



Internationale Tagung

**Thermo-chemische
Biomasse-Vergasung
für eine effiziente Strom-
/ Kraftstoffbereitstellung
– Erkenntnisstand 2007**

27. – 28. Februar 2007
im KUBUS Leipzig

Gefördert durch die Fachagentur Nachwachsende
Rohstoffe e. V. (FNR) aus Mitteln des Bundesministeriums
für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz



Festbett-Vergasung – Stand der Technik (Überblick)

**Friedrich Lettner, Peter Haselbacher,
Helmut Timmerer**

IWT TU Graz

Institut für Wärmetechnik

**Institut für Wärmetechnik
TU Graz**

**Arbeitsgruppe: Biomassenutzung und wärme-
prozess-technisches Mess-
u. Versuchswesen**

Infeldgasse 25B

8010 Graz

+43 316 873 7811

Friedrich.Lettner@TUGraz.at

Leipzig, 27.02.2007

Inhalt

1. Definition „Stand der Technik/Wissenschaft“
2. Festbettvergasung
 - Konventionelle Festbettsysteme (single stage)
 - Gestufte Biomassevergasungssysteme
3. Charakteristika der untersch. Systeme
4. Stand der wissenschaftlich/praktischen Erfahrungen – weitere Arbeiten
5. Zusammenfassung & Ausblick

Stand der Technik / Festbettvergasung?

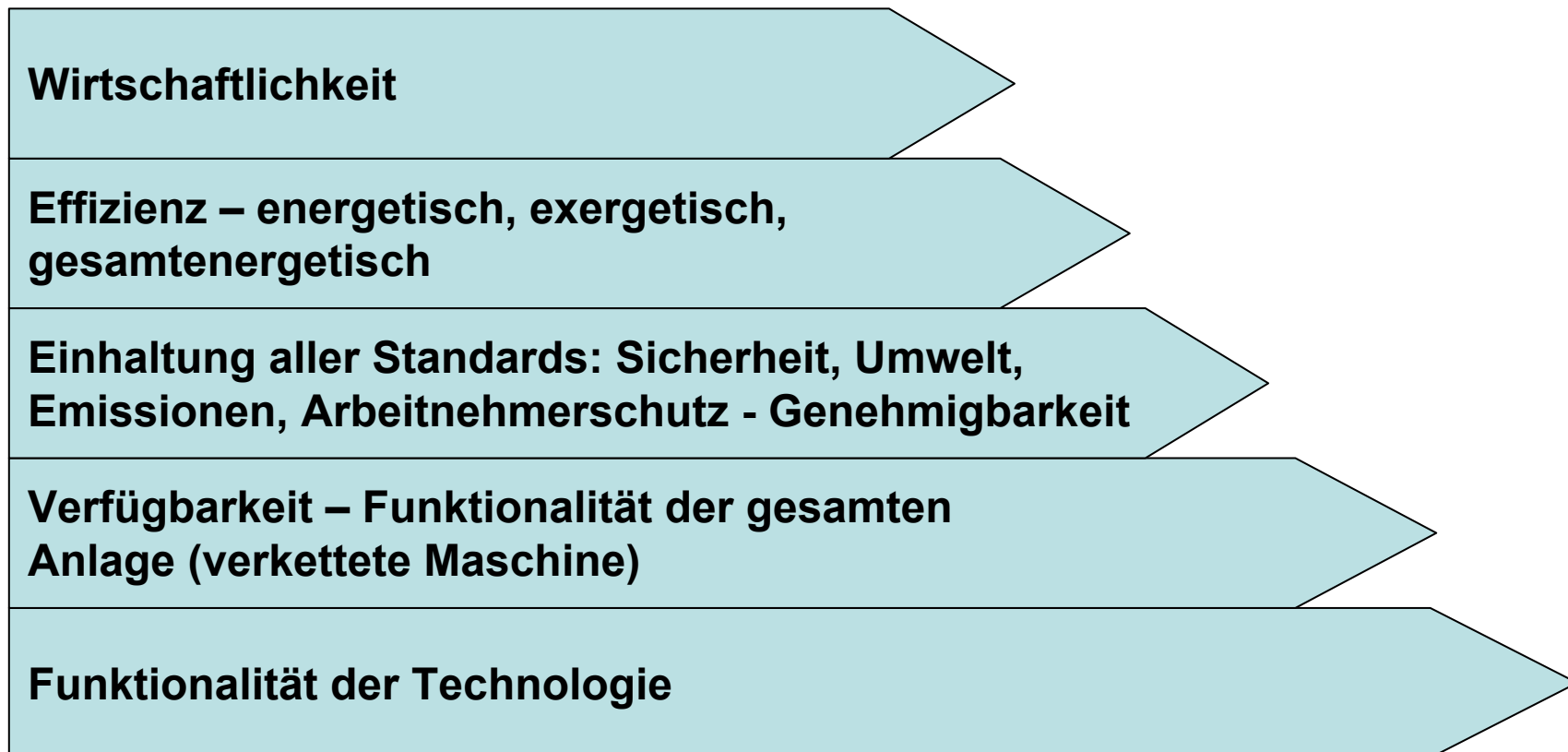
- *Stand der Technik beschreibt Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren,*
 - *die auf **gesicherten** Erkenntnissen von Wissenschaft und Technik basieren,*
 - *wirtschaftlich durchführbar sind,*
 - *deren **Funktionsfähigkeit erwiesen und erprobt** sind.*

- *Daher definitionsgemäß bei **keinem Verfahren** „**Stand der Technik**“
→ möglicherweise **Stand der Wissenschaften/Entwicklung** – (bei vielen Hobbyvergasungsanlagen trifft auch dies nicht zu!)*

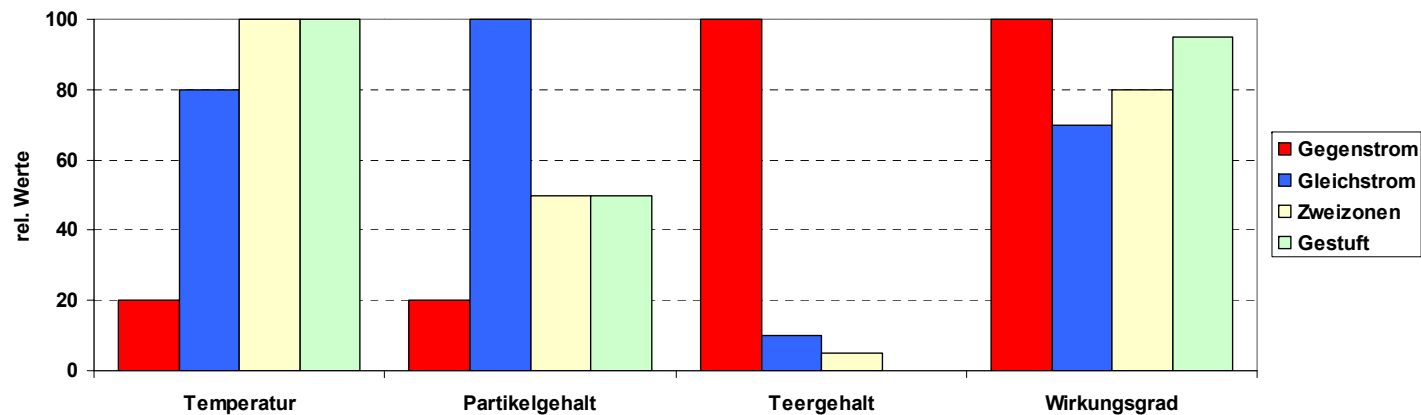
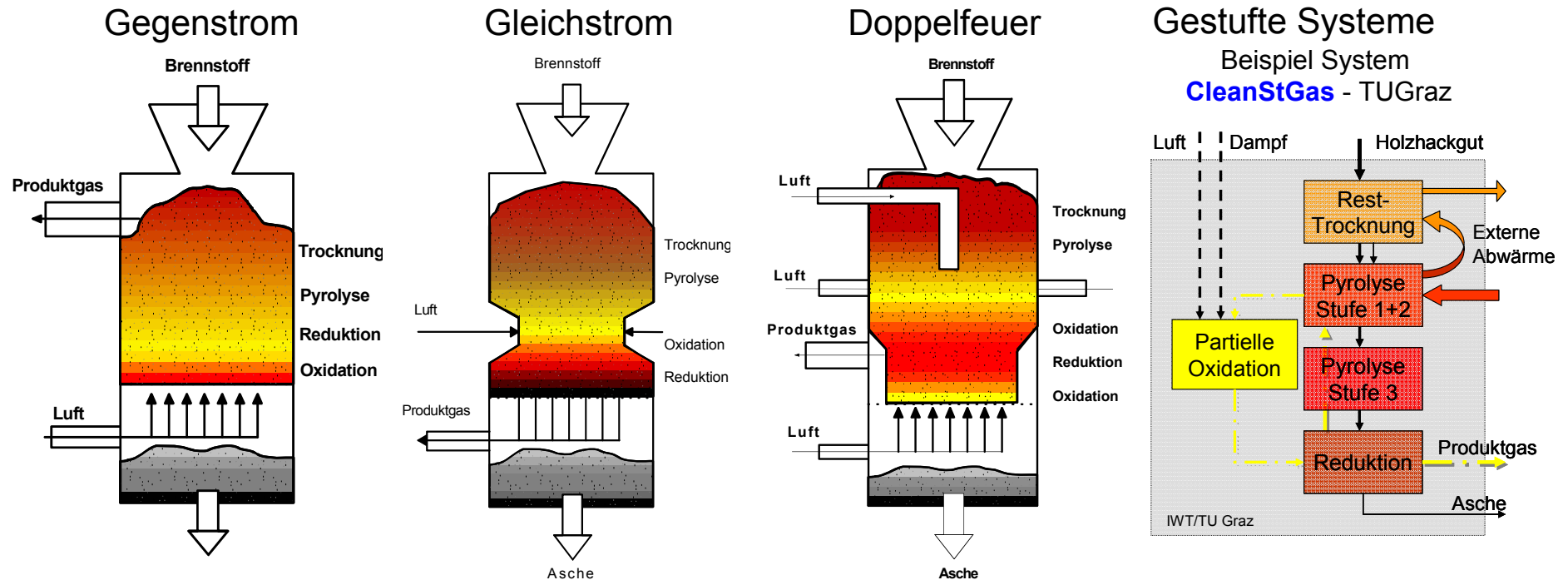
Stand der Entwicklungsarbeiten/Wissenschaft in der Festbettvergasung

- In den letzten Jahren **keine wesentlichen Neuerungen** im Bereich der **konventionellen Festbettvergaser** (einstufige Schachtvergaser) - ein Durchbruch ist in diesem Bereich daher noch immer nicht gelungen (altbekannte **Probleme in Anlagendauerbetriebsfähigkeit, Rückstände, Anlagenemissionen, Wirtschaftlichkeit**).
- Entwicklung geht seit Jahren daher in Richtung **primärer Schadstoffvermeidung** durch Prozessstufung in der Gaserzeugung.
- **Gestufte Systeme** stellen somit nach den „Uralt“-Schachtvergaserkonzepten, die **„zweite Generation“** von Festbettvergasungsverfahren dar und haben – nach breiter Expertenmeinung - das **Potential** zur Entwicklung hin zum Begriff „Stand der Technik“ für KWK-Anlagen im kleinen Leistungsbereich zu werden.

Anforderungen an „marktreife“ Technologien ... in der **gesamten** Prozesskette!

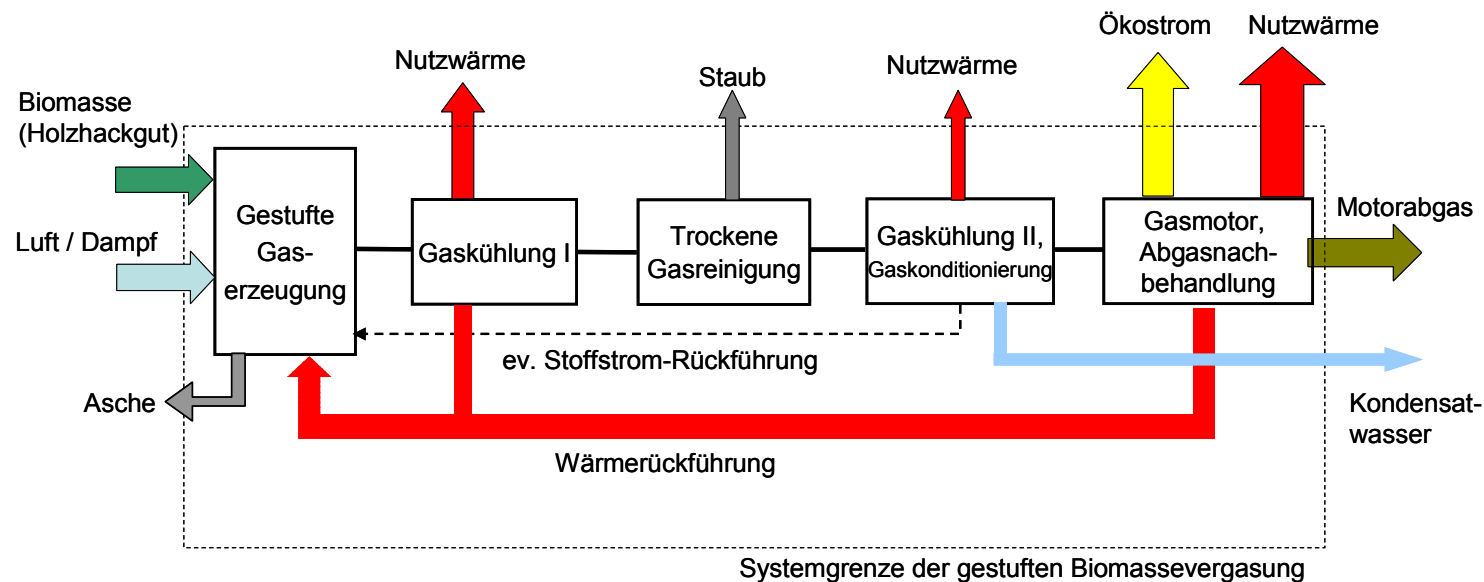


Vergasungsverfahren im Festbett



Gestufte Festbett-Vergasungssysteme

- Apparate-technische Trennung des Teilschrittes der Pyrolyse von der partiellen Oxidation und der Reduktion.
= **Primärmaßnahme gegen Teerbelastung,...**
- Wärmeeintrag in die Pyrolysestufe: indirekt oder direkt,
→ **Effizienzsteigerung** bei Wärmerückführung

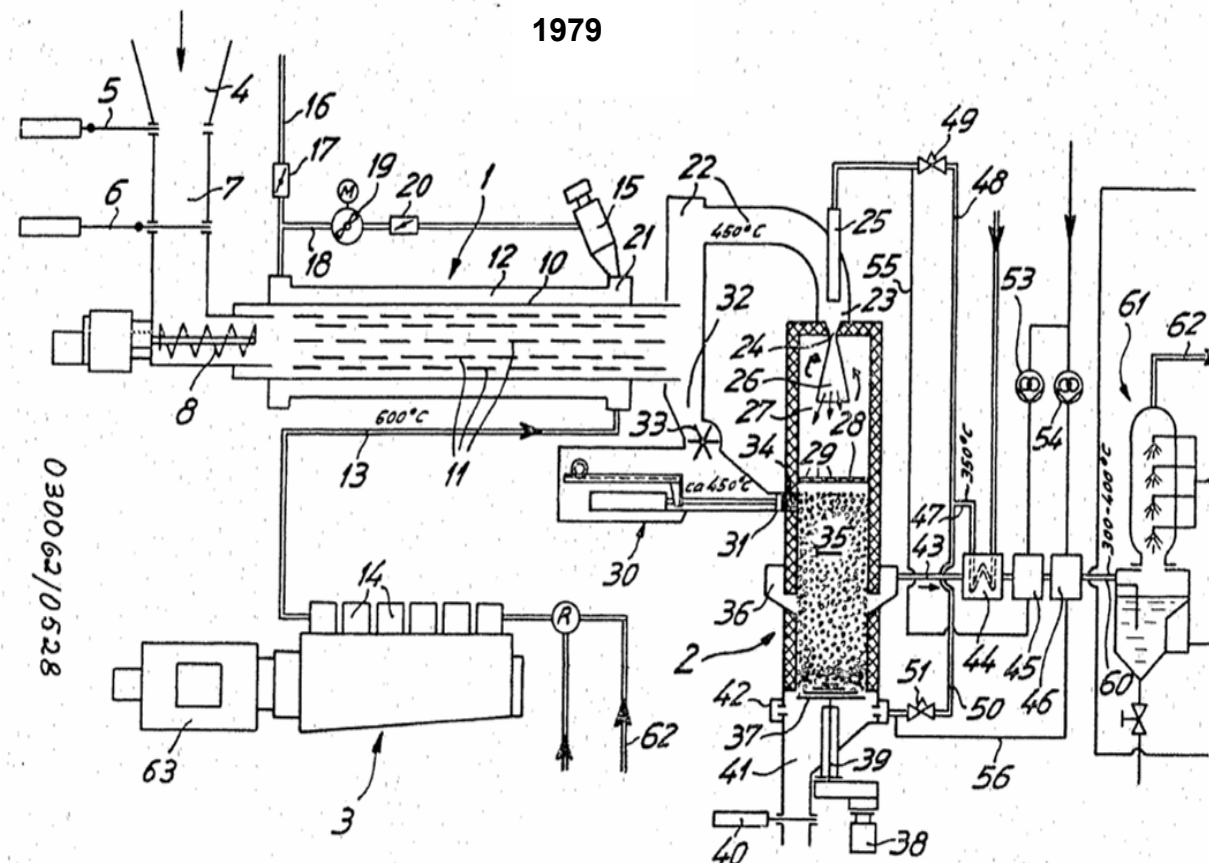


Charakteristika der Prozessstufung bei der Festbettvergasung

- **Dauerbetriebsfähigkeit (Anlagenverfügbarkeit)** wird durch teearme Produktgas ganz wesentlich verbessert!
- Senkung der **Produktgasbelastung** mit Schadstoffen (Teere, Partikel) um die nachfolgende Gasreinigung weniger aufwendig in Investition, Betrieb und Wartung gestalten zu können.
- **Effizienzsteigerung** der gesamten Gaserzeugungsprozesses durch Rückführung von Wärme in den Gaserzeugungsprozess.
- Gesamtprozesskomplexität sinkt (weniger Aufwand in der Gasreinigung), **Wirtschaftlicher Betrieb** kann leichter erreicht werden. Die untere wirtschaftliche **Leistungsgrenze** kann **reduziert** werden, wodurch die Realisierungsmöglichkeiten steigen (dezentral).
- Erweiterung des einsetzbaren **Brennstoffbandes** (Feuchtigkeit, Stückigkeit, Porosität der Schüttung, etc.)
- (Achtung: **Anforderungen aus dem Gasmotorbereich existieren hier ebenfalls** – z.B. nicht kondensierend, Verbrennungscharakteristika, Staub/Feststoffgehalt, Aerosolgehalt,...)

Geschichte der Prozessstufung in der Vergasung

Beginn der Prozessstufung: Kiener Patent (1979f)
aus dem Bereich der Thermischen Abfallbehandlung/-Verwertung

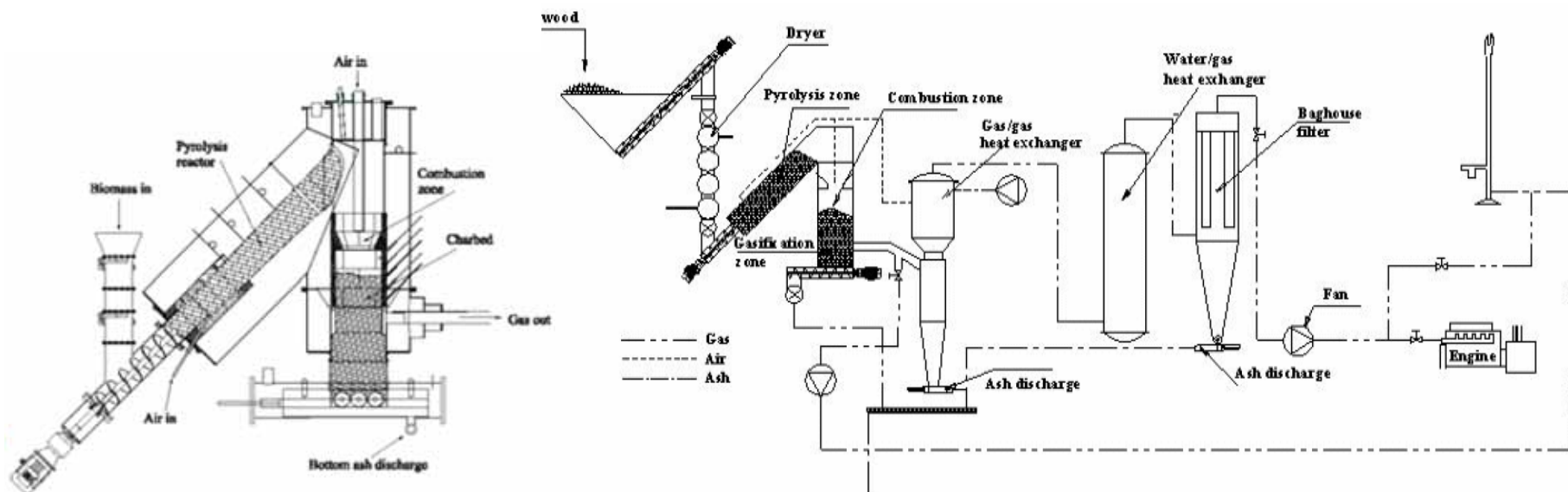


Quelle: dt. Patent DE2927240 von Kiener (PKA), 1979/1981

Verfahrensbeispiele Gestufte BM-Vergasung

Thomas Koch Energi (TKE): „2-stages 3-zones fixed bed gasifier“

- Pyrolyse direkt beheizt (partiell autotherm) durch Teilverbrennung mit vorgeheizter Luft (Energiebilanz!)
- Versuchsanlage 400 kW_{th}
- Upscaling auf 1,5 MW_{th} (laufendes FP5-EU Projekt „Lift-Off“)

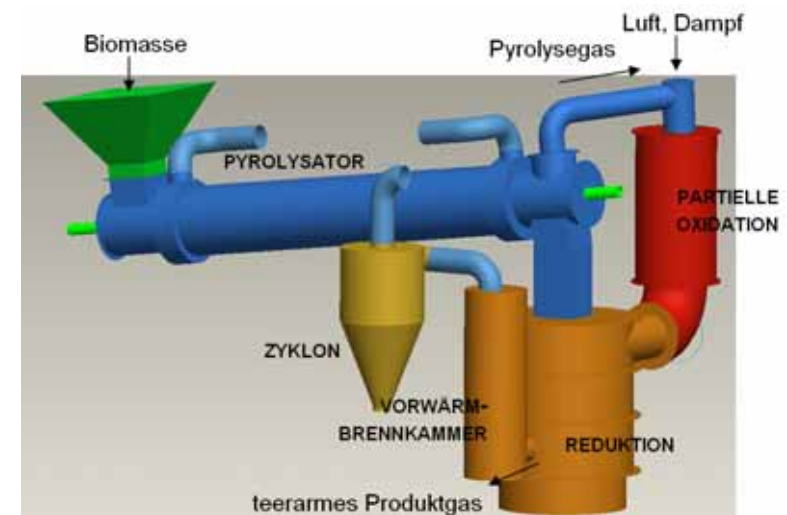
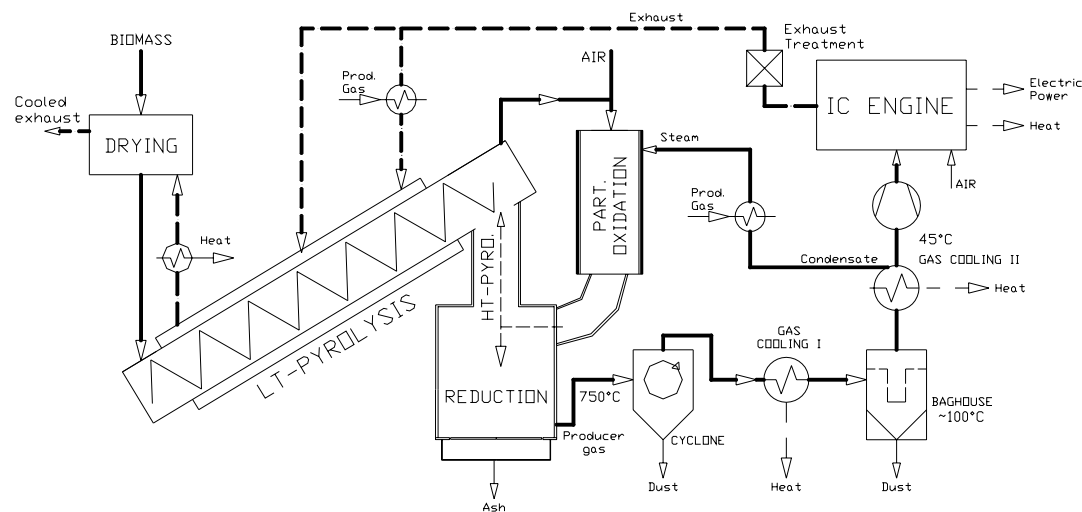


Prozesskette TKE- 3stufiger Vergaser – 1,5 MW_{th} Demoanlage (LIFTOFF), Quelle: Koch et al. (2004)

Verfahrensbeispiele Gestufte BM-Vergasung

TU Graz, Inst. f. Wärmetechnik: **Dreigestufte Vergasung**
 „CleanStGas“ – Clean Staged Gasification

- Apparatebauliche Trennung von Pyrolyse, Partieller Oxidation und Reduktion
- Versuchsanlage 270 kW_{Brst} / (75 kW_{el}), seit 2003



Allgemeiner Vergleich - Festbettsysteme

Vergasungsprinzip / Parameter	Gegenstrom	Gleichstrom	Gestufte Festbettsysteme
Wirkungsgrad (Kaltgas)	bis ca. 90%	bis ca. 75%	Bis 100% (Achtung Bilanzierungsgrenzen – real bis 90%)

Nächster Focus: ... Anorganische Schadstoffe

Gestufte Vergasung erlaubt nicht nur niedrigste organische Verunreinigungen, sondern auch niedrigst mögliche anorganische Schadstoffe.

Hauptvertreter: **Ammoniak (NH₃)**

Aerosole (haupts. Kalium, + Na, S, Cl –Verbind.)

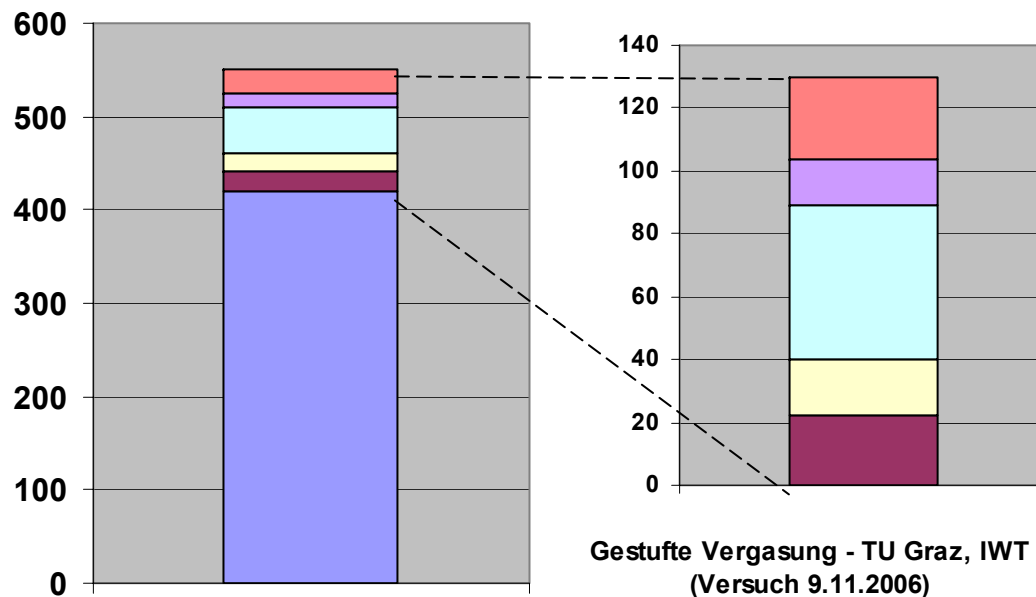
Primärmaßnahmen:

Durch Beeinflussung der Prozesstemperaturen kann NH₃-Bildung und Ascheverflüchtigung (Kalium-Aerosole) (teilweise) primär beeinflusst werden.

Sekundärmaßnahmen:

Niedrige Teerbeladungen ermöglichen optimale, angepasste Entstaubungsbedingungen, wodurch die Abscheideeffizienz für Aerosole (< 1 µm) erhöht werden.

Beispiel: Kaliumbilanz der gestuften Biomassevergasung



Aerosole bilden, wie aus der Verbrennung bekannt, Feinstäube < 1 µm.

Derzeit:
Ca. 25% bis 30% des Kaliums → Gasphase

Restbeladung im Produktgas vor Motoreintritt:

15 – 30 mg K/ kg eingesetzte BM,
bzw. 5 – 10 mg K / Nm³ Produktgas

Weitere Verbesserungsmaßnahmen Primär- und Sekundärmaßnahmen (Arbeit im Laufen)!

Zu definieren sind die exakten Anforderungen aus der Richtung des Gasmotors bzw. des Oxikats !

Zusammenfassung – Anforderungen an **marktreife HVG** – d.h. damit die Technik „**Stand der Technik**“ wird!

Bevor über **wirtschaftliche Erfolgsparameter** gesprochen werden kann, sind alle **technischen Anforderungen** (**Verfügbarkeit der gesamten Prozesskette**) zu erfüllen!

Die Minimierung der Schadstoffe und der Emissionen stellt eine zentrale Herausforderung dar.

Aus derzeitiger Sicht können **nur gestufte Systeme** derartige Bedingungen erreichen (**weitaus höhere Anlagenverfügbarkeiten, höhere Effizienzen, geringere Emissionen**)!

Darüber hinaus gibt es **rechtliche Rahmenbedingungen** für Anlagen die im Europäischen Wirtschaftsraum „**in Verkehr**“ gebracht werden, usw. (Anlagenzulassung, -genehmigung,...).

Zusammenfassung II – **Technik** – derzeitiger Stand der Entwicklungen

Durch den reproduzierbar gelungenen Nachweis, Holzgas de facto **teerfrei** zu produzieren, kommen andere, bisher noch nicht in der vollen Tragweite **wichtige Problemfelder** zum tragen

- Produktgasbeladung mit **Anorganika** aus Biomasse und Asche - Wirkung bspw. als:
 - Katalysatorgift,
 - Korrosionsverursacher
 - Brennstoff-NO_x-Bildner
 - Verändernd auf die Eigenschaften des Schmieröls
- **Primäre Maßnahmen** zur weiteren Verbesserung der Qualität des erzeugten Produktgases
- **Rückführung** und **prozessinterne Verwertung** von (aus gestuften Systemen) unproblematischen Rückständen (Stäube, Kondensate)

Gasfilter vor GE Jenbacher Versuchsmotor nach 2000 m³_n Produktgas aus gestufter Vergasung (IWT)

Mittlere Produktgaszusammensetzung:

H ₂ :	21 - 24 %Vol.
CO :	16 - 18 %Vol.
CH ₄ :	0,9 - 1,6 %Vol.
CO ₂ :	14-15 %Vol.
N ₂ :	Rest
Heizwert:	4,8-5,5 MJ/m ³ _N



Danke für die Aufmerksamkeit -
für Fragen stehe ich gerne zur Verfügung

Ermittelte Produktgasbeladungen im
Versuchszeitraum:

Organische Beladung 5 - 25 mg/m³_N

Staubbeladung: 0 - 5 mg/m³_N