

Evaluierung eines Anlagenkonzepts zur Kraftstofferzeugung durch thermochemische Konversion von Klärschlamm

9. Wissenschaftskongress „Abfall- und Ressourcenwirtschaft“ der DGAW e.V.



Johannes Neidel
Fraunhofer UMSICHT

14.03.19
Amberg

Konversion von Reststoffen

Motivation



Grenzen
regenerativer
Nutzung



Diskussion
Teller-Tank



Biogene Reststoffe



Bioabfall¹
4 Mio. Mg/a



Garten- und Parkabfälle²
4,5 Mio. Mg/a



Stroh³
8 - 13 Mio. Mg/a



Gärrest⁴
80 Mio. Mg/a



Klärschlamm⁵
1,9 Mio. Mg/a (TS)



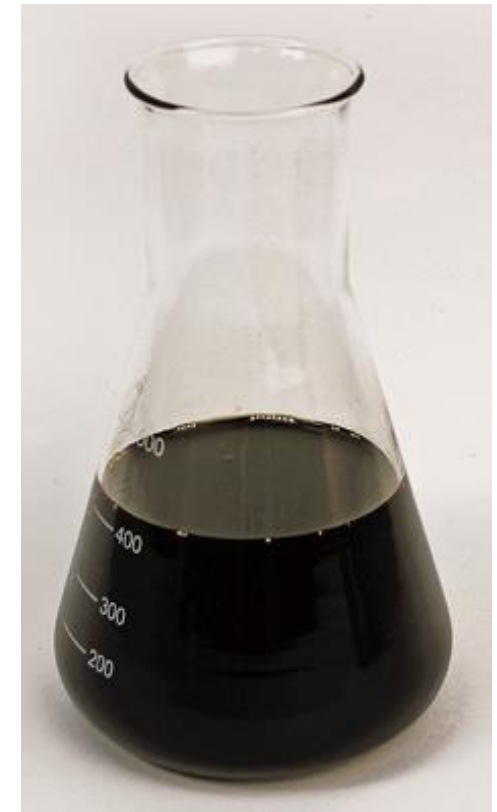
Quellen: ¹ UBA, 2011 ² Destatis 2010 ³ Zeller et al., 2011; ⁴ eigene Abschätzung; ⁵ UBA, 2012



Thermochemische Konversion von Biomasse

Pyrolyseprozess

- Thermochemische Zersetzung von organischen Materialien
 - In Abwesenheit von Sauerstoff
 - Unter erhöhten Temperaturen
- Hauptpyrolysearten und Ausbeuten
 - Holzkohleherstellung mittels langsamer Pyrolyse
 - Produktion von Pyrolyseöl mittels schneller Pyrolyse



Fraunhofer UMSICHT

Thermochemische Konversion von Reststoffen

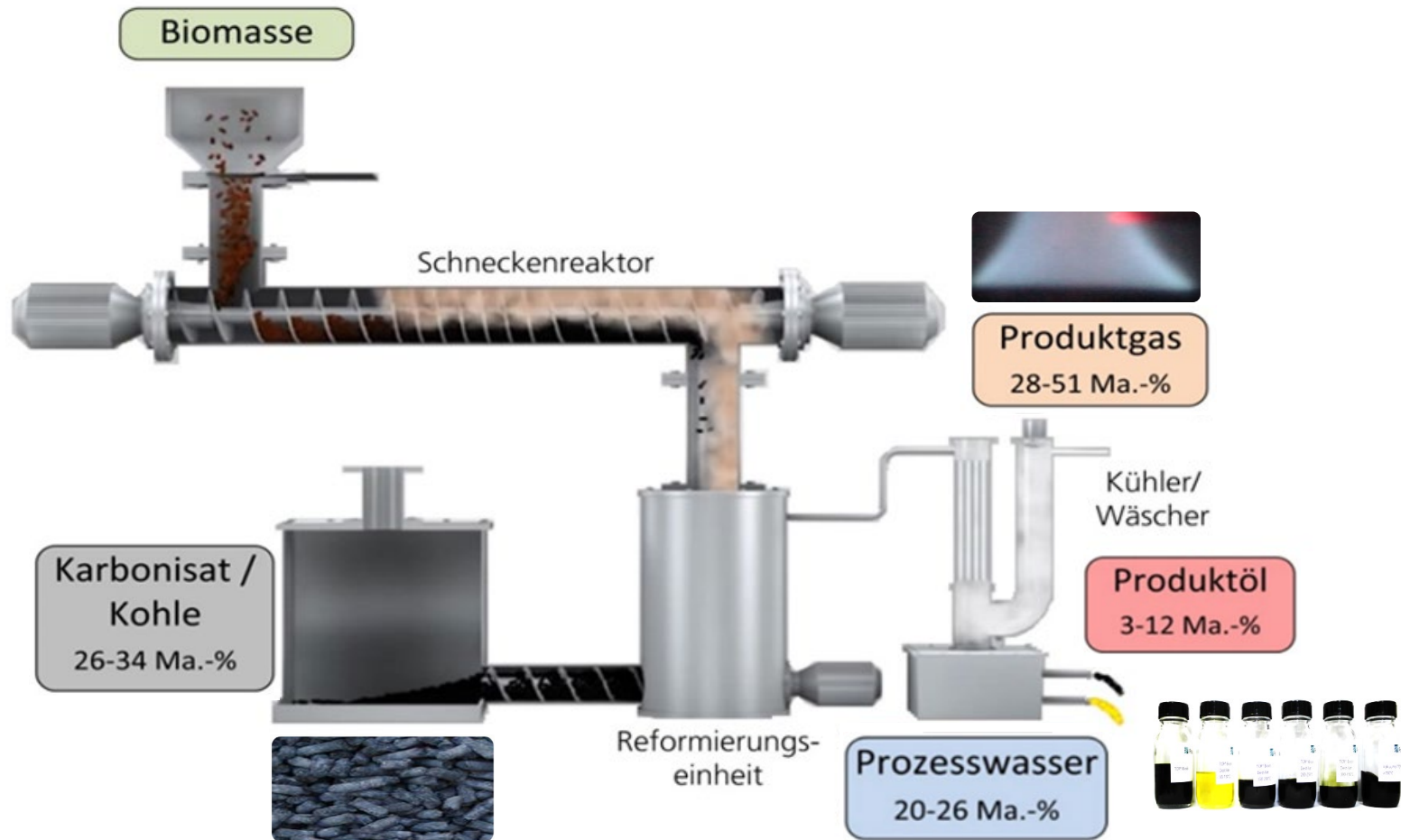
TCR®- Prozessbedingungen

- Pyrolyse-Temperatur ca. 450 °C
- Reformer-Temperatur variabel bis 750 °C
- Heizrate > 10 K/s
- Partikelgrößen > ca. 2 mm
- Trockensubstanz > 80 % (Vortrocknung optional)
- Jedwede Biomasse einsetzbar



Thermochemische Konversion von Klärschlamm

TCR®-Verfahren



Quelle: [1] [2]

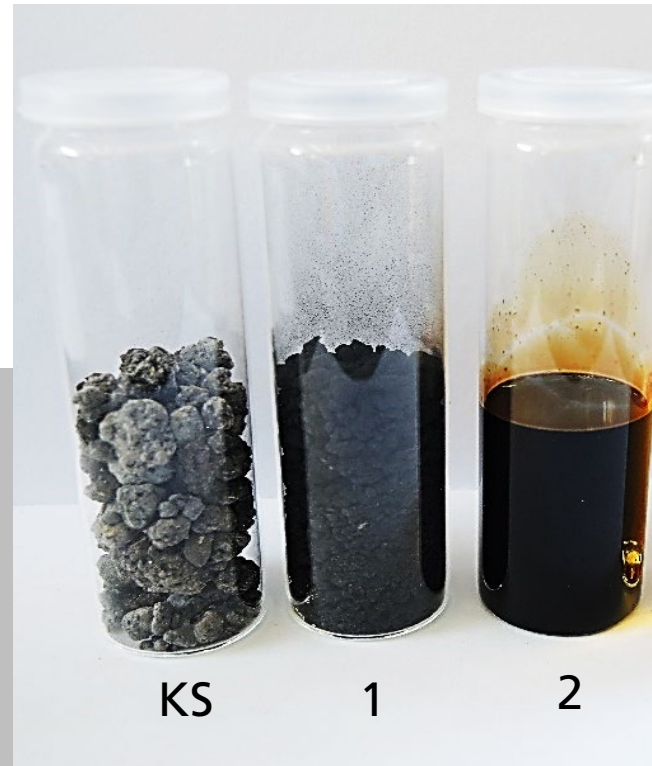
Thermochemische Konversion von Klärschlamm

TCR®- Produkte

- Produkte
 - TCR®-Karbonisat (1)
 - TCR®-Öl (2)
 - TCR®-Gas (3)

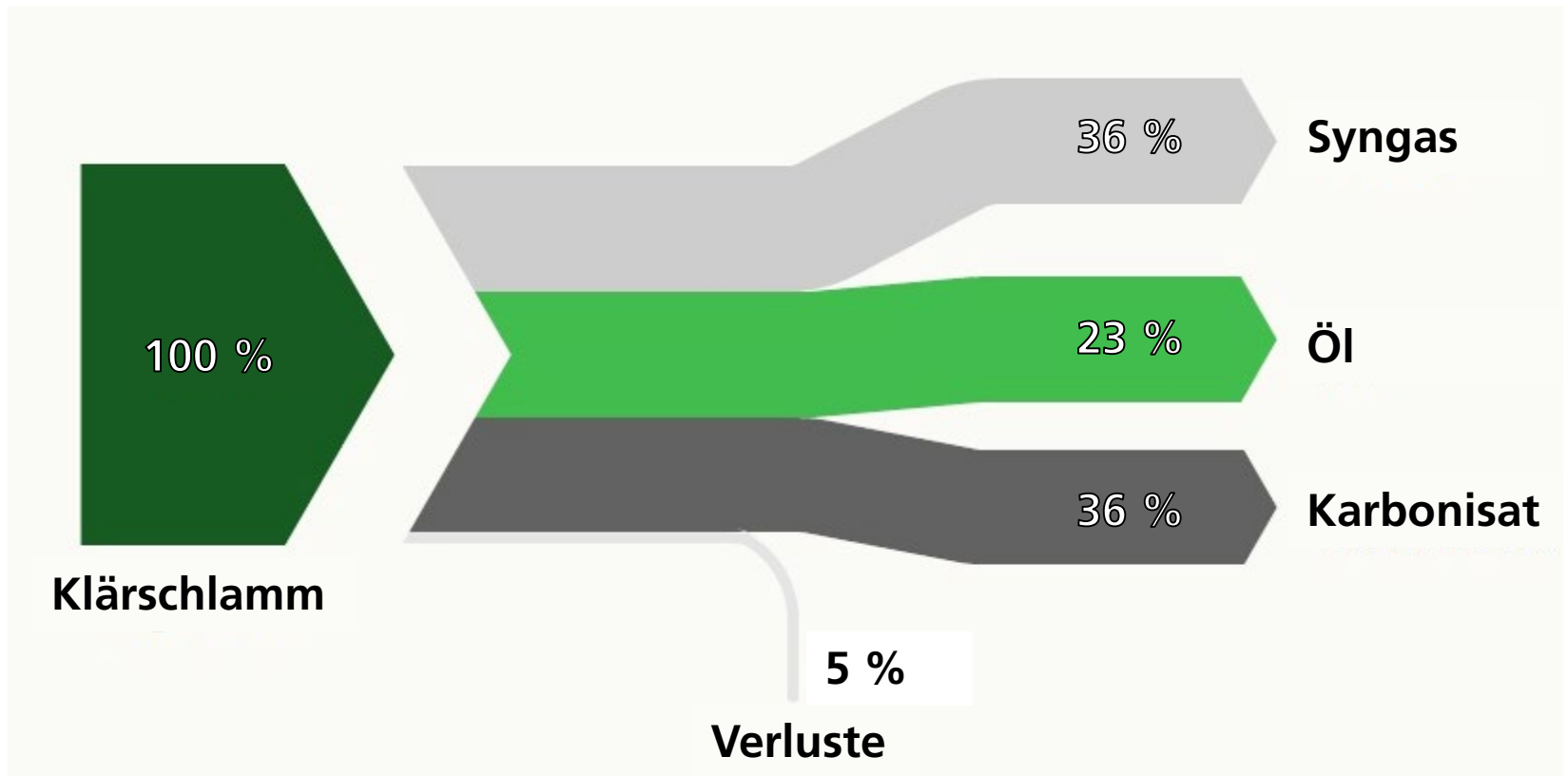


H ₂	45 ± 5 v/v%
CO	15 ± 3 v/v%
CO ₂	25 ± 3 v/v%
CH ₄	9 ± 2 v/v%
C _x H _y	2 ± 1 v/v%



Thermochemische Konversion von Klärschlamm

Energiebilanz für Klärschlamm



Thermochemische Konversion von Klärschlamm

TCR®- Produktverwendung – Pyrolysegas

Energetische Nutzung

BHKW-Kraftstoff

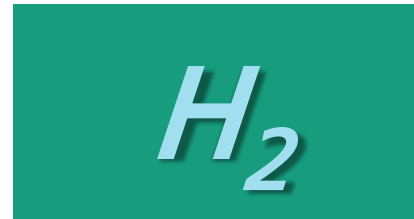
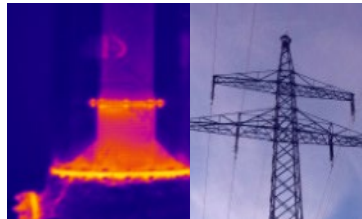
Dual-Fuel-Nutzung (mit Bio-Öl)

Gasbrenner (Beheizung)

Stoffliche Nutzung

Synthesegas

Grüner Wasserstoff



Konversion von Reststoffen

TCR®- Produktverwendung – Karbonisat

Energetische Nutzung

Mitverbrennung in Kraftwerken

Zementindustrie

Vergasung



Stoffliche Nutzung

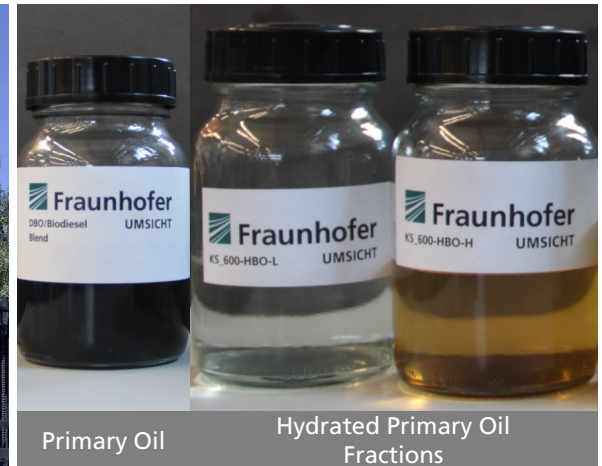
Bodenverbesserer

Phosphorrückgewinnung



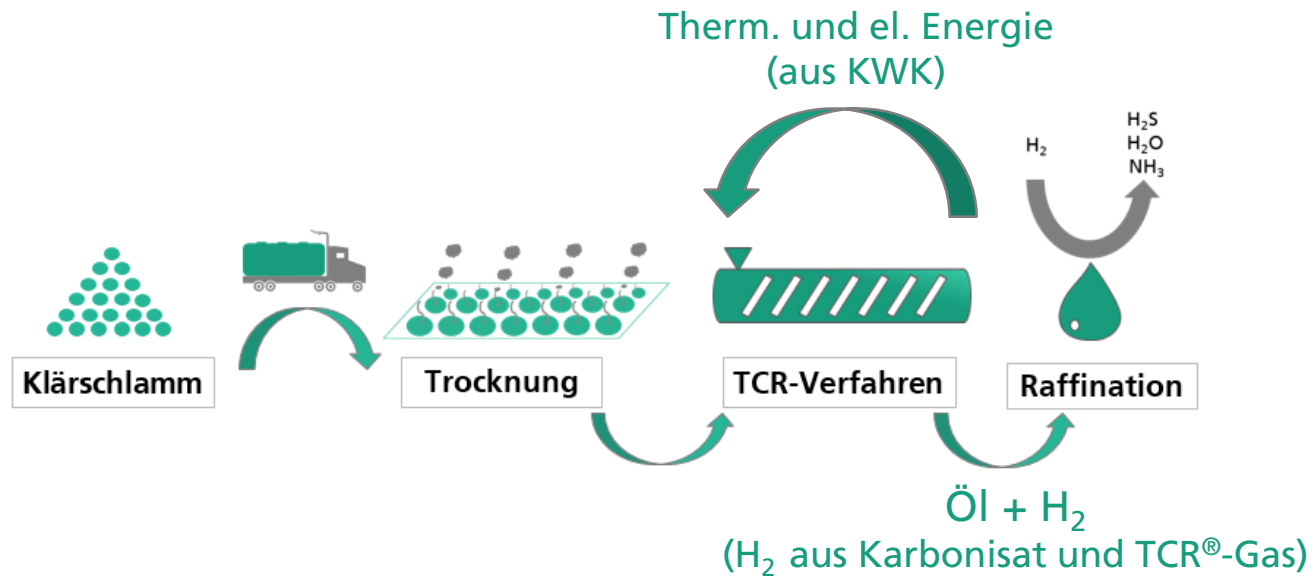
Konversion von Reststoffen

Industrielle TCR-Anlage



TCR®-Versuche – CO₂-Bilanzierung

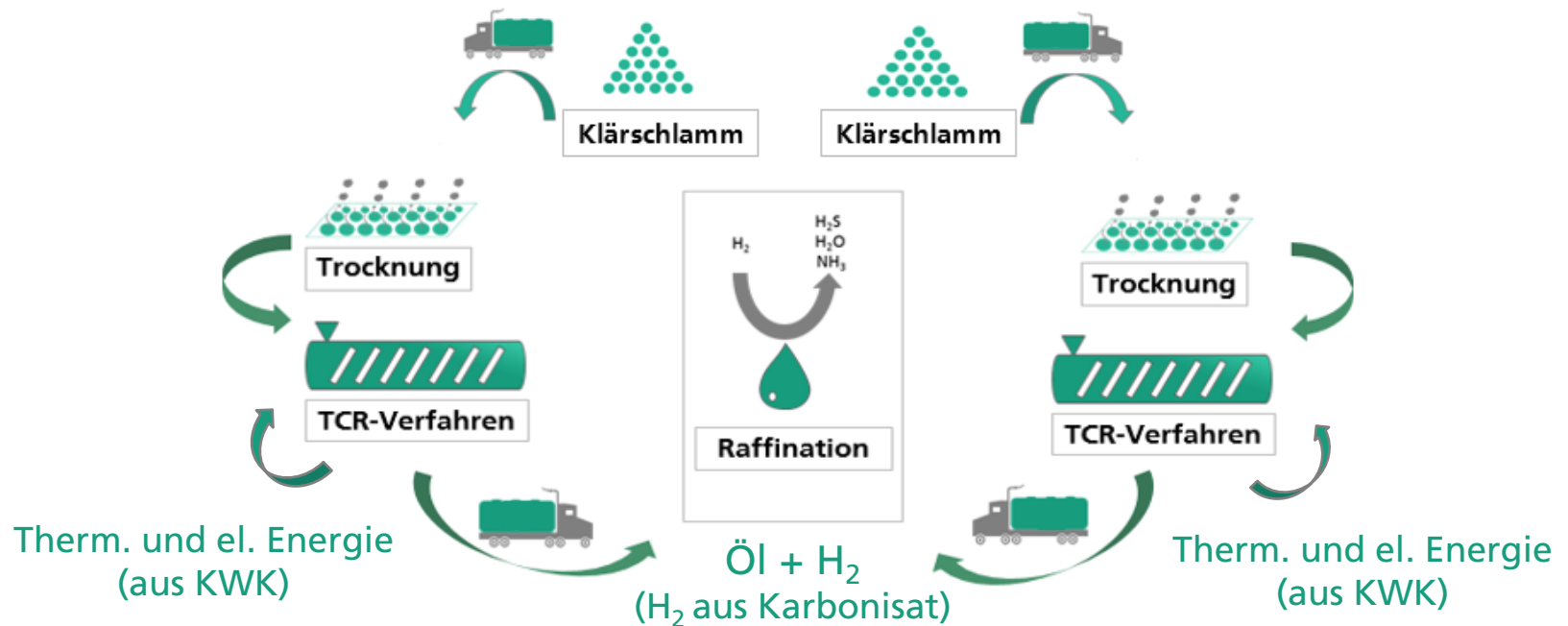
Szenario 1:



Dezentrale Verarbeitung und Aufbereitung zu Kraftstoffen

TCR®-Versuche – CO₂-Bilanzierung

Szenario 2:



„Dezentrale Konversion – zentrale Kraftstoffaufbereitung

TCR®-Versuche – CO₂-Bilanzierung

Szenarienübersicht:

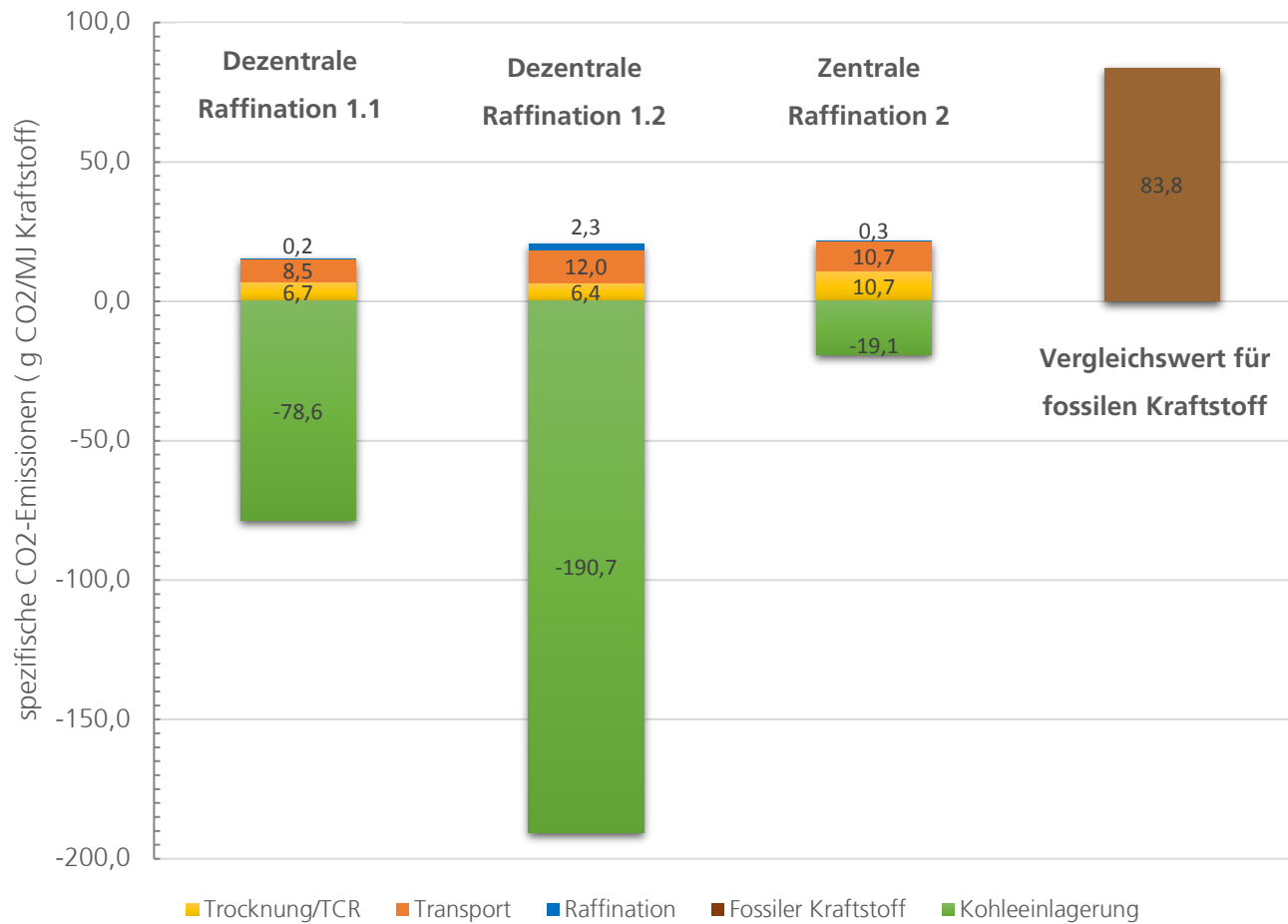
Szenario	Dezentrale Raffination 1.1	Dezentrale Raffination 1.2	Zentrale Raffination 2
Trocknung	Karbonisatvergasung + KWK	Holzvergasung + KWK	Holzvergasung + KWK
Transport (LKW) Trocknung / Raffination / Prozesswasserentsorgung & Karbonisatsequestrierung	650 km	650 km	850 km
Karbonisatsequestrierung*	41%	100 %	10 %
Wasserstoffbereitstellung	DWA von TCR®-Gas und Karbonisat nach Vergasung	Elektrolyse aus KWK- Strom (Holzvergasung)	DWA von Karbonisat nach Vergasung
Kraft-Wärme-Kopplung	Rest TCR®-Gas und Karbonisat nach DWA	Holzvergasung + KWK	TCR®-Gas mit Wasserstoff und Kar- bonisat nach Vergasung und nach DWA

* Menge an Karbonisat, die nicht zur Wasserstoffgewinnung benötigt wird (in 1.1 und 2.0)



TCR®-Versuche – Ergebnisse

CO₂-Bilanzierung TCR®-Kraftstoff



Ausblick

Thermokatalytisches Reforming

- Langzeitversuche und weitere Optimierungen um:
 - Jährliche Betriebsstunden im Dauerbetrieb zu ermitteln
 - Abfallmengen zu reduzieren / vermeiden
 - Betriebskosten zu senken
- Generierung eines Biokraftstoffes
 - Emissionseinsparungen von 95 % bis 240 %
 - Erfüllt europäische Kraftstoffnormen (EN 228 und EN 590)
 - Verwertung von Rest- und Abfallstoffen (Klärschlamm)
 - Schonung der natürlichen Ressourcen



Fraunhofer

UMSICHT

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fraunhofer UMSICHT
Institute Branch Sulzbach-Rosenberg

An der Maxhütte 1

92237 Sulzbach-Rosenberg

Phone: +49 (0) 9661 908-400

E-Mail: info-suro@umsicht.fraunhofer.de

Internet: <http://www.umsicht-suro.fraunhofer.de>
<http://www.centrum-energiespeicherung.de>

Fragen?



Quellen:

1. Quicker, Peter und Schulten, Marc. Biokohle: Erzeugung und technische Einsatzmöglichkeiten. *Müll und Abfall - Fachzeitschrift für Abfall- und Ressourcenwirtschaft*. 2012, September 2012.
2. Binder, S., et al. Design, construction and results of a demo-scale pyrolysis and reforming plant for non-woody residue biomass. *Papers of the 23rd European Biomass Conference*. 2015.