

„Bereitstellung und Nutzung von SNG (Substitute Natural Gas)“

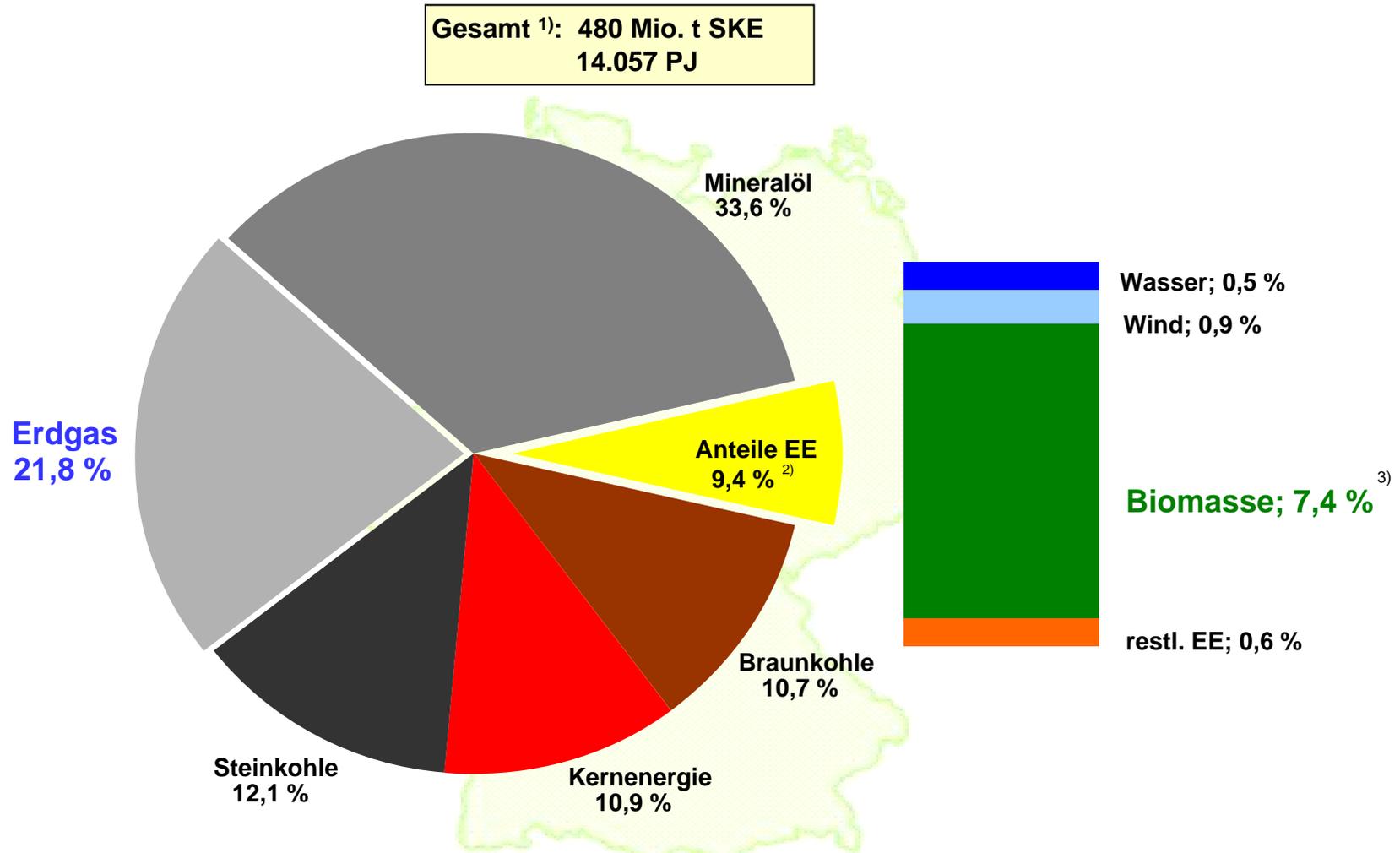
Ludwig Leible, Stefan Kälber, Gunnar Kappler, Oliver Hurtig

ITAS – Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse



- **Ermöglicht eine effizientere Nutzung der Biomasse (Biogas)**
- **Erleichtert den Einstieg der Biomasse in den Mobilitätssektor**
- **Ist zu teuer**

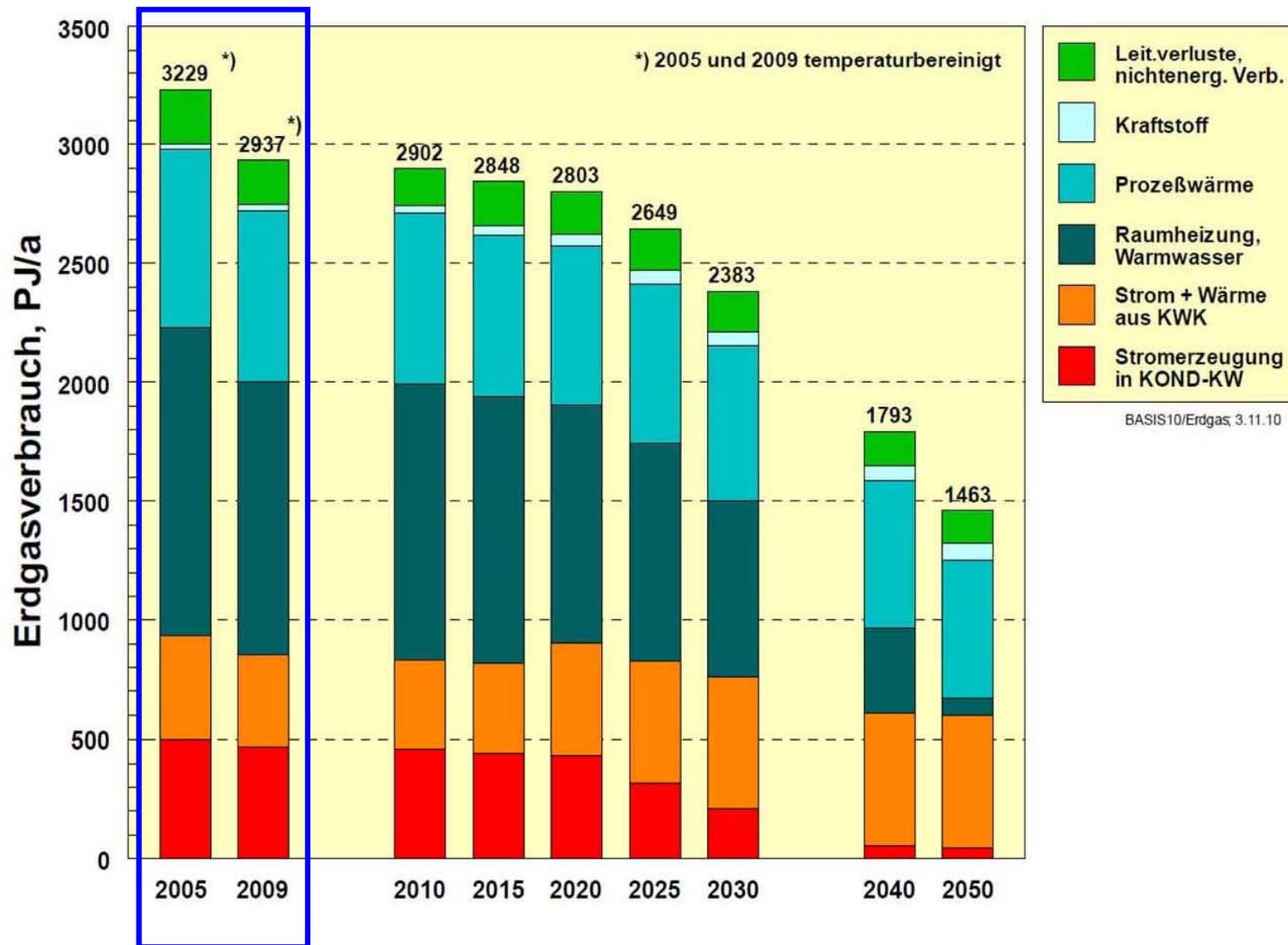
- (1) Stellung von Erdgas – die Referenz für biogene Gase**
- (2) Verfahrensketten zur Bereitstellung biogener Gase als Erdgas-Substitut (SNG): Beschreibung und Kosten**
- (3) SNG-Nutzung zur Bereitstellung von Wärme, Strom und Kraftstoff: Kosten, THG-Minderung, THG-Minderungskosten**
- (4) Schlussfolgerungen**



¹⁾ PEV 2010, nach AGEB Stand: Februar 2011; ²⁾ berechnet nach Wirkungsgradmethode

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

Quelle: BMU-KI III 1 nach AGEE-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):

⇒ **Technische Beschreibung und Kosten**

Arbeitsschwerpunkte des Projekts „Systemanalyse biogene Gase“

Analyse und Charakterisierung der Prozesskettenbestandteile

AP1: Potenziale

AP2: Bereitstellungspfade für Biomasse

AP3: Konversionstechnologien

AP4: Aufbereitung und Einspeisung ins Erdgasnetz

AP5: Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung aus SNG

ITAS: Schwerpunkt bzw. Koordination

Evaluierung und Einordnung der Prozessketten in das Energiesystem

AP6: Gesamtvergleich Prozessketten SNG aus Biomasse

AP7: Szenarien 2020 für biogene Gase in Ba-Wü

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



Universität Stuttgart



Norman Poboss, Mariusz Zieba



Bernd Stürmer, Tobias Kelm



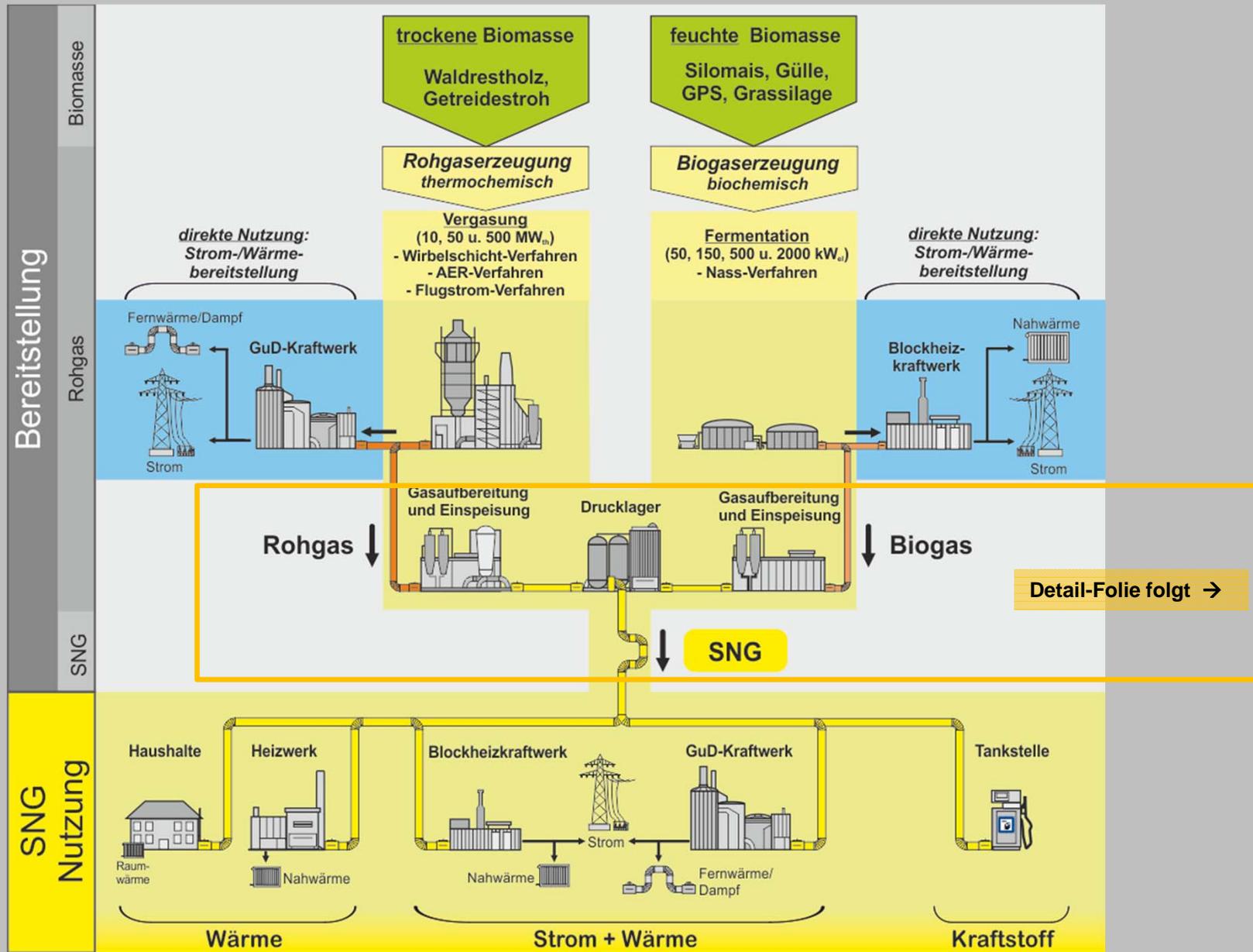
DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie, Gastechnologie
Wolfgang Köppel



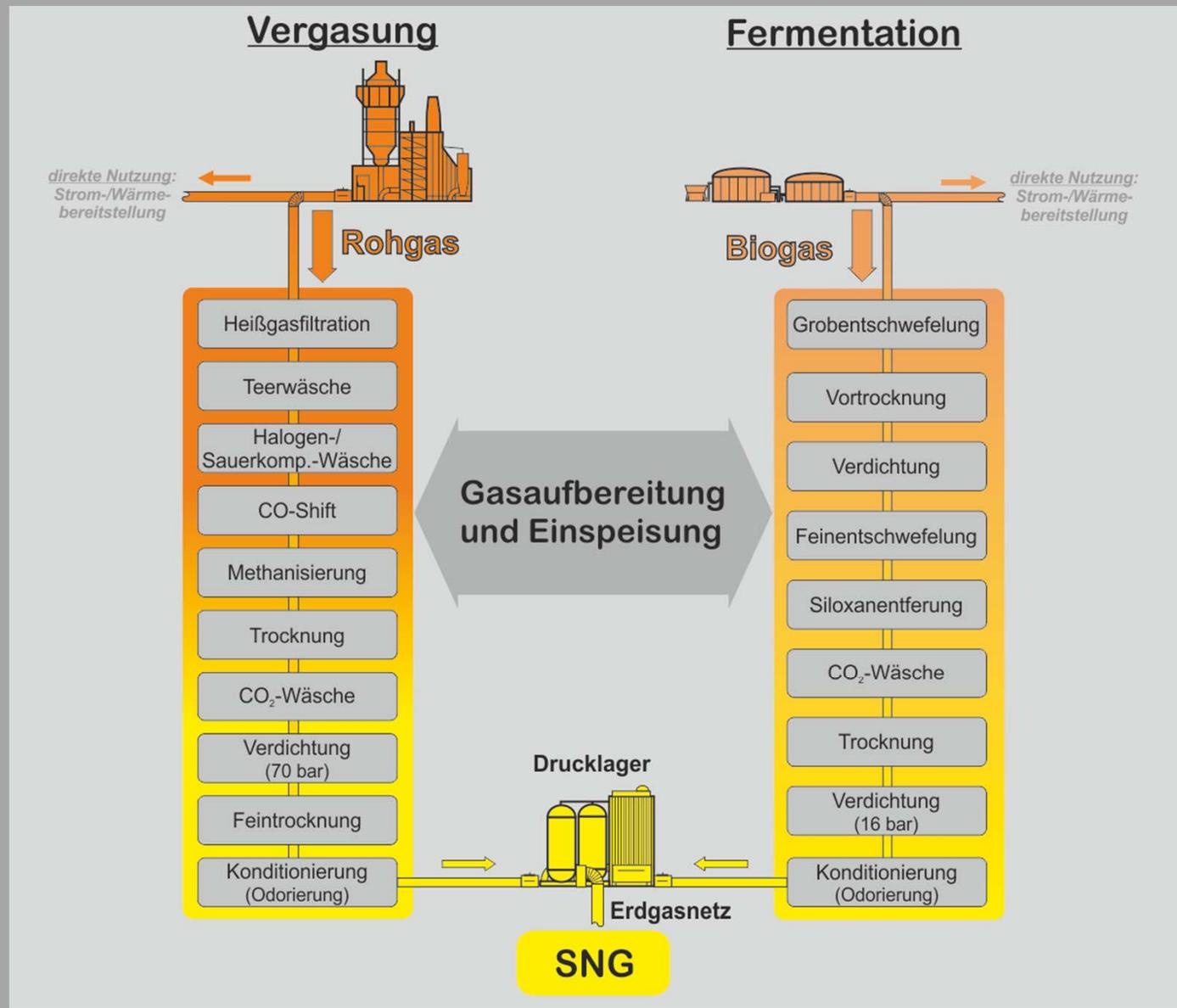
Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

Ludwig Leible, Stefan Kälber, Gunnar Kappler

Verfahrensketten zur Bereitstellung und Nutzung von SNG



Detail-Folie: Verfahrensschritte zur Aufarbeitung von Rohgas und von Biogas zu SNG



Biogas-Verfahren				
Technologien	Anlagengröße, BHKW		Eingesetzte Biomasse	SNG-Nutzung ^{***)}
	Brennstoffleistung (kW _{el})	Volllast (h/a)		
Biogasanlage		50	Gülle	-
		150		
	Variante 1 →	500	Gülle, Silomais Getreide, GPS Gras-/Kleegrassilage	Strom, Wärme, Kraftstoff
	Variante 2 →	2.000		

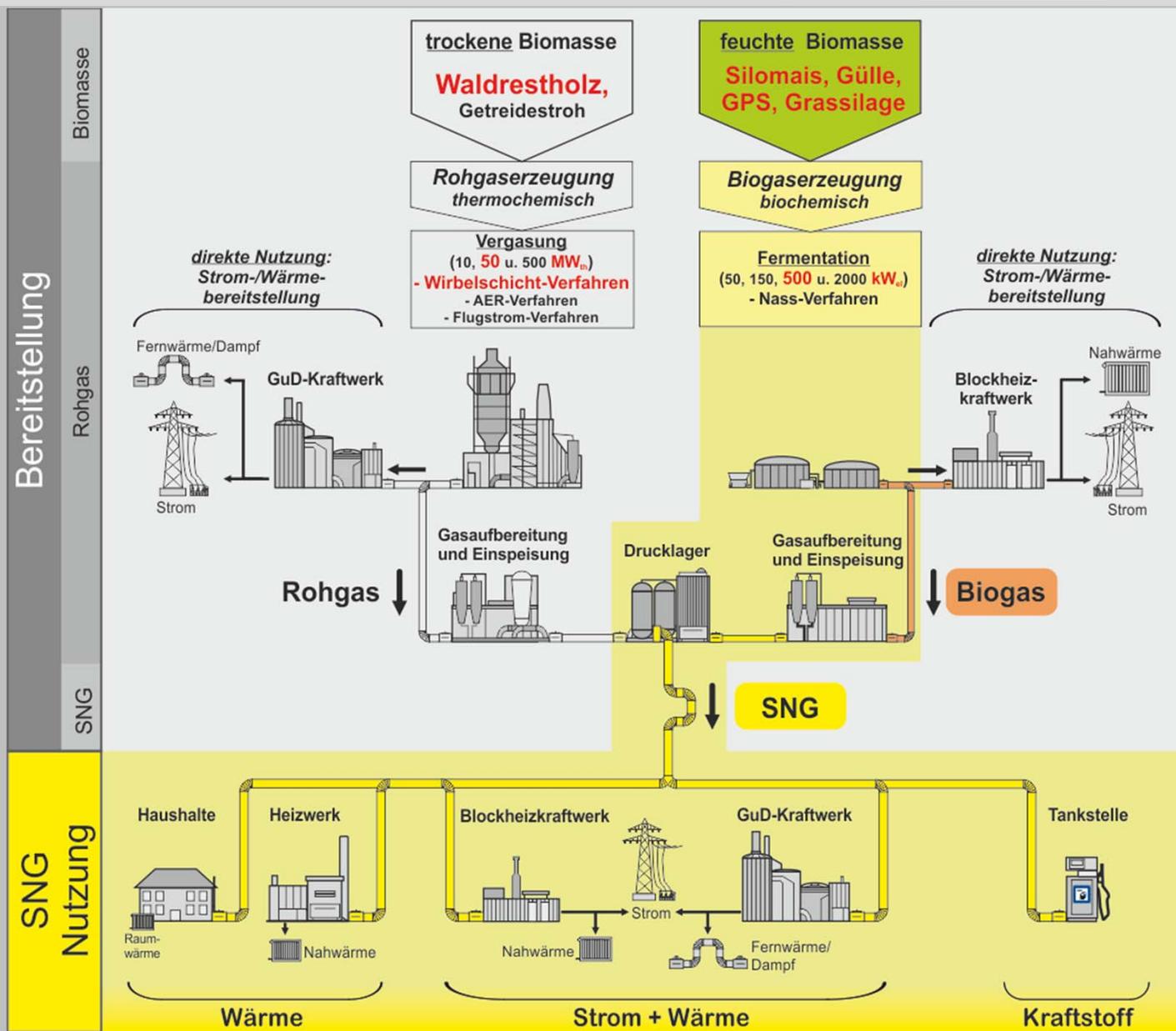
Vergasungs-Verfahren				
Technologien	Anlagengröße		Eingesetzte Biomasse	SNG-Nutzung ^{***)}
	Brennstoffleistung (MW _{th})	Volllast (h/a)		
Wirbelschicht-Vergasung ^{*)}		10	Waldrestholz, Getreidestroh	Strom, Wärme, Kraftstoff
	Variante 1 →	50		
AER-Verfahren ^{**)}		10		
		50		
Flugstromvergasung (inkl. Pyrolyse)		50		
	Variante 2 →	500		

*) Bei diesem Verfahren wird nur Waldrestholz betrachtet; Getreidestroh ist technisch nicht möglich.

**) Bei diesem Verfahren werden zusätzlich Hackschnitzel aus KUP (Pappeln) betrachtet.

***) Bei allen Anlagen wird zusätzlich auch die direkte Gasnutzung zur Wärme- und Strombereitstellung als Referenz dargestellt.

Kosten der SNG-Bereitstellung über Biogas (500 kW_{el}, Substrat (% FM): 10 % Gülle, 70 % SM, 10 % GPS, 10 % Grassilage) – Input für Variante 1

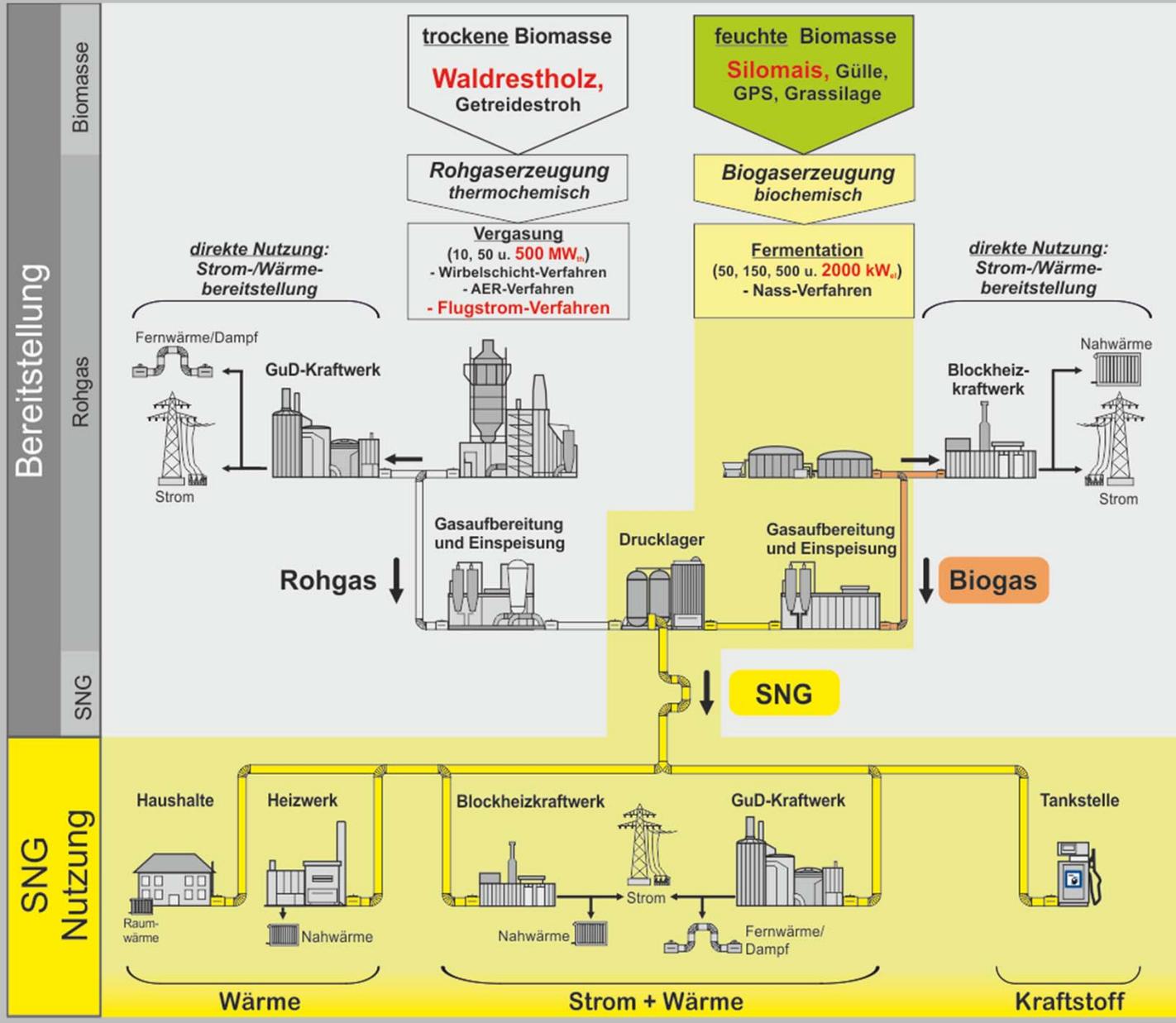


Biomassekosten:
113 €/Mg TM

Biogaskosten:
72 €/MWh

SNG-Kosten:
103 €/MWh

Kosten der SNG-Bereitstellung über Biogas (2000 kW_{el}, Substrat: 100 % Silomais) – Input für Variante 2

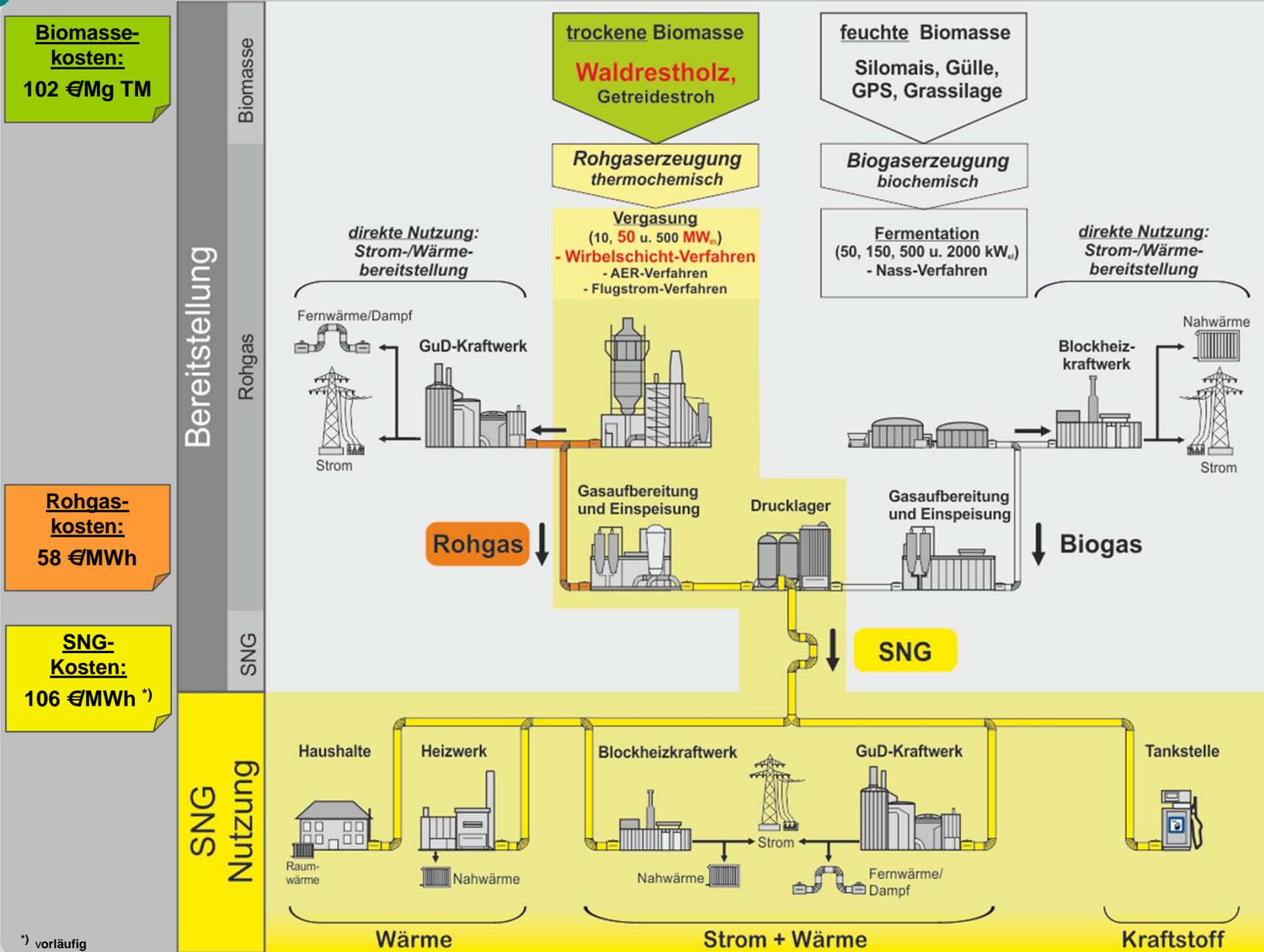


Biomassekosten:
132 €/Mg TM

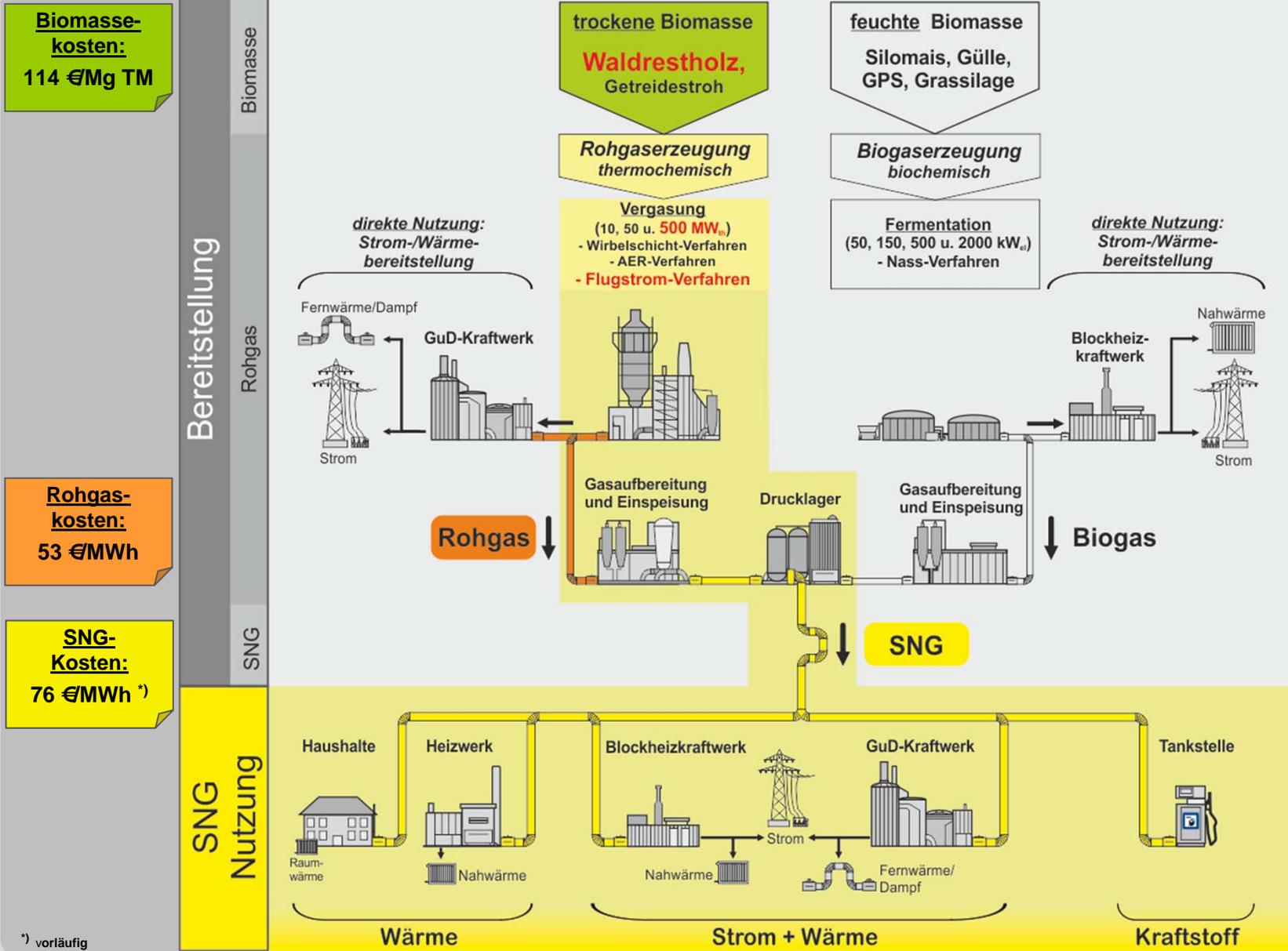
Biogaskosten:
63 €/MWh

SNG-Kosten:
84 €/MWh

Kosten der SNG-Bereitstellung über Wirbelschichtvergasung (DFB, 50 MW_{th}, Waldrestholz) – Input für Variante 1



Kosten der SNG-Bereitstellung über Flugstrom-Druckvergasung (500 MW_{th}, Waldrestholz) – Input für Variante 2



*) vorläufig

SNG-Nutzung zur Bereitstellung von Wärme und Strom:

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

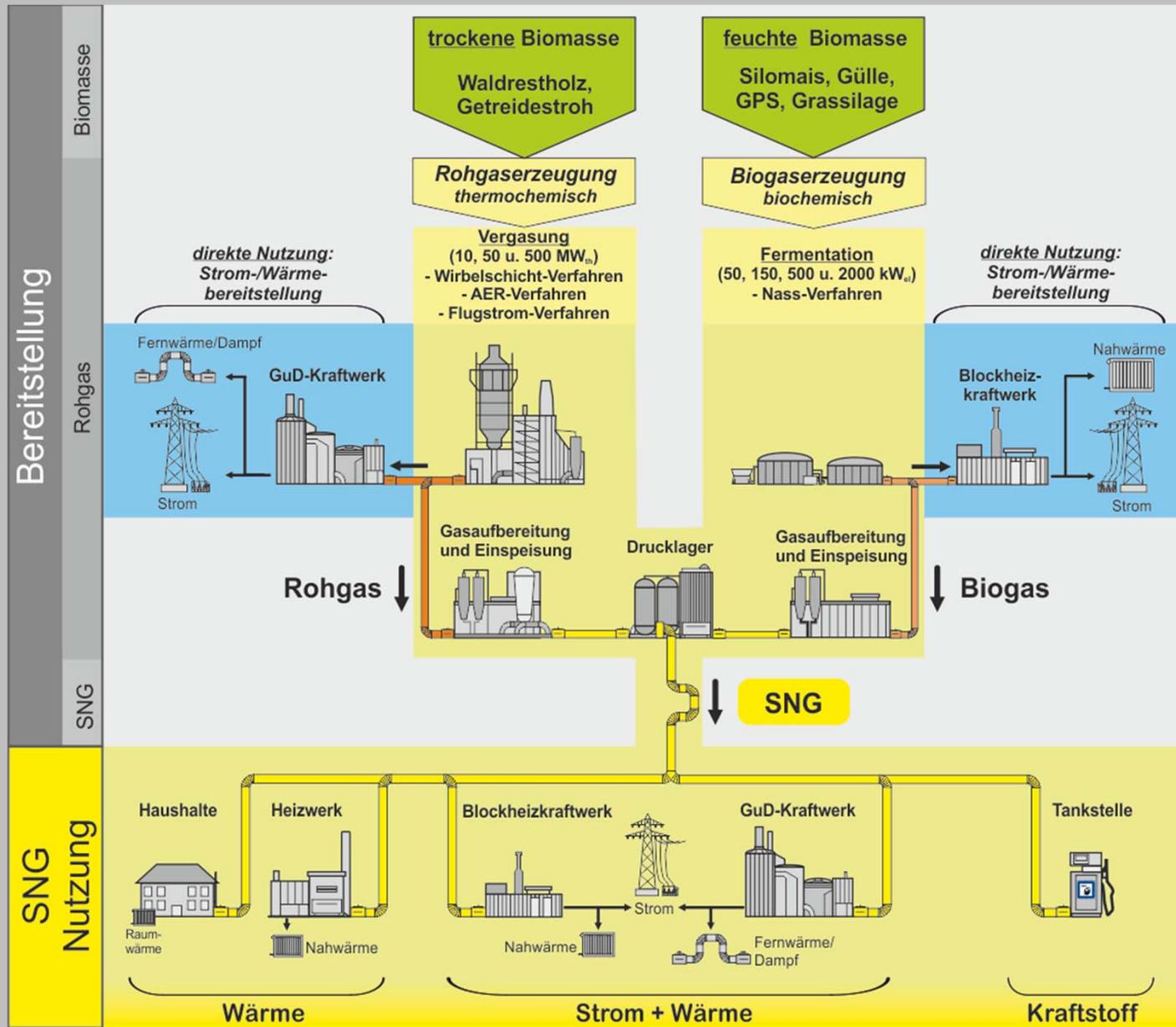
Bereitstellung von Wärme und Strom aus SNG (Variante 1) und Erdgas – Kosten, THG-Minderung, THG-Minderungskosten

<u>Variante 1</u> SNG-Kostenbasis Ø aus: 500 kW _{el} Biogasanlage 50 MW Wirbelschicht- Vergaser = 105 €/MWh _{SNG}		Wärme				Strom (+ Wärme)			
		 Zentralheizung im Einfamilienhaus (15 kW)		 Heizwerk mit Nahwärmenetz (500 kW)		 Blockheizkraftwerk (BHKW) (2 MW _{el})		 Gas- und Dampfturbinen- kraftwerk (GuD) (400 MW _{el})	
Energieträger		SNG	Erdgas	SNG	Erdgas	SNG	Erdgas	SNG	Erdgas
SNG-/Erdgaspreis	€/MWh	105	65	105	52	105	52	105	32
Kosten	€/MWh _{Wärme}	147	106	143	85				
	€/MWh _{el}					253	120	185	64
THG-Minderung	Mg CO ₂ - Äq./MWh _{Wärme}	0,237		0,213					
	Mg CO ₂ - Äq./MWh _{el}					0,433		0,382	
THG-Minderungskosten	€/Mg CO ₂ -Äq.	174		271		306		318	

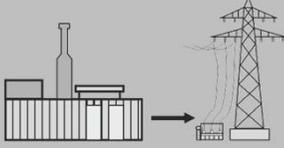
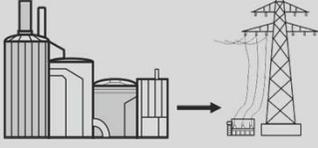
Bereitstellung von Wärme und Strom aus SNG (Variante 2) und Erdgas – Kosten, THG-Minderung, THG-Minderungskosten

<u>Variante 2</u> SNG-Kostenbasis Ø aus: 2000 kW_{el} Biogasanlage 500 MW Flugstrom-Vergaser = 80 €/MWh_{SNG}		Wärme				Strom (+ Wärme)			
		 Zentralheizung im Einfamilienhaus (15 kW)		 Heizwerk mit Nahwärmenetz (500 kW)		 Blockheizkraftwerk (BHKW) (2 MW _{el})		 Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD) (400 MW _{el})	
Energieträger		SNG	Erdgas	SNG	Erdgas	SNG	Erdgas	SNG	Erdgas
SNG-/Erdgaspreis	€/MWh	80	65	80	52	80	52	80	32
Kosten	€/MWh _{Wärme}	121	106	116	85				
	€/MWh _{el}					190	120	144	64
THG-Minderung	Mg CO ₂ -Äq./MWh _{Wärme}	0,225		0,200					
	Mg CO ₂ -Äq./MWh _{el}					0,403		0,362	
THG-Minderungskosten	€/Mg CO ₂ -Äq.	69		152		174		221	

Verfahrensketten zur Bereitstellung und Nutzung von SNG: Direkte Gasnutzung



Vergleich der Stromkosten bei direkter Gas-Nutzung (Biogas, Rohgas), SNG- und Erdgas-Nutzung

Gasnutzung zur Stromerzeugung Stromkosten (€/MWh_{el})	 Blockheizkraftwerk (BHKW)	 Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD)
Direkte Gasnutzung	Biogas aus Biogasanlage 0,5 MW _{el} 2 MW _{el} 177 145	Rohgas aus Vergaser 50 MW _{th} 500 MW _{th} 148 *) 107
	SNG 2 MW _{el} 253 ----- 190	SNG 400 MW _{el} 185 ----- 144
Erdgas-Nutzung (= Referenz) (BHKW: 52 €/MWh _{Erdgas} GuD: 32 €/MWh _{Erdgas})	Erdgas 2 MW _{el} 120	Erdgas 400 MW _{el} 64

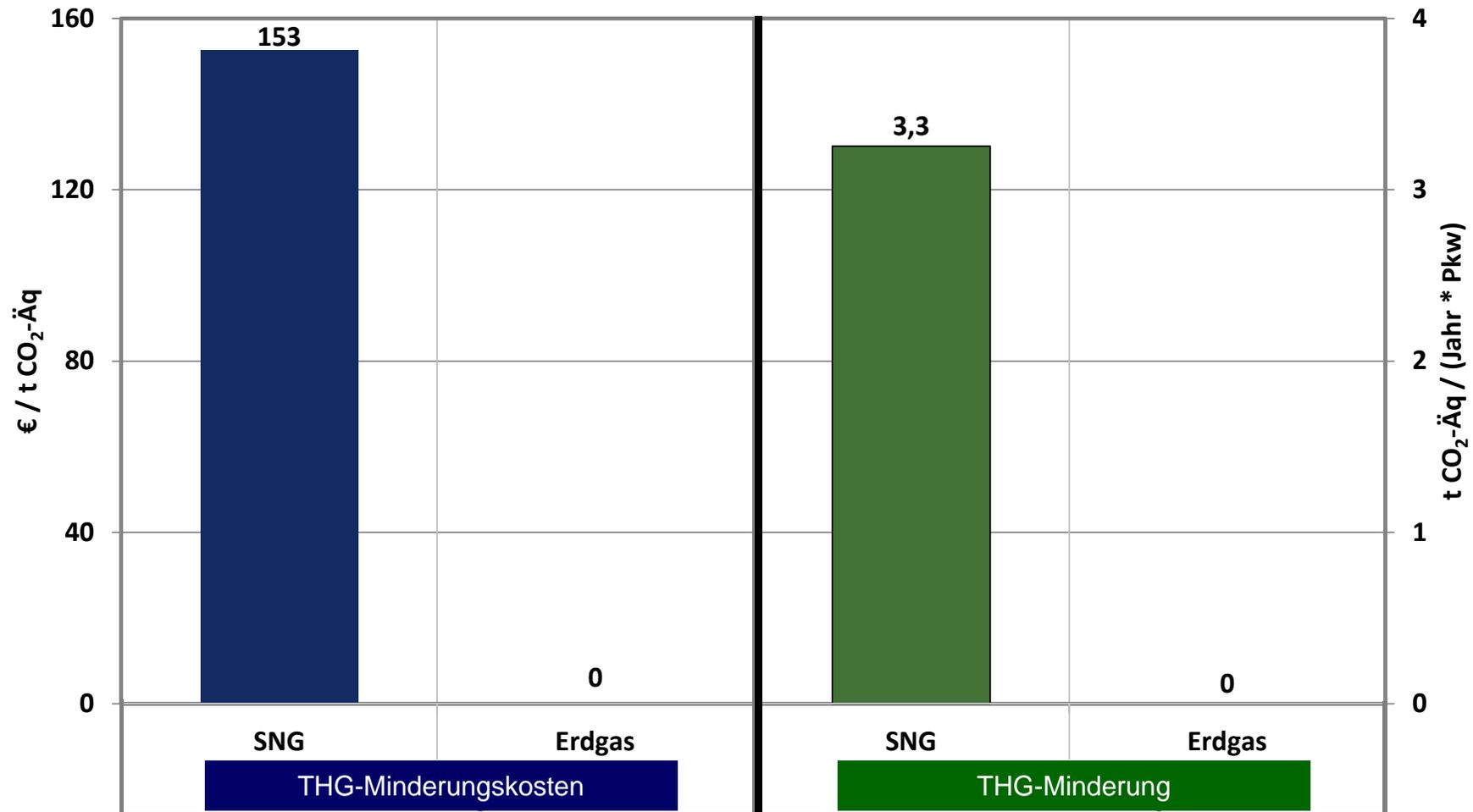
*) Mittelwert aus den drei betrachteten Vergasungsverfahren (Wirbelschicht/DFB, AER, Flugstrom)

SNG zur Nutzung als Kraftstoff:

⇒ **THG-Minderung, THG-Minderungskosten**

SNG als Kraftstoff, verglichen mit Erdgas: THG-Emissionen und THG-Minderungskosten

Opel Zafira (Jahresfahrleistung 18.000 km)



Annahme: Energieautarke Produktion von SNG, Kraftstoffkosten o. Steuern an Tankstelle: SNG 8 ct/kWh, Erdgas 4,5 ct/kWh

Quelle: Auto, Motor & Sport 2010; Opel 2011; Spritmonitor.de 2010; ecoInvent 2010; eigene Berechnungen

- Die Produktion von SNG als Erdgas-Substitut ist **technisch aufwändig**
- Die **Kosten von SNG** sind deutlich höher als die von Erdgas
- SNG-Produktion über **Biogas**, ist vielfältig erprobt (ca. 60 Anlagen in Deutschland)
- SNG-Produktion über **Vergasung** (Rohgas) muss dagegen noch demonstriert werden
- SNG ist – wie Erdgas – **vielseitig** einsetzbar
- Über SNG kann Biomasse an **Orte effizienter Nutzung** gebracht werden
- SNG ist ökonomisch interessant für dezentrale Wärmebereitstellung nach den Anforderungen des **EWärmeG** von Baden-Württemberg
- 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 **ifk**

Norman Poboss, Mariusz Zieba



Bernd Stürmer, Tobias Kelm



KIT
Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Technfolgenabschätzung
und Systemanalyse (ITAS)
Ludwig Leible, Stefan Kälber,
Gunnar Kappler

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