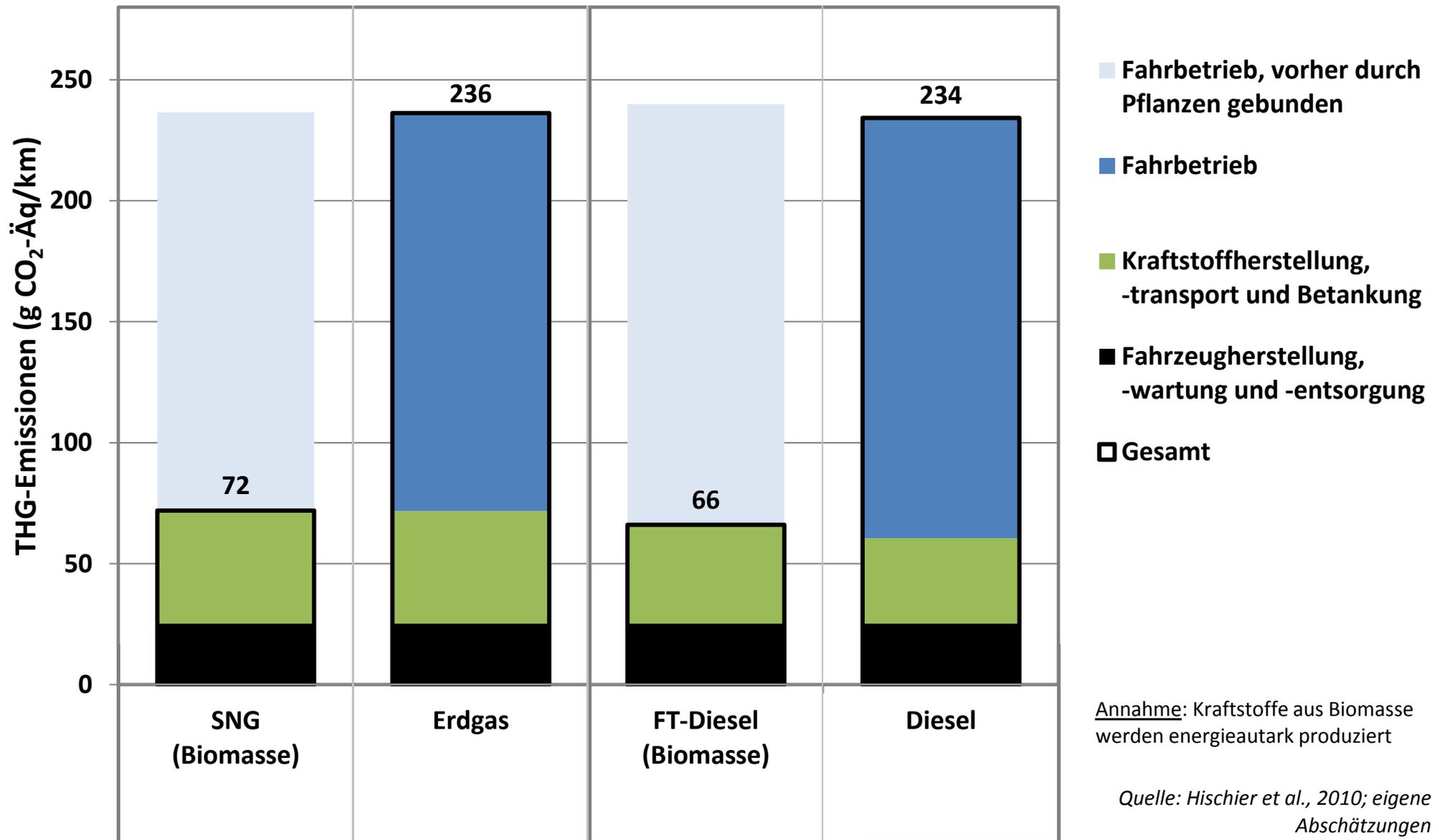
**Allzweck-Fahrzeug basierend auf Opel Zafira**  
 Jährliche Fahrleistung 18.000 km, gesamte Fahrleistung 216.000 km



	SNG (Biomasse)	Erdgas	FT-Diesel (Biomasse)	Diesel
Kraftstoffkosten an Tankstelle:	10,0 ct/kWh	4,5 ct/kWh	10,9 ct/kWh*	6,0 ct/kWh (ohne Steuern)
Heizwert:	13,4 kWh/kg	13,4 kWh/kg	9,6 kWh/l	9,4 kWh/l

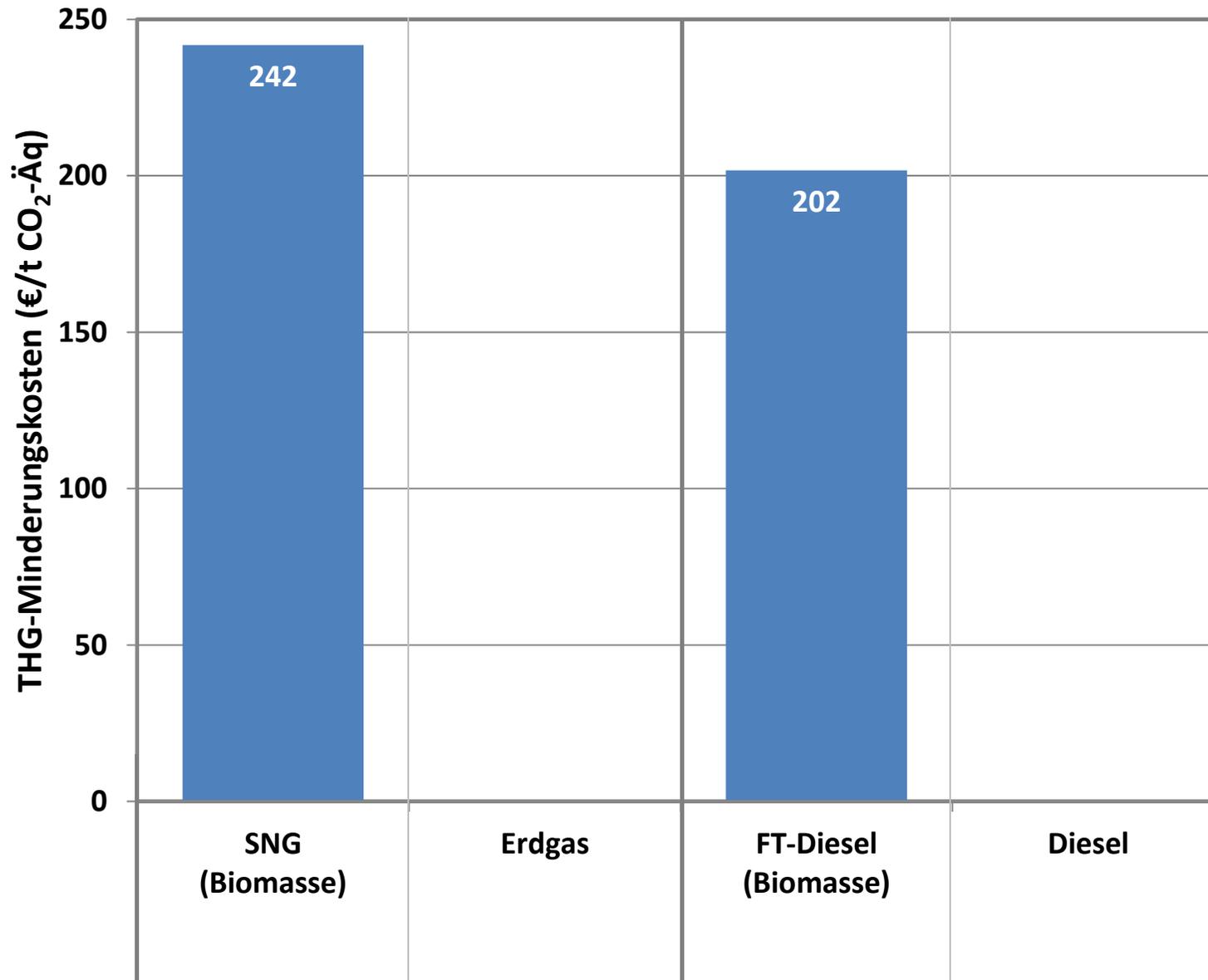
Quelle: Auto, Motor & Sport, 2010; \*Leible et al., 2007; Opel, 2011; Spritmonitor.de, 2010; eigene Abschätzungen

Allzweck-Fahrzeug basierend auf ecoinvent-Datenbank  
Jährliche Fahrleistung 18.000 km, gesamte Fahrleistung 216.000 km



# SNG als Kraftstoff, verglichen mit Erdgas, FT-Diesel und Diesel: THG-Minderungskosten (€/Mg CO<sub>2</sub>-Äq.)

Allzweck-Fahrzeug (Kosten Opel Zafira, Emissionen ecoinvent)  
Jährliche Fahrleistung 18.000 km, gesamte Fahrleistung 216.000 km



Annahme: Kraftstoffe aus Biomasse werden energieautark produziert

Quelle: siehe vorherige Folien

- Die Produktion von SNG als Erdgas-Substitut ist **aufwändig**
- Die **Kosten** von SNG sind deutlich höher als bei Erdgas
- SNG-Produktion, ausgehend von **Biogas**, ist vielfältig erprobt
- SNG-Produktion über **Vergasung** (Rohgase) muss dagegen noch demonstriert werden
- SNG ist – wie Erdgas – **vielseitig** einsetzbar
- Über SNG kann Biomasse an **Orte effizienter Nutzung** gebracht werden
- SNG bzw. Erdgas sind **interessante Kraftstoff-Varianten**

# Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

## Projektpartner

UNIVERSITÄT HOHENHEIM  
INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK  
Agrartechnik in den Tropen und Subtropen



Jens Lansche  
Joachim Müller

**IER** Institut für Energiewirtschaft  
und Rationelle Energieanwendung  
Universität Stuttgart

Ludger Eltrop  
Maria Stenull



DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut  
des Karlsruher Instituts für Technologie,  
Gastechnologie

Wolfgang Köppel



Universität Stuttgart



Norman Poboss  
Mariusz Zieba



Bernd Stürmer  
Tobias Kelm



KIT  
Karlsruher Institut für Technologie  
Institut für Technikfolgenabschätzung  
und Systemanalyse (ITAS)

Ludwig Leible, Stefan Kälber,  
Gunnar Kappler

Gefördert durch das Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum, mit Mitteln der Landesstiftung Baden-Württemberg