



Ökobilanzwerkstatt 2012 Stuttgart

Kraftstoffgewinnung aus Biomasse - Systemanalytische Untersuchung thermochemischer Verfahren

Martin Henßler

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung,
Universität Stuttgart

04.-06. September 2012



Hintergrund

Thermochemische Verfahren (Schnellpyrolyse, Torrefizierung und Vergasung) zur Kraftstoffgewinnung aus Biomasse befinden sich noch in der Pilotphase

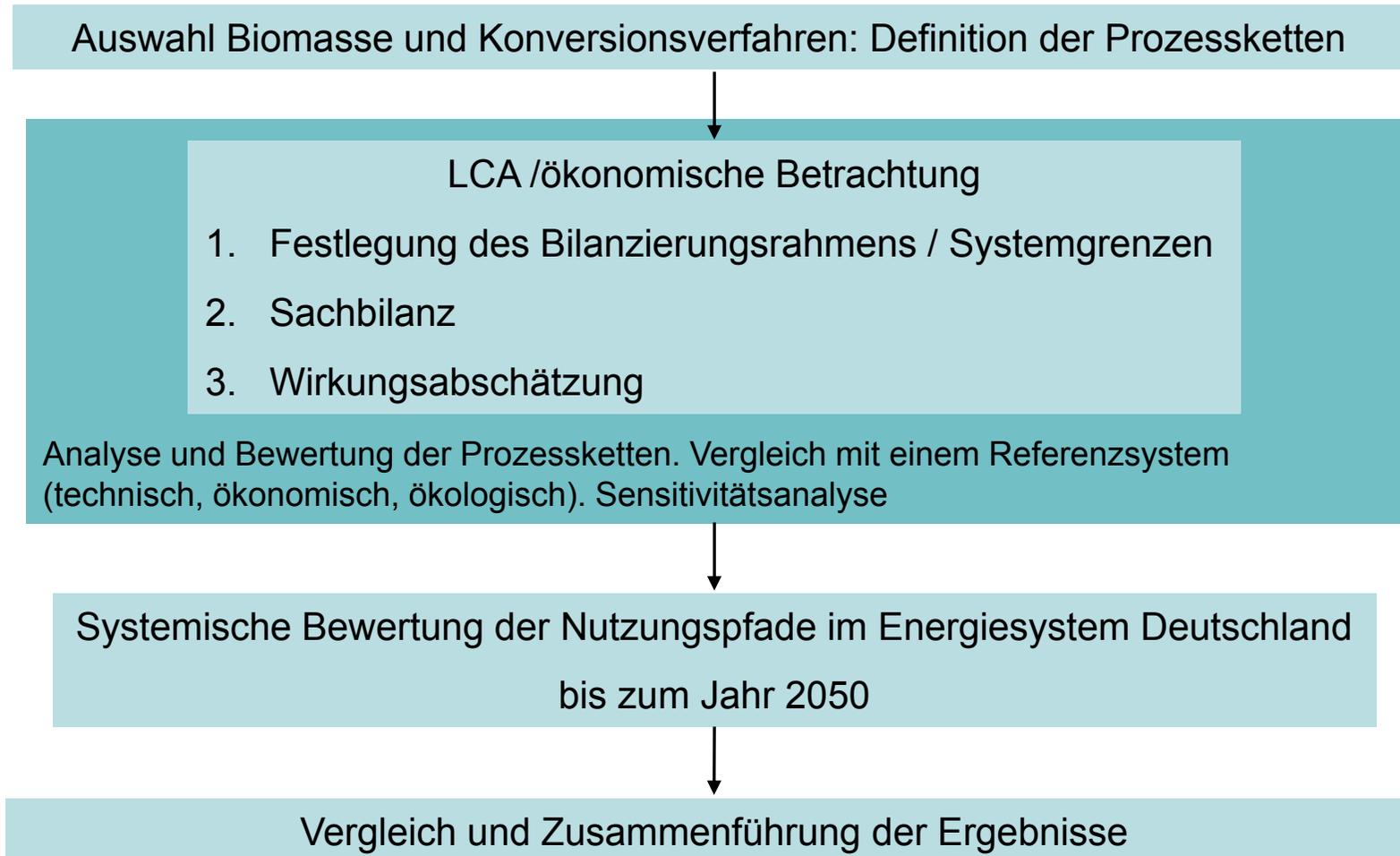
→ wenige Anlagen, die über mehrere Jahre betrieben wurden (FICFB Vergaser Güssing, CHOREN Alpha Anlage)

→ geringe Datengrundlage

→ Unsicherheiten u.a. bei der Ausbeute und Zusammensetzung der Produkte (Slurry, torrefizierte Biomasse, Syngas) der jährlichen Betriebsstunden, Kosten, etc.

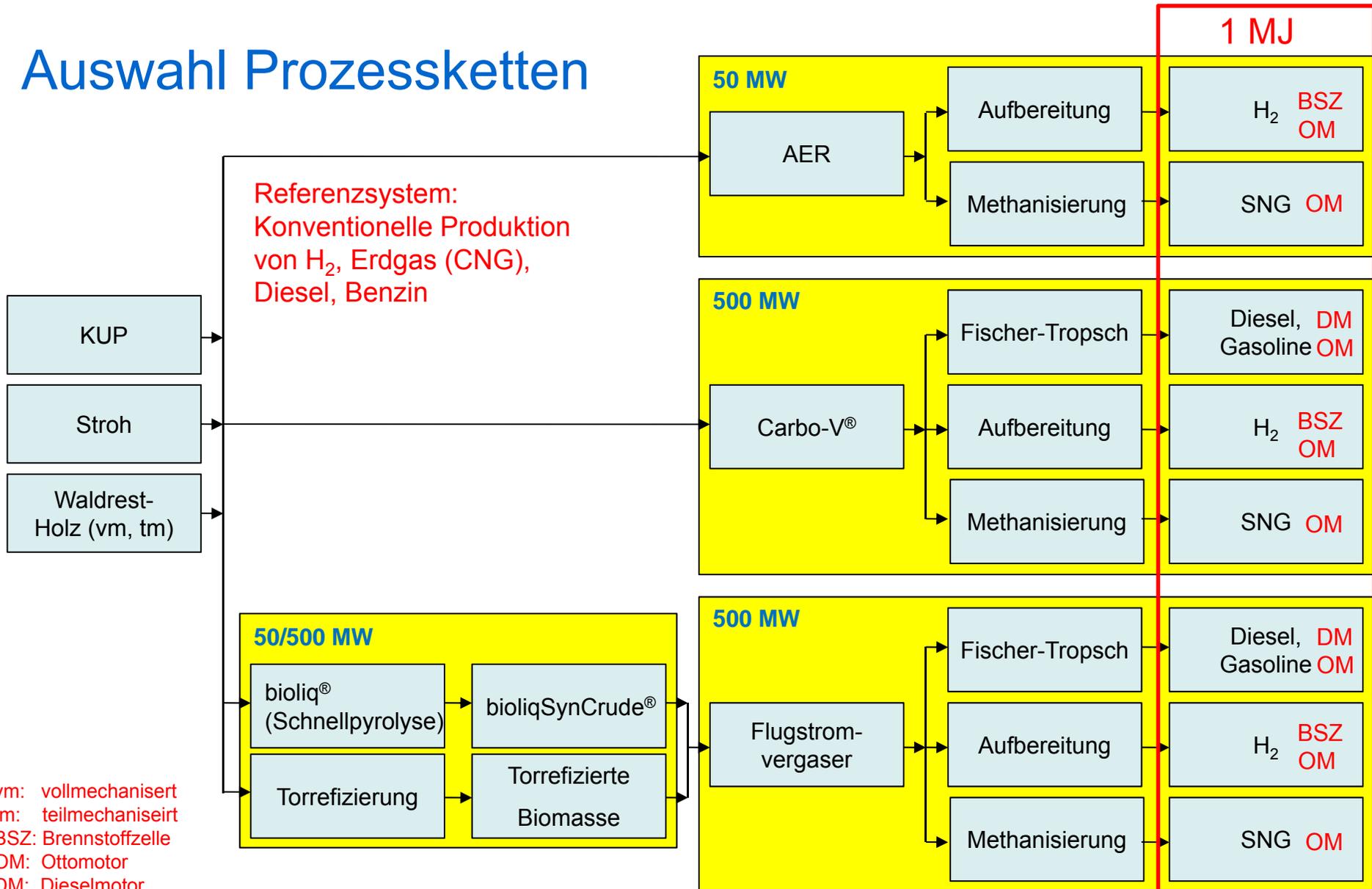


Vorgehensweise / Methode





Auswahl Prozessketten





Ermittlung des Einzugsgebiets

- dezentral

Transportentfernung Pyrolyse $sm = \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2}{\pi}} \times a$

Transportentfernung Pyrolyse – Flugstromvergaser

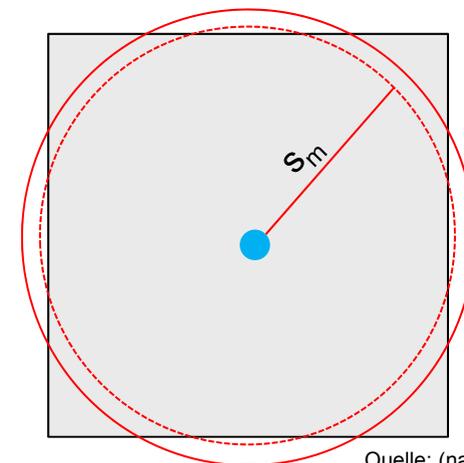
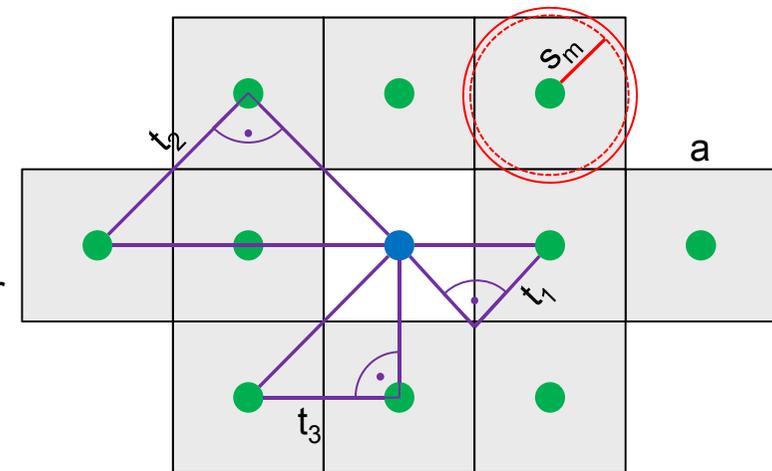
$$t1 = \sqrt{\frac{a2}{2}} \quad t2 = \sqrt{\frac{(2 \times a)2}{2}} \quad t3 = a$$

$$t = \frac{(4 \times (2 \times t1) + 2 \times (2 \times t2) + 4 \times (2 \times t3))}{10}$$

- Zentral

Transportentfernung Pyrolyse + Flugstromvergaser

$$sm = \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2}{\pi}} \times a$$



Quelle: (nach Kappler, 2008)



Ermittlung Einzugsgebiet

- Annahmen
 - i. Fläche BRD 35.712.350 ha
 - ii. mittleres WRH-Aufkommen $169 \text{ PJ}^1)/10,36 \text{ MJ/kg}/35.712.350 \text{ ha} = 0,46 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{a}) \text{ FM}$
 - iii. mittleres Stroh-Aufkommen $130 \text{ PJ}^1)/14,05 \text{ MJ/kg}/35.712.350 \text{ ha} = 0,26 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{a}) \text{ FM}$
 - iv. mittleres KUP-Aufkommen $110 \text{ PJ}^1)/12,14 \text{ MJ/kg}/35.712.350 \text{ ha} = 0,25 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{a}) \text{ FM}$
 - v. Leistung Vergaser $500 \text{ MW}_{\text{BM in}}$ (Slurry)

Schnellpyrolyse (zen-, dezentral) + Flugstromvergaser

		Stroh zentral	Stroh dezentral	WRHvm²⁾ zentral	WRHvm dezentral	KUP zentral	KUP dezentral
Biomasse in (FM)	[t/a]	1.057.045	1.079.397	1.344.627	1.510.160	1.170.510	1.270.867
Fläche	[km ²]	40.799	41.661	29.437	33.061	46.140	50.096
Transport BM	[km]	107	34	91	31	114	38
Slurry	[t/a]	0	802.139	0	826.193	0	826.193
Transport Slurry	[km]	0	125	0	111	0	137

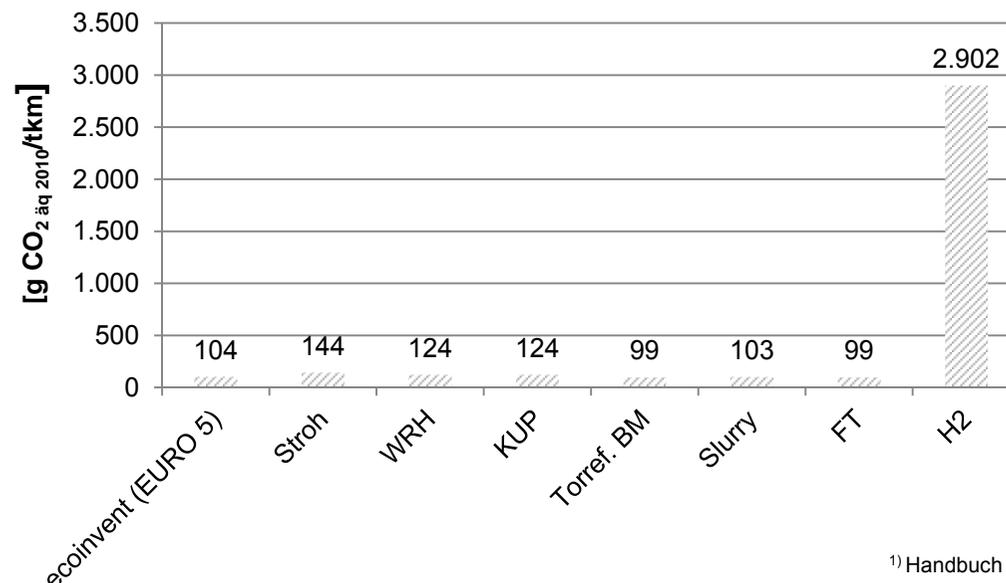
¹⁾ FNR Leitfaden Bioenergie
²⁾ vm: vollmechanisierte Ernte



Transportprozess in Abhängigkeit von Transportgut und Jahr (2010-2050)

- Problem: ecoinvent Prozess geht von durchschnittlicher Beladung (11,68 t) aus.
→ Prozess anhand HBEFA¹⁾ (Emissionen aus Verbrennung + Dieselbedarf) selbst erstellt.
Vorprozesse (LKW Produktion etc.) aus ecoinvent angepasst.

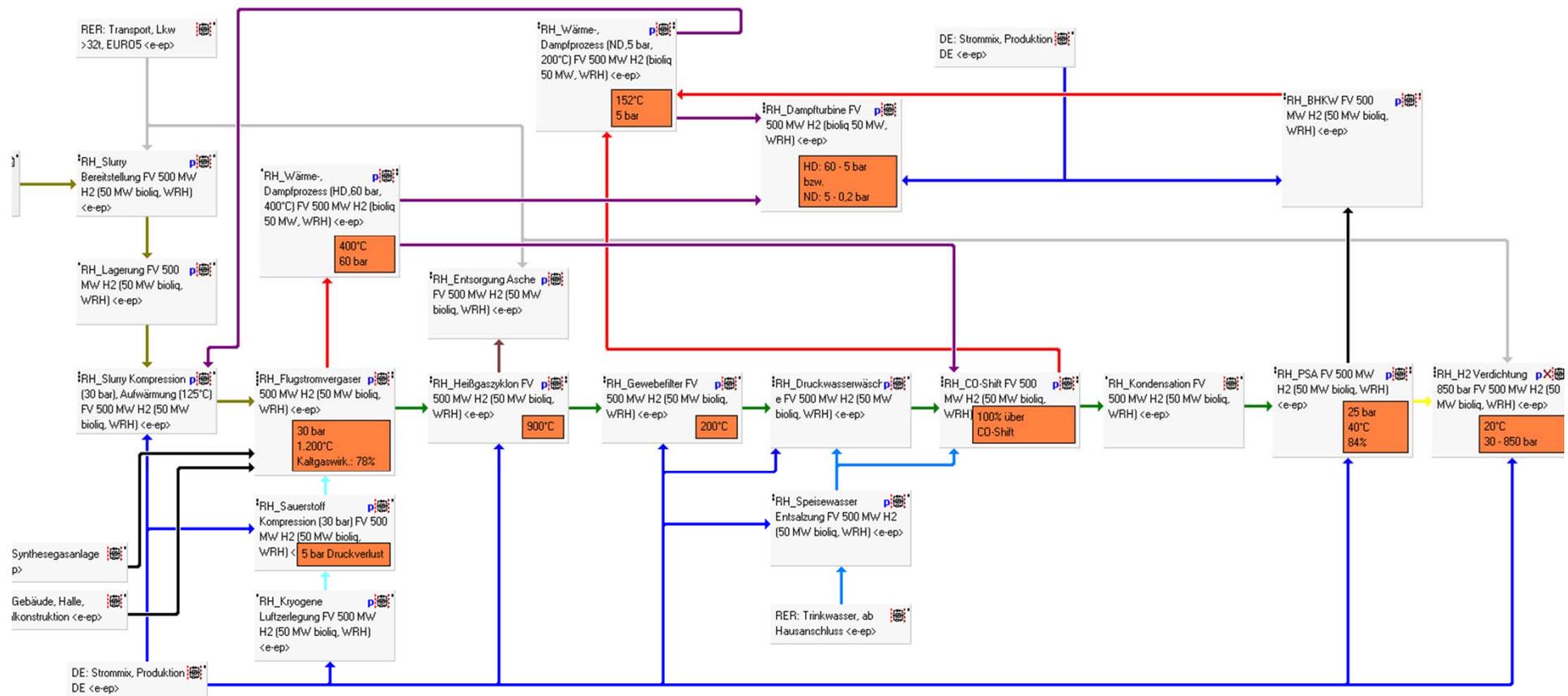
Transport LKW	Stroh	WRH	KUP	Torref. BM	Slurry	FT-Diesel	H ₂
LKW Zuladung max. [t]	24	24	24	24	24	24	24
LKW Zuladung [m ³]	108	57	57	57	18	40	
Dichte Energieträger [t/m ³]	0,13	0,30	0,30	0,75	1,25	0,78	
Heizwert Energieträger [MJ/kg]	14	10,36	12,14	19,03	16,83	44,00	125,4
Tonnen bezogene Zuladung LKW[t]	14	17,1	17,1	24	22,5	24	0,53
transportierte Energiemenge [MJ]	197.262	177.156	207.620	456.740	378.675	1.056.000	66.462



¹⁾ Handbuch Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr V. 3.1

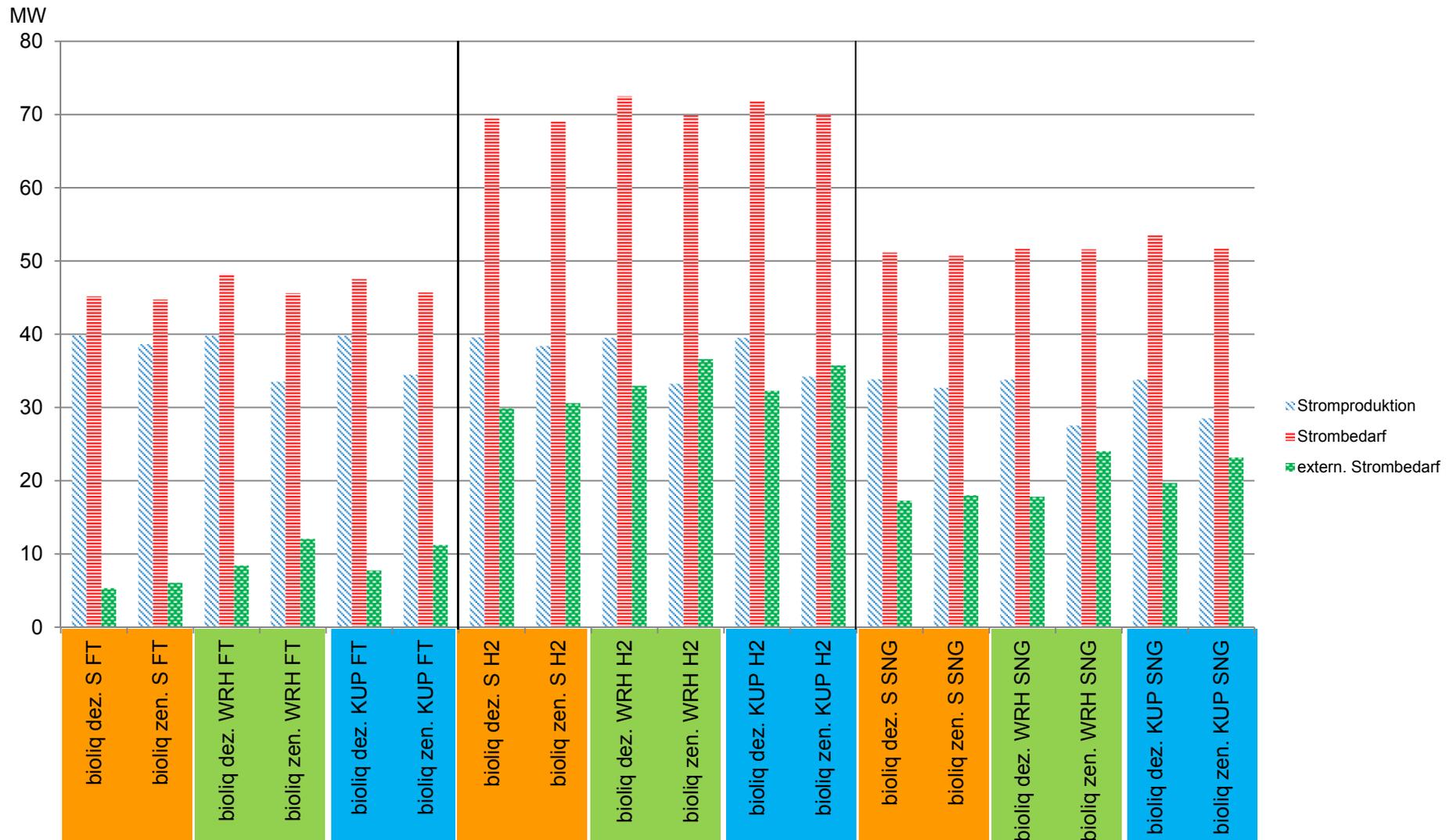


Flugstromvergaser mit Wasserstoffgewinnung



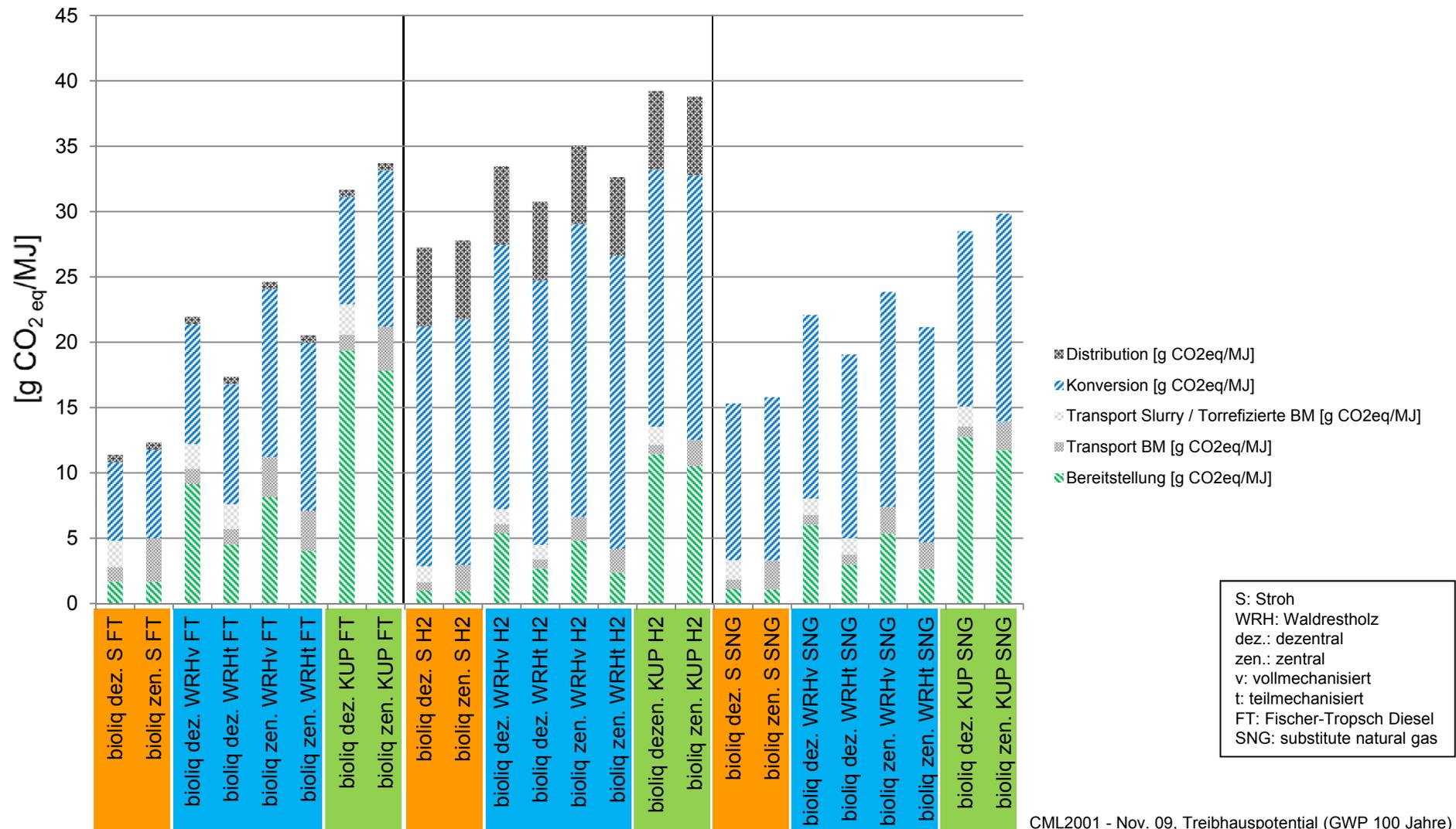


Stromproduktion, -bedarf der Schnellpyrolyse + FV





THG-Emissionen Schnellpyrolyse + Flugstromvergaser



CML2001 - Nov. 09, Treibhauspotential (GWP 100 Jahre)



Schlussfolgerung

- Die Bereitstellung/Produktion von KUP verursacht die höchsten THG Emissionen (ohne Transport zur Konversionsanlage)
 - i. Stroh 0,56 g CO_{2 eq}/MJ
 - ii. WRH_{vm} 2,92 g CO_{2 eq}/MJ
 - iii. WRH_{tm} 1,45 g CO_{2 eq}/MJ
 - iv. KUP 6,26 g CO_{2 eq}/MJ
- Die dezentrale Konzepte schneiden bezüglich der THG Emissionen besser als die Zentralen ab (Ausnahme H₂-Produktion aus KUP).
- Die geringsten THG Emissionen (11 g CO_{2 eq}/MJ_{FT-Diesel}) entstehen bei der FT-Diesel Produktion aus Stroh mit der dezentralen Schnellpyrolyse und dem zentralen Vergaser.
- Die höchsten THG Emissionen (39 g CO_{2 eq}/MJ_{H2}) entstehen bei der Wasserstoff-Produktion aus KUP mit der dezentralen Variante.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt

Martin Henßler

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)
Abteilung Systemanalyse und Erneuerbare Energien (SEE)

Universität Stuttgart ■ Hessbrühlstr. 49a ■ 70565 Stuttgart
Tel.: +49 (0)711 685 87868 ■ Fax: +49 (0)711 685 87873

E-Mail: martin.henssler@ier.uni-stuttgart.de