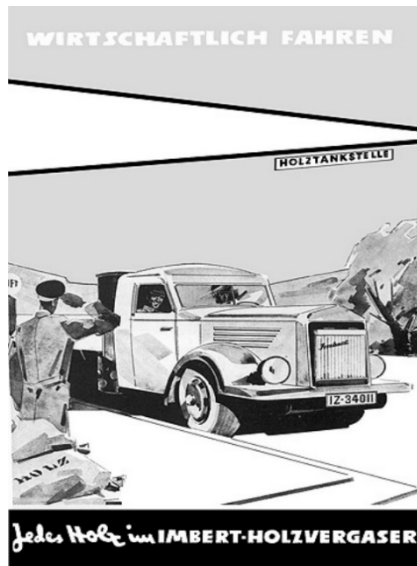


Kommt nach der Verbrennung die Vergasung von Biomasse?

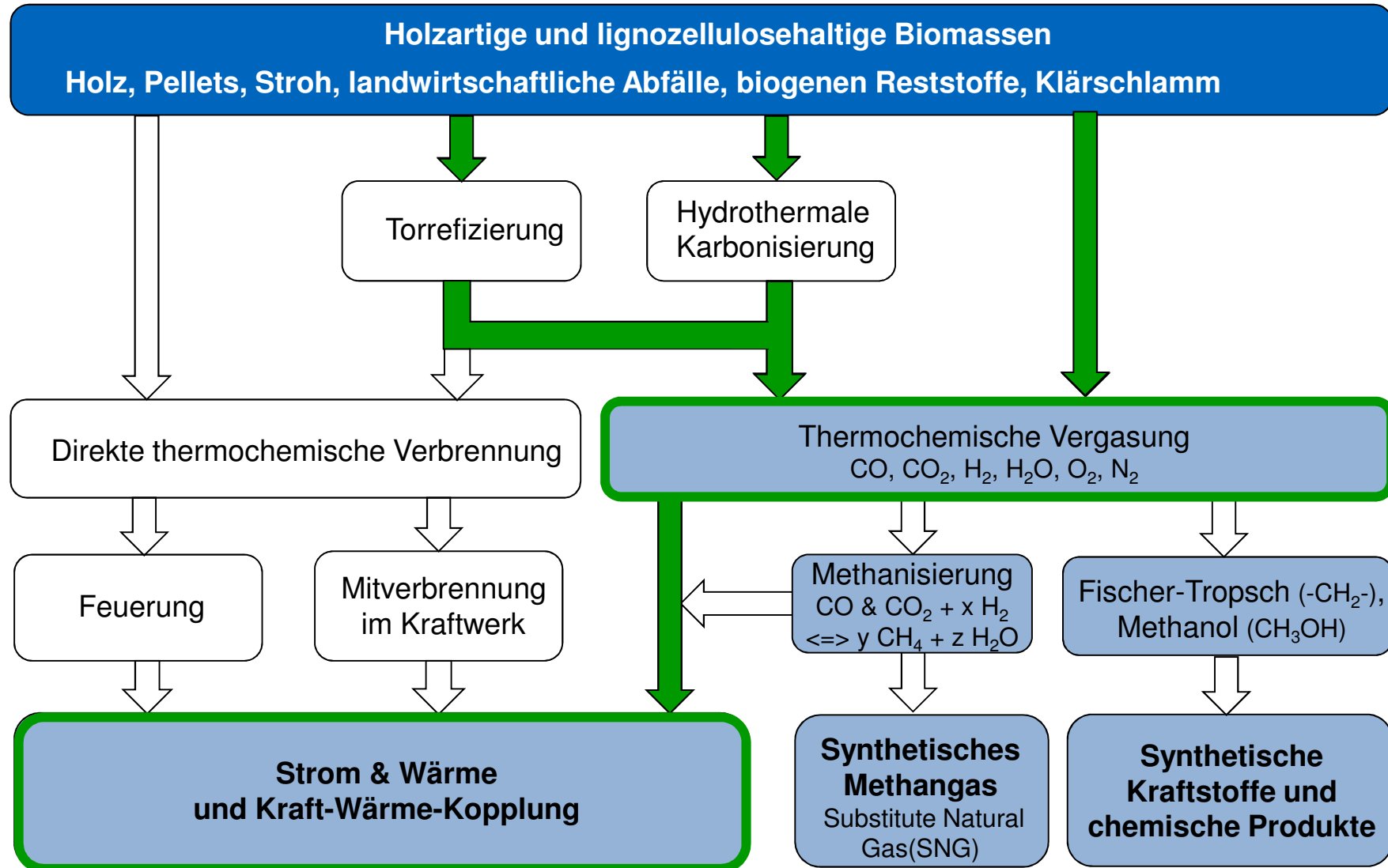
Prof. Dr.-Ing. Matthias Gaderer

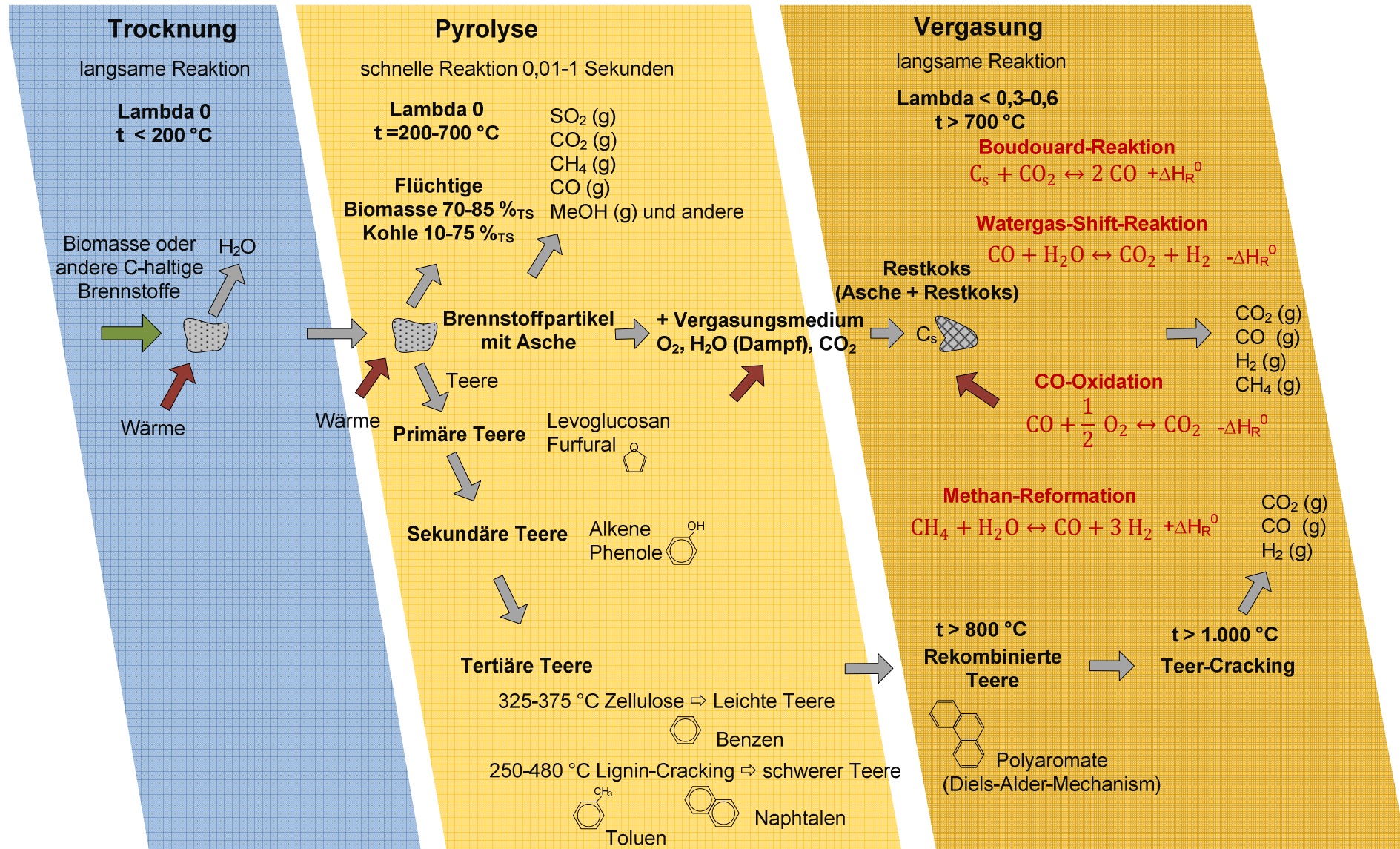
gaderer@tum.de

www.res.wzw.tum.de

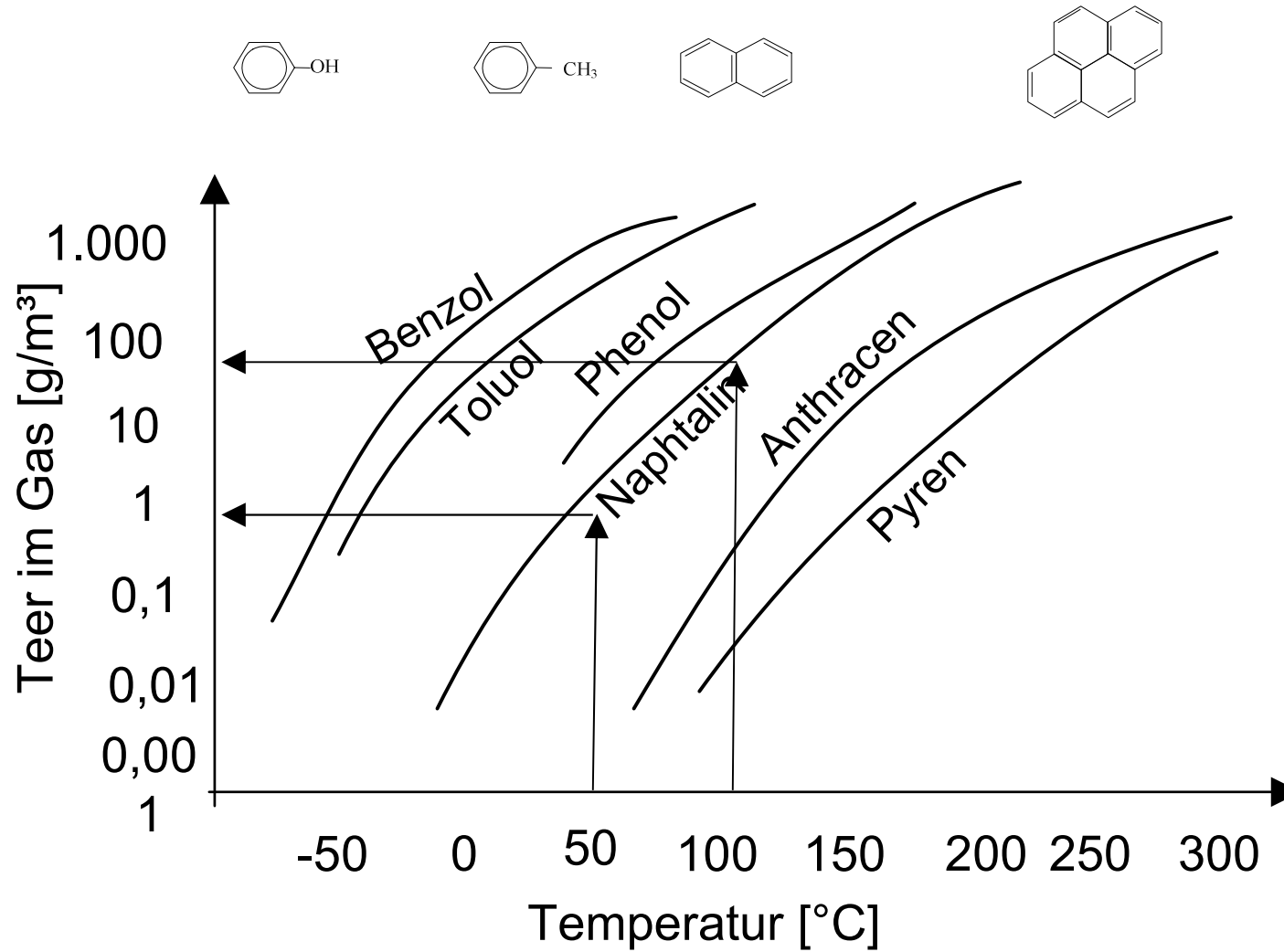


Thermochemische Konversion von Biomasse





Kondensation von Teeren



Teere

- kondensierte Teere
- gasförmige Teere

- Wäscher

Wasser: Teere nur teilweise löslich und Abwasserproblem

Rapsöl, Biodiesel löst Teere, und kann im Vergaser verbrannt werden

- Katalysatoren, $> 800\text{ °C}$, teuer, Standzeit

Partikel

- Aschepartikel
- Restkoks
- Rußpartikel
- kondensierter Teere

- Zyklon

- Keramikfilter ($T > 600\text{ °C}$)

- Metallfilter ($T > 200\text{ °C}$)

- Gewebefilter ($T < 200\text{ °C}$)

Chlor, Schwefel

- Adsorbentien (Zn, Na, Al) im Festbett

Beispiel für Teere und Partikel, Rapsölwäscher mit Elektrofilter



Gastemperatur < 60 °C

Ziele für Gasmotor:

Teere Zielsetzung < 10 mg/Nm³

Partikel Zielsetzung < 10 mg/Nm³

Druckstoßfeste Ausführung &
Druckentlastung



Für die Reinigung des
Produktgas aus einem
Festbettvergaser
für die Verwendung in einem
Gasmotor mit 500 kW_{el.}

PTFE-beschichteter Glasgewebefilter < 250 °C



Metallgewebe- filter < 450 °C



Koeb, Oskar Winkel

Faserkeramik- filter < 450 °C



Glofume, England

Sintermetall- filter < 700 °C

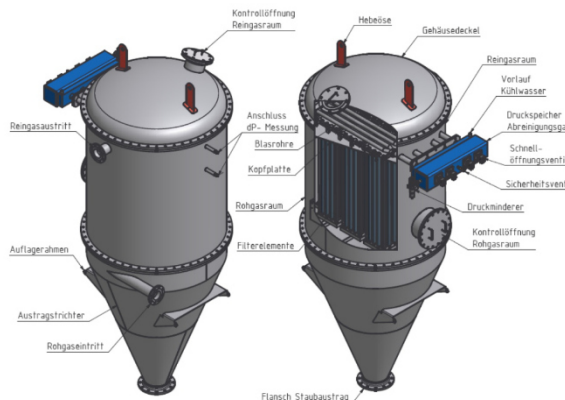


GKN

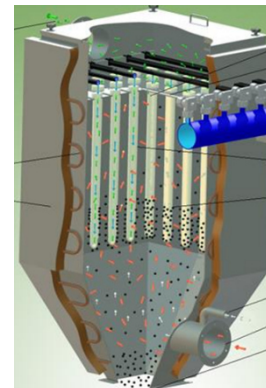
Kornkeramik- filter < 800 °C



Pall, Schumacher,
Schumalith



Herding GmbH Filtertechnik, ALPHA, Amberg

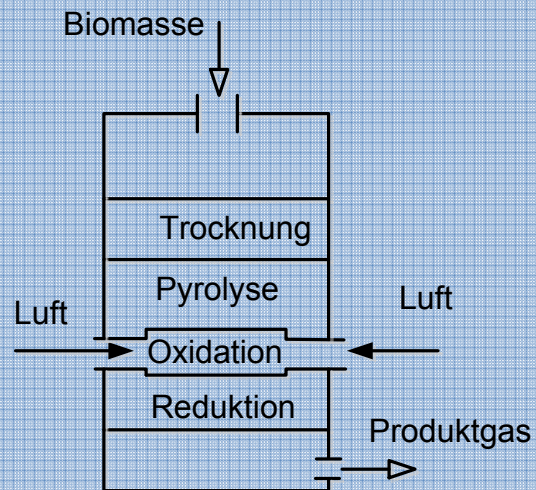


Glofume, England



Drei wesentliche Typen von Vergasern

Festbett



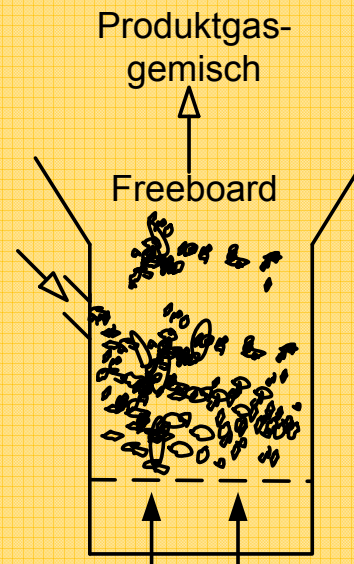
Brennstoff... 10–100 mm

Wasser ... < 20%

Temp. ... 800-1.250 °C

Teere ... 50–100.000 mg

Wirbelschicht



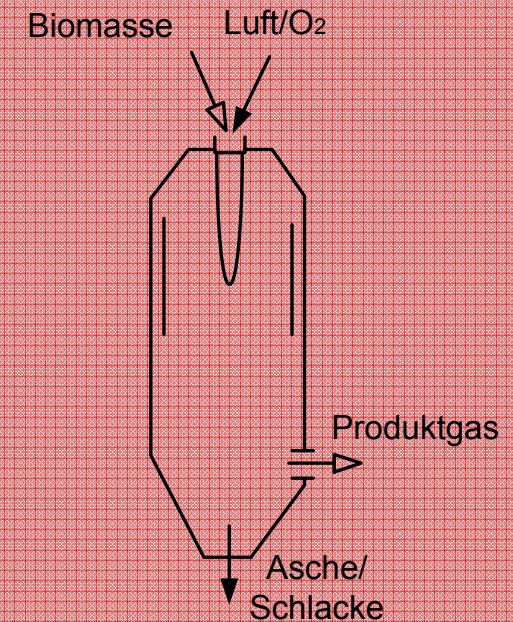
10–300 mm

< 30%

800-950 °C

1.000–30.000 mg

Flugstrom



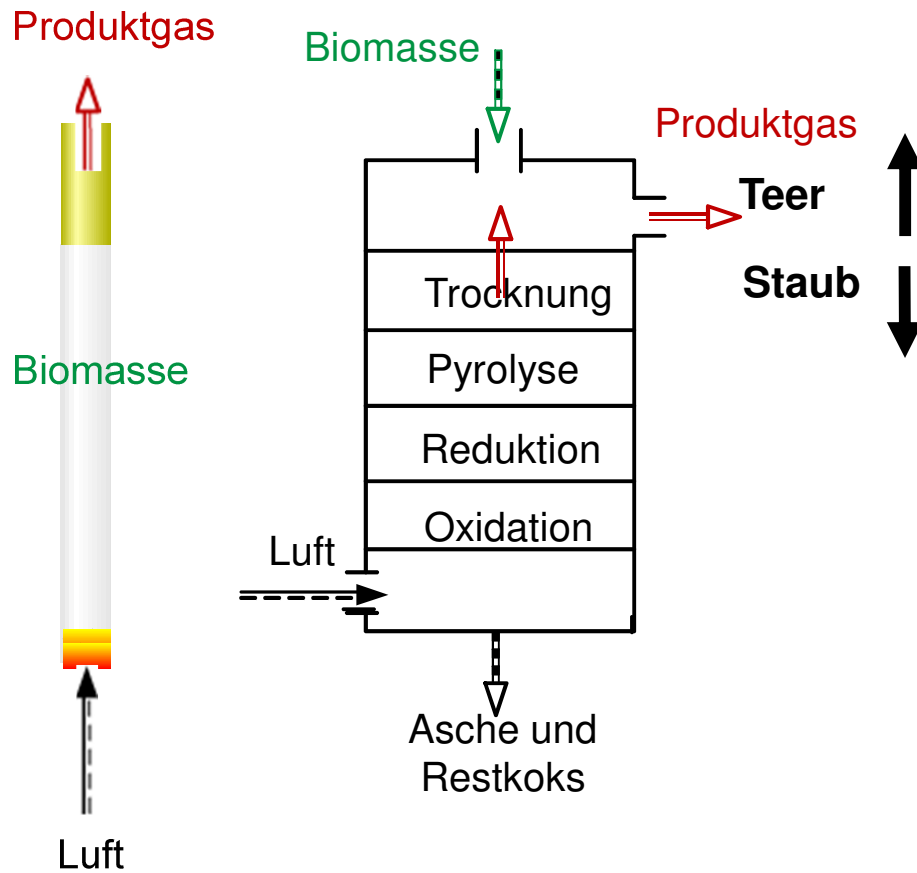
50–500 µm

< 30 %

950-1.800 °C

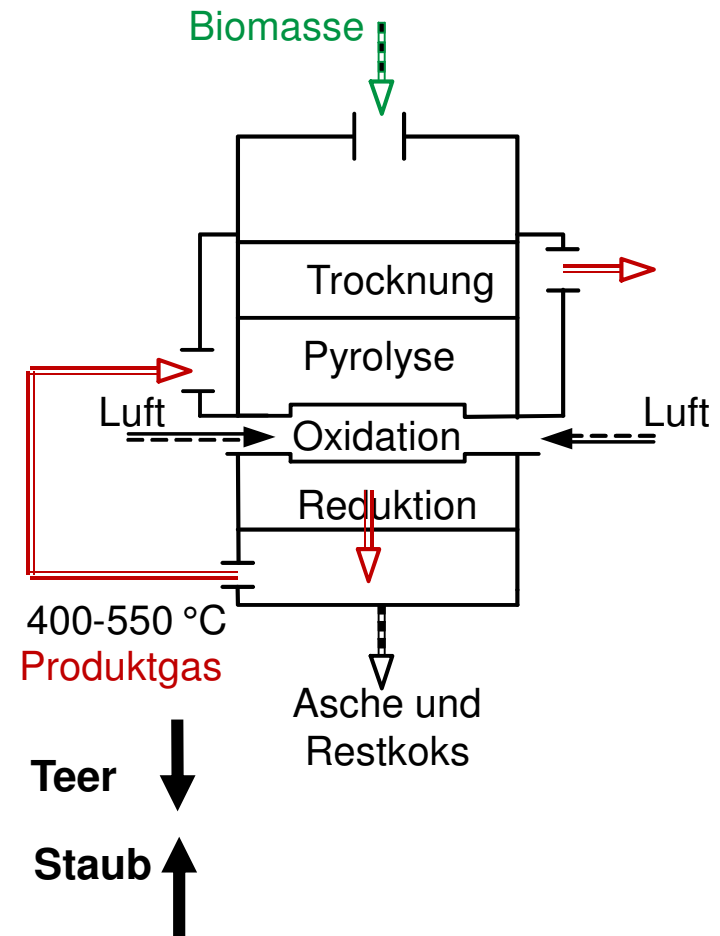
<50 mg

Gegenstromvergaser Gas aufsteigend

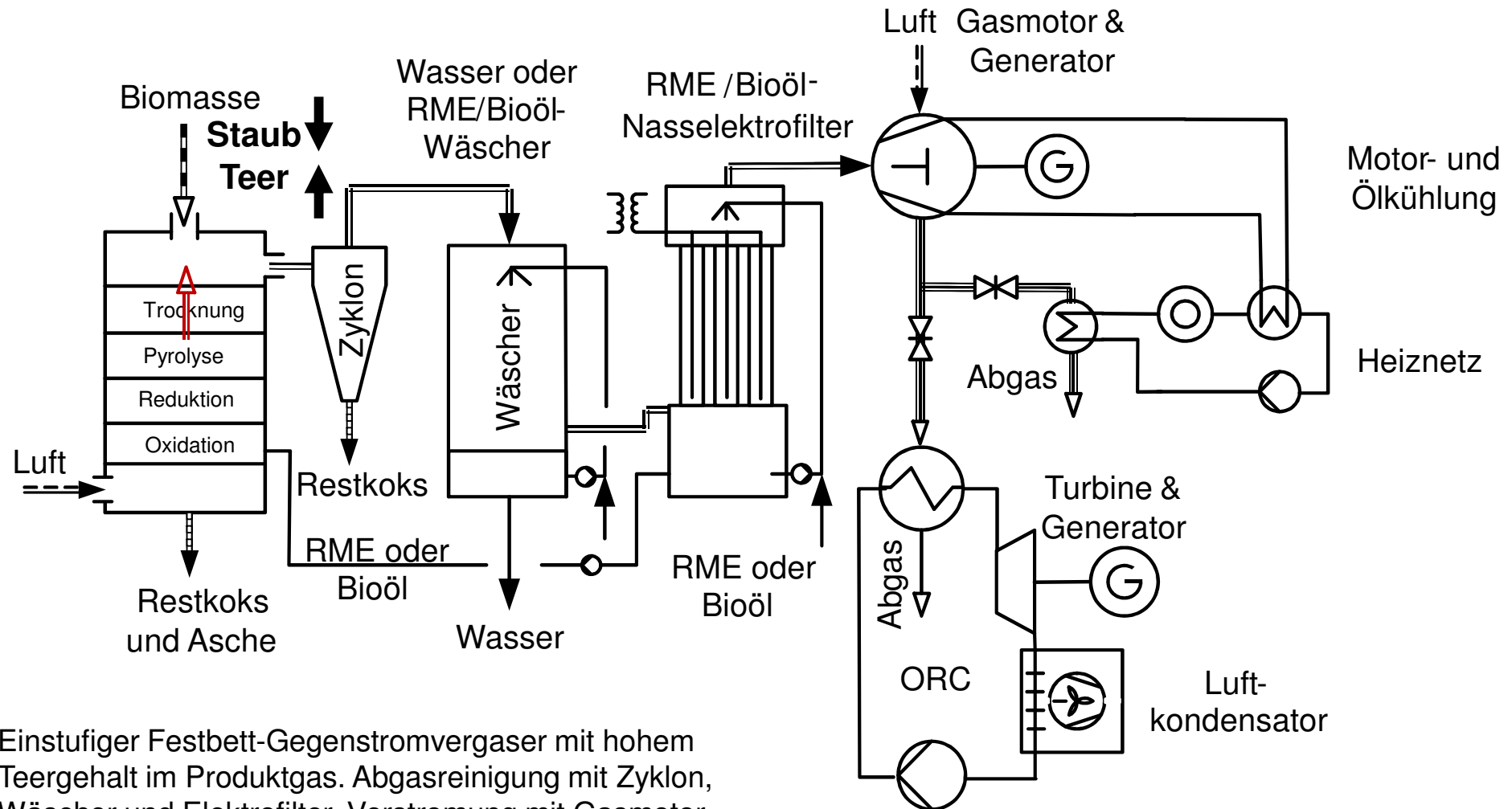


Gleichstromvergaser Gas absteigend

mit Beheizung der Trocknungs- und Pyrolysezone



hoher Teergehalt, daher Wäscher

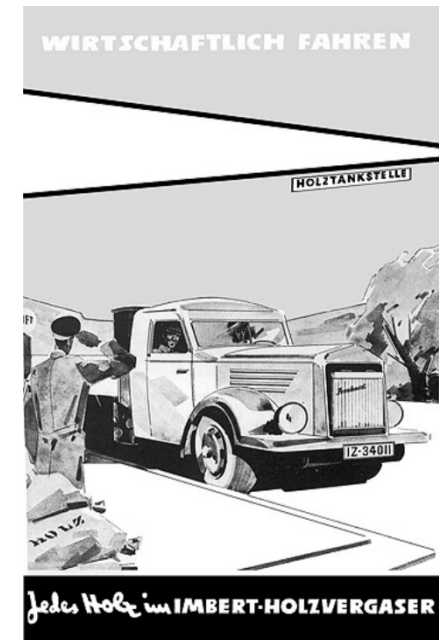
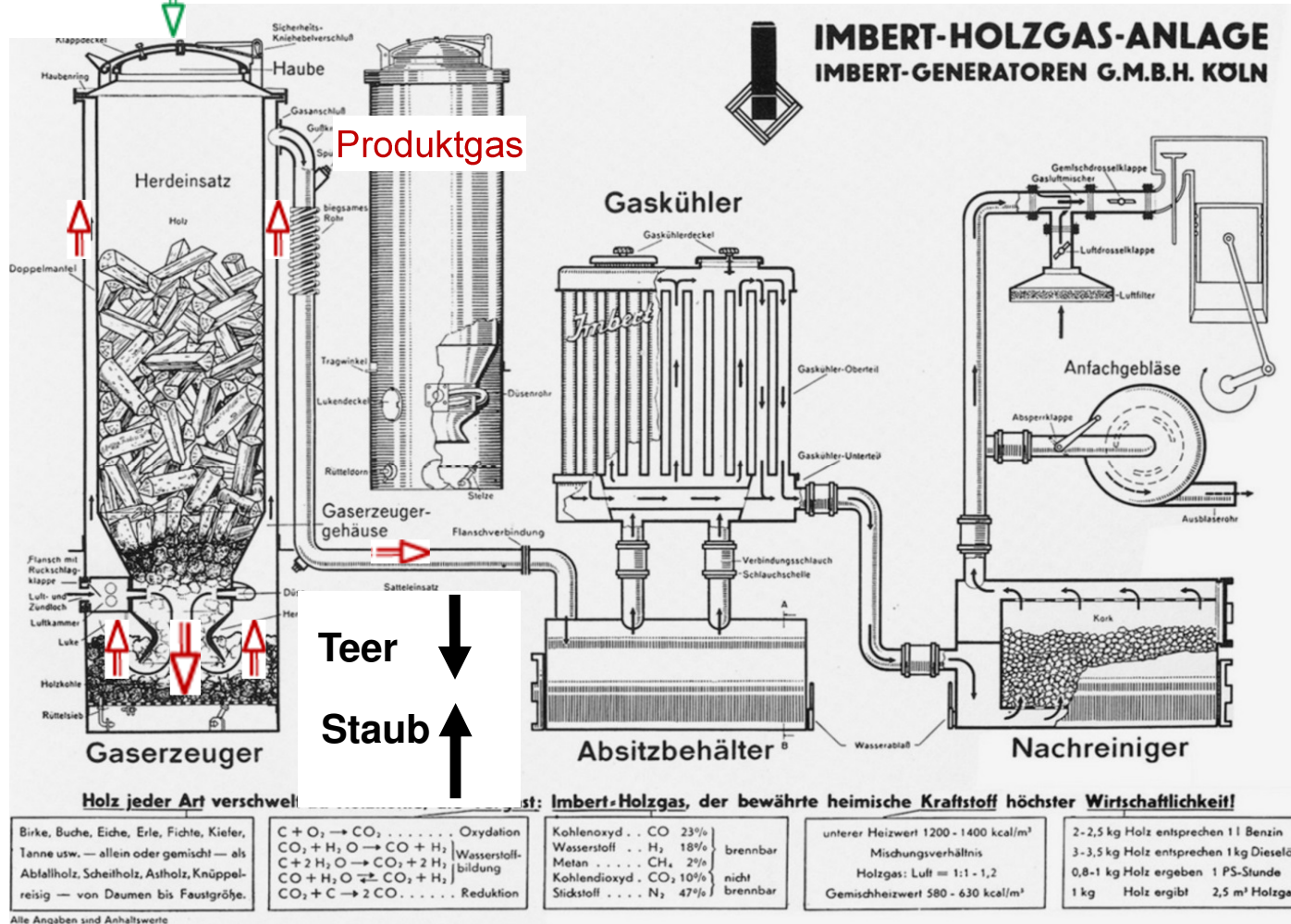


Einstufiger Festbett-Gegenstromvergaser mit hohem Teergehalt im Produktgas. Abgasreinigung mit Zyklon, Wäscher und Elektrofilter, Verstromung mit Gasmotor und nachgeschaltetem Organic Rankine Cycle

Festbettvergaser Gleichstrom - Gas absteigend

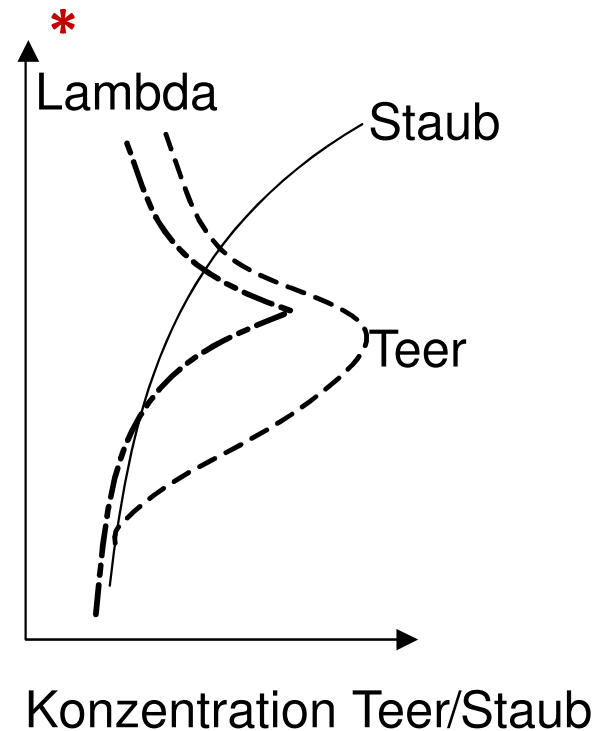
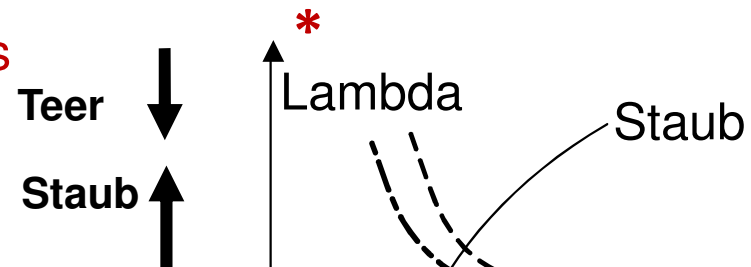
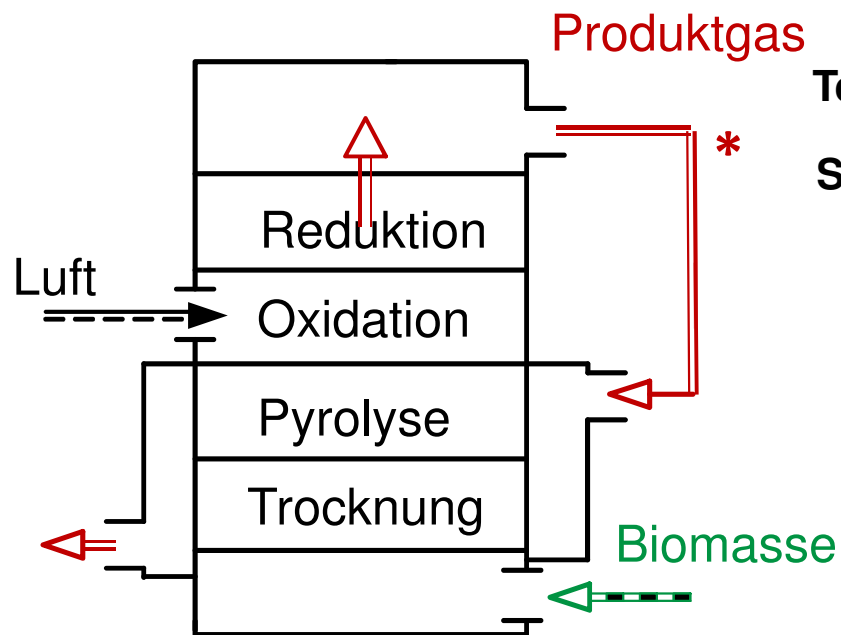
Biomasse

hoher Staubgehalt, daher Schüttbettfilter



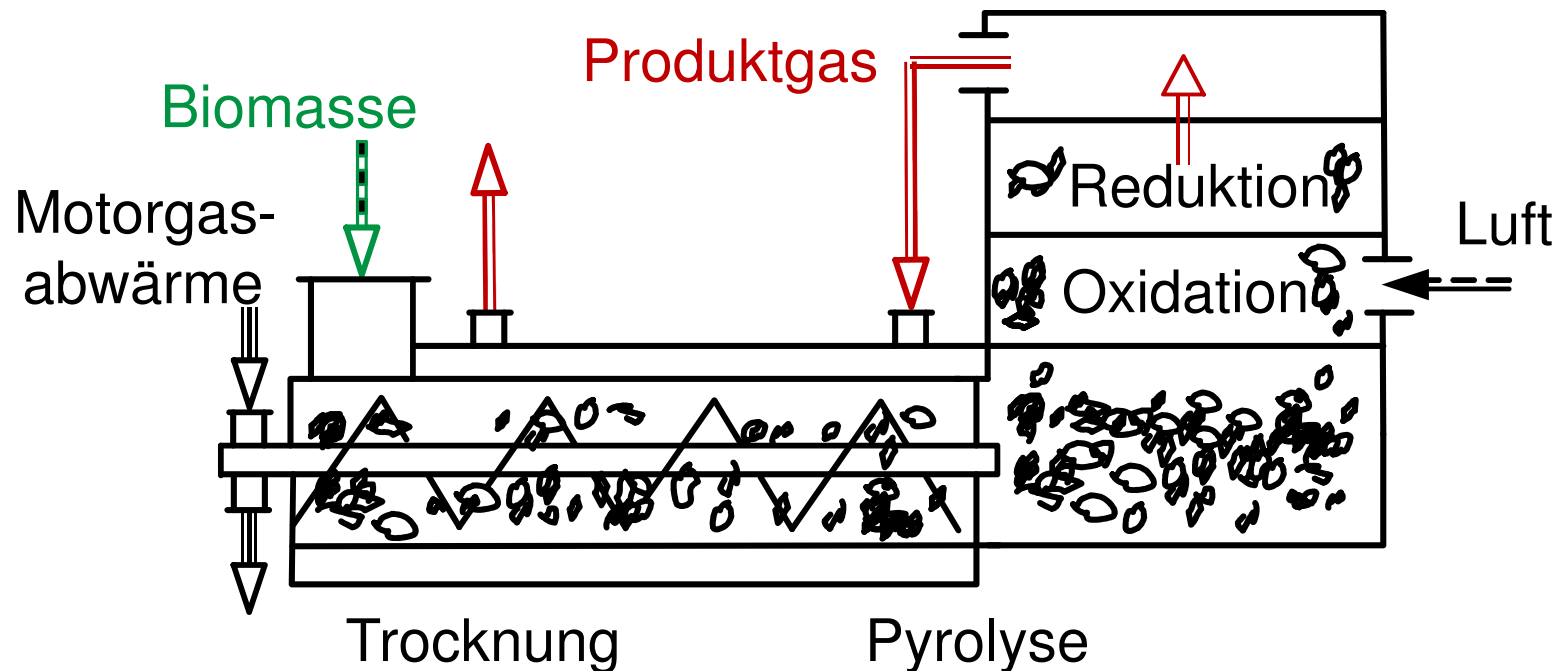
30-iger Jahre

180° Drehung des Gleichstromvergasers – Gas aufsteigend mit Beheizung der Trocknungs- und Pyrolysezone

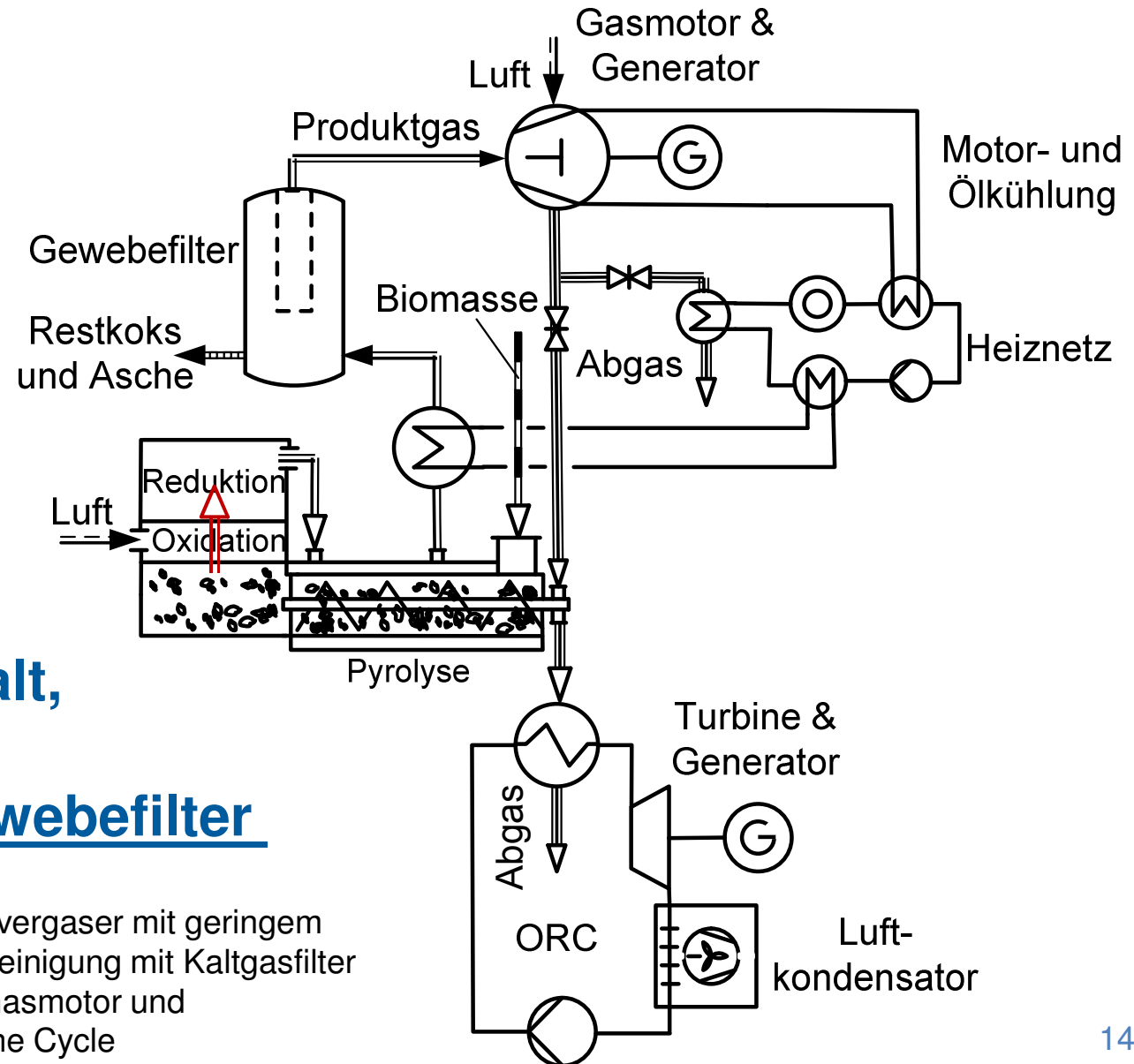


Zweistufiger Gleichstromvergaser - Gas aufsteigend

mit Beheizung der Trocknungs- und Pyrolysezone



Zweistufige Ausführung ermöglicht verbesserte Reaktionsabläufe, Regelung und Wärmemanagement



**geringer Teergehalt,
hoher Staubwert.
möglichst nur Gewebefilter**

Zweistufiger Festbett-Gleichstromvergaser mit geringem Teergehalt im Produktgas. Abgasreinigung mit Kaltgasfilter (Gewebefilter), Verstromung mit Gasmotor und nachgeschaltetem Organic Rankine Cycle

Anlage	Technik	$\eta_{el,KWK}$ [%]	$\eta_{th,KWK}$ [%]	$\eta_{ges,KWK}$ [%]
Oberwart	Güssing Wirbelschicht-Vergaser, Gas-Otto Motor, ORC	31	18	49
Güssing	Güssing Wirbelschicht-Vergaser, Gas-Otto Motor, ORC	25	56	85
Ulm	Güssing Wirbelschicht-Vergaser, Gas-Otto Motor, ORC	33	47	80
Burkhardt, Syncraft, Xylogas, Urbas, ...	Festbettvergaser, Gas-Otto Motor oder Zündstrahlmotor (< 500 kW_{el})	27-30	45-55	75-90
Bauart Toblach	Rostfeuerung (keine Vergasung), ORC, Abgaskondensation	17	80	97
Bauart Leipzig	Wirbelschichtfeuerung (keine Vergasung), Dampfturbine	32	18	50

Gegenstrom	Gleichstrom absteigend	Gleichstrom aufsteigend	Wirbelschicht
Ligento ₁₃₀	(Viking Vergaser/DTU _{F&E, 20})	Stadtwerke Rosenheim _{(>50)²}	Repotec/Güssing >2.000
(Pyroformer _{F&E, 2})	Spanner Re _{<45}	GTS Syngas _{<130}	Sülzle Kopf Syngas ₆₀₀
	Fröling ₅₀	Burkhardt _{>165}	
	GTS Syngas _{<130}	Syncraft _{>180^{1,2}}	
	Urbas _{>150}	A.H.T. _{1.000}	
Gegenstromvergaser	Gleichstromvergaser	Aufsteigender Gleichstromvergaser	
Werner ₁₈₅	Xylogas ₂₂₀		
	Kuntschar _{<150}		
	Mothermik ₂₅₀		
	Cleanstgas _{250²}		
	A.H.T. _{1.000}		

¹der Wirbelschicht ähnlich/Schwebebett
²Zweistufige Vergasung
 F&E ... Forschungsvergaser
 AB_z z ... elektrische Leistung

Sehr wenige Verstromungstechniken für Holz im Bereich $< 500 \text{ kW}_{\text{el}}$ verfügbar. Vergasung ist daher interessant für Eigenstromerzeugung.

Einige (wenige) Hersteller von Festbettvergasern mit ausreichend positiver Erfahrung im kommerziellen Betrieb.

Für Vergasung gut Brennstoffqualität ($w < 20\%$) erforderlich.

Technik für Festbettvergaser durch zweistufige Vergasung und z. B. Gleichstrom aufsteigend verbessert.

Restkoksfall bei Festbettvergasers, weitere Nutzung offen ?

Reduktion der Investitionskosten primär durch möglichst geringen Aufwand bei der Gasreinigung möglich. D.h. entsprechender Vergaser.

Betriebssicherheit geht vor Wirkungsgraden. Nun auch relativ positive Erfahrungen von einigen (nicht allen) Produkten vorhanden.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Prof. Dr.-Ing. Matthias Gaderer

gaderer@tum.de

www.es.mw.tum.de