



25. Hülseberger Gespräche - Jubiläumsveranstaltung:  
„Innovative Erzeugung, Konversion und Nutzung  
agrarischer Biomasse – Zukunftsfeld der Bioökonomie“  
21. bis 23. Mai 2014



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik

# **Innovation Kaskadennutzung von Biomasse: effiziente Ansätze zur stofflichen und energetischen Nutzung**

Tobias Pröll

Institut für Verfahrens- und Energietechnik

Universität für Bodenkultur Wien

# Vortragsinhalt



**Universität für Bodenkultur Wien**  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik

1. Nutzungskonkurrenz und Kaskadennutzung
2. Energetische Umwandlungsverfahren
3. Fallbeispiel 1: Strohpyrolyse
4. Fallbeispiel 2: Biogasanlage für tierische Nebenprodukte
5. Zusammenfassung/Schlussfolgerungen

# Technische Verfügbarkeit nachwachsender Rohstoffe

(Kaltschmitt et al., 2009: Energie aus Biomasse)

	Nord- amerika	Südamerika und Karibik	Asien	Europa u. Eurasien	Mittlerer Osten	Summe global
<b>Potenziale [EJ/a]</b>	<b>19.9</b>	<b>21.5</b>	<b>21.4</b>	<b>18.9</b>	<b>0.7</b>	<b>103.8</b>
<b>Nutzung [EJ/a]</b>	<b>4.0</b>	<b>3.3</b>	<b>29.7</b>	<b>3.3</b>	<b>0.1</b>	<b>51.0</b>
<b>PEV [EJ/a]</b>	<b>118.8</b>	<b>23.2</b>	<b>159.2</b>	<b>125.1</b>	<b>24.0</b>	<b>464.8</b>
<b>Anteile [%]</b>						
<b>Nutzung/Potenzial</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>139</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>49</b>
<b>Nutzung/PEV</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>11</b>
<b>Potenzial/PEV</b>	<b>17</b>	<b>93</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>22</b>

PEV: Primärenergieverbrauch ohne Bioenergie, Daten 2007

# Konkurrenzsituation praktisch

## Landwirtschaftliche Biomasse

Nahrungs- und Futtermittel  
versus Biotreibstoffproduktion

→ Teller oder Tank?

## Holz

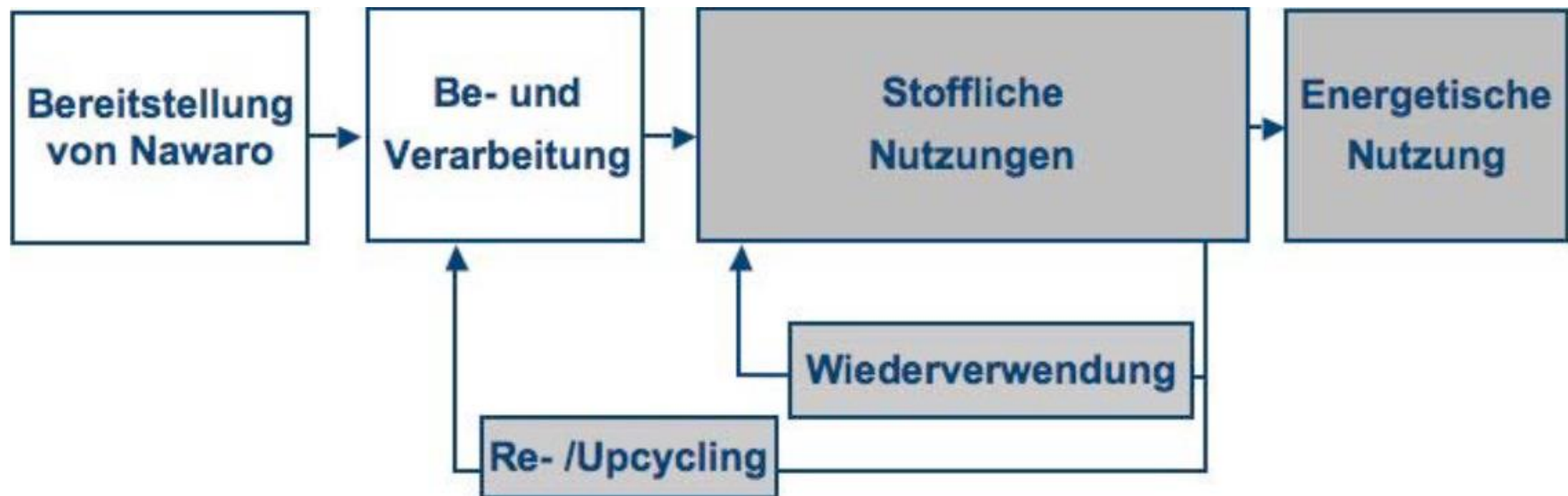
Papier-, Zellstoff- und Sägeindustrie versus Biomassekraftwerke

→ Abwanderungsdrohung der Industrie bei Preisanstieg des Rohstoffes

→ Ziel: Effizientes Nebeneinander mit Priorisierung  
(Nahrungsmittel > Futtermittel > stofflich > energetisch)

# Lösungsansatz: Kaskadennutzung

Ansatz aus Studie des Wuppertal Instituts  
(Arnold et al., 2009):

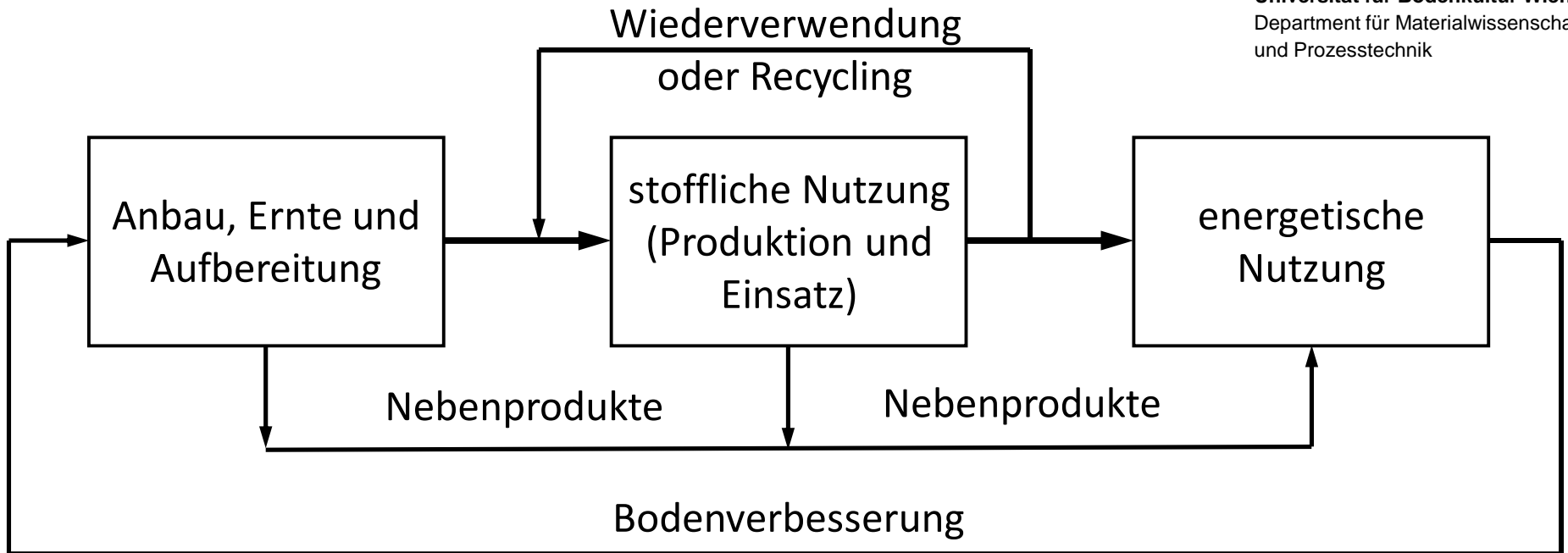


→ Energetische Nutzung am Ende der Wertschöpfungskette

# Inklusion anorganischer Nährstoffe zur Bodenaufwertung



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik



- Nebenprodukte für energetische Nutzung fallen in allen Phasen an
- Geschlossener Kreislauf mit dem Ziel einer nachhaltigen Bodennutzung

# Verfahren der energetischen Nutzung

## Typische Verfahren nach Substraten

Thermische Umwandlung	Thermisch oder biologisch	Biologische Umwandlung
Holz	Stroh	Zucker- und stärkehaltige Pflanzen
Rinde		
Schwarzlauge	Klärschlamm	Ölsaaten
Altholz	Tierische Nebenprodukte	Gülle
Hausmüll		Biomüll

# Thermische Umwandlungsverfahren

	Pyrolyse	Vergasung	Verbrennung
Luftzahl [-]	0	< 1	> 1
Temperatur [°C]	450-700	750-1400	850-1000
Druck [bar]	1	1-40	1
Produkte Gasförmig	Pyrolysegas (CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )	Produktgas (CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , H <sub>2</sub> S)	Abgas (CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, SO <sub>2</sub> )
Flüssig	Pyrolyseöl (höhere KW, teiloxydierte KW, Aromaten)		
Fest	Pyrolysekoks	Asche	Asche

weitere Verfahren:

- Torrefizierung
- hydrothermale  
Karbonisierung

→ Qualitäts-  
steigerung fester  
Energieträger



# Biologische Umwandlungsverfahren

	Umesterung	Ethanolgärung	anaerobe Fermentation
Einsatzstoffe	Ölpflanzen, Altspeiseöl	Zucker- und stärkehaltige	Zucker- und stärkehaltige, organische Reststoffe
Produkte	Methylester (Biodiesel)  Glycerin	Bioethanol  CO <sub>2</sub>  Gärreste	Biogas (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S)  Endsubstrat

# Herausforderungen bei der energetischen Nutzung



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik

a) Verbrennungsverfahren: niedrige Aschsammeltemperaturen und Korrosionsprobleme mit landwirtschaftlicher Biomasse (relevante K und Cl Gehalte)

→ Ausweichen auf Niedertemperaturverfahren (Pyrolyse)

b) Biologische Verfahren: Schlechter Umsatz von Lignocellulosen

→ Aufschlussverfahren (thermisch, enzymatisch, Pilze)

# Fallbeispiel 1: Strohpyrolyse

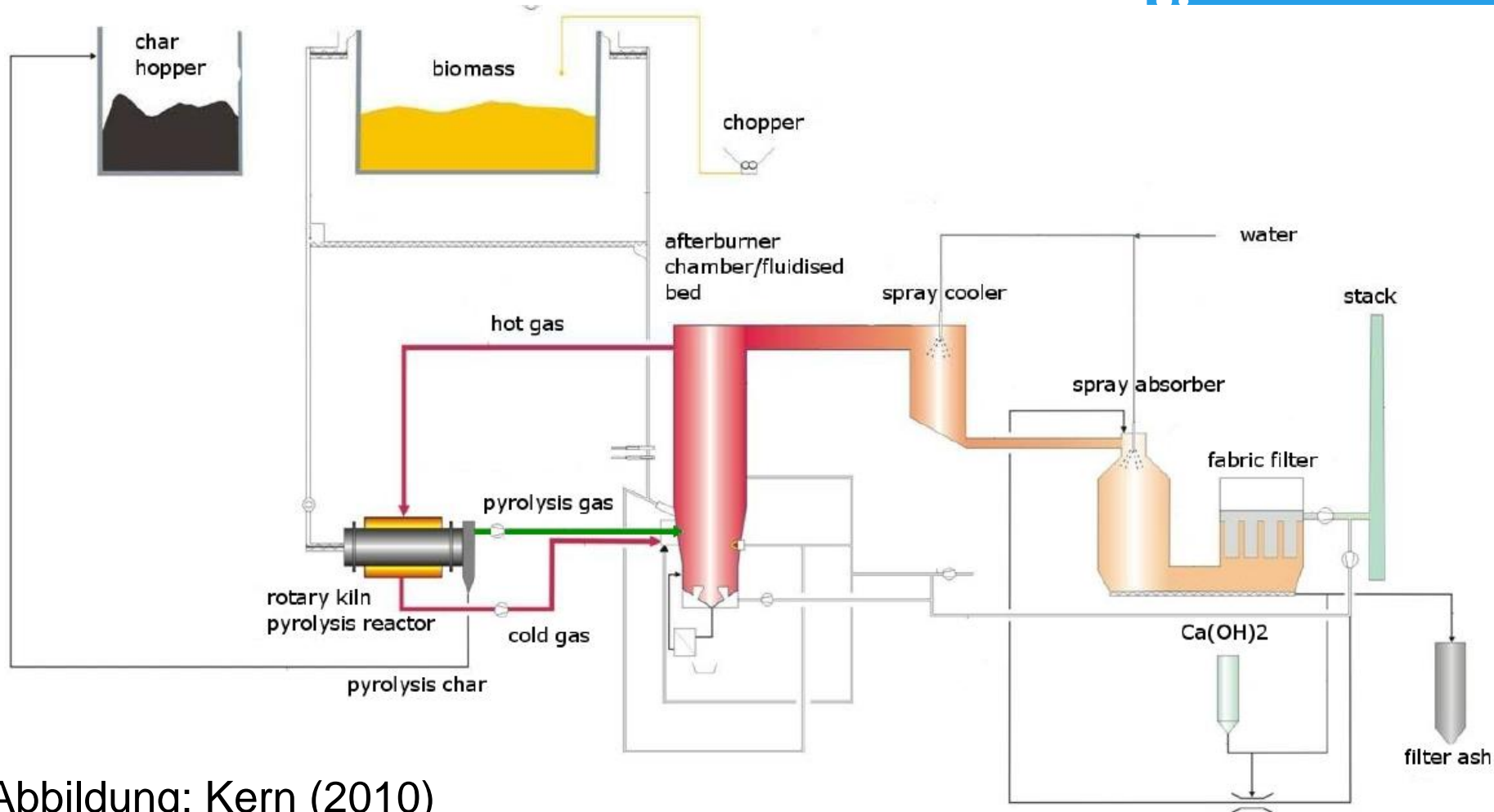


Abbildung: Kern (2010)

# Industrieanlage Burgau/Günzburg (Müllverschmelzung seit 1982)



**Universität für Bodenkultur Wien**  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik

Abbildung: Kreisabfallverband Günzburg



# Energiebilanz StrohpYROLYSE

Versuchsbetrieb 3 MW<sub>th</sub> Anlage Dürnrrohr, Österreich

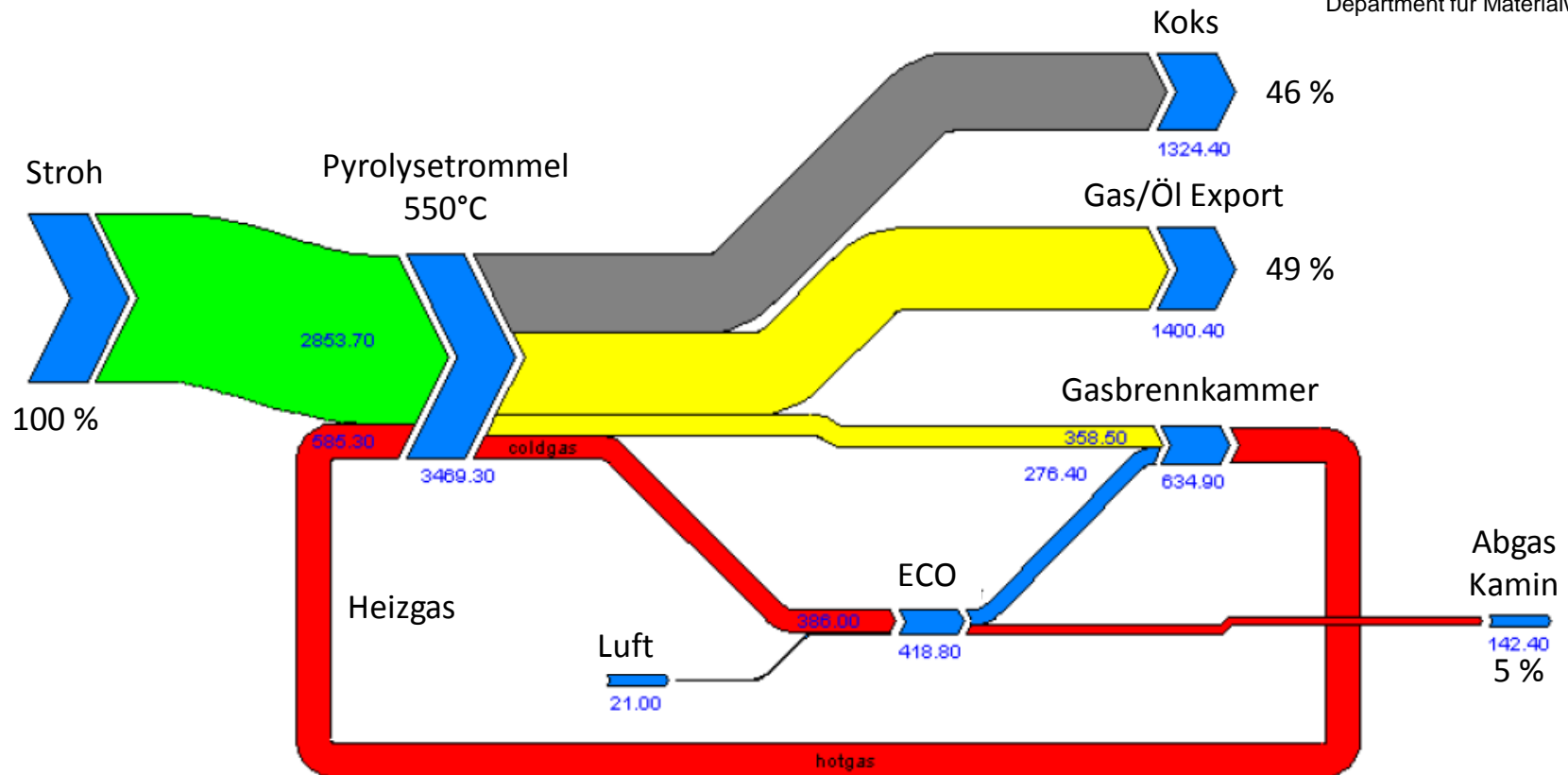


Abbildung: Kern (2010)

# Elementbilanz StrohpYROLYSE

Versuchsbetrieb 3 MW<sub>th</sub> Anlage Dürnrrohr, Österreich

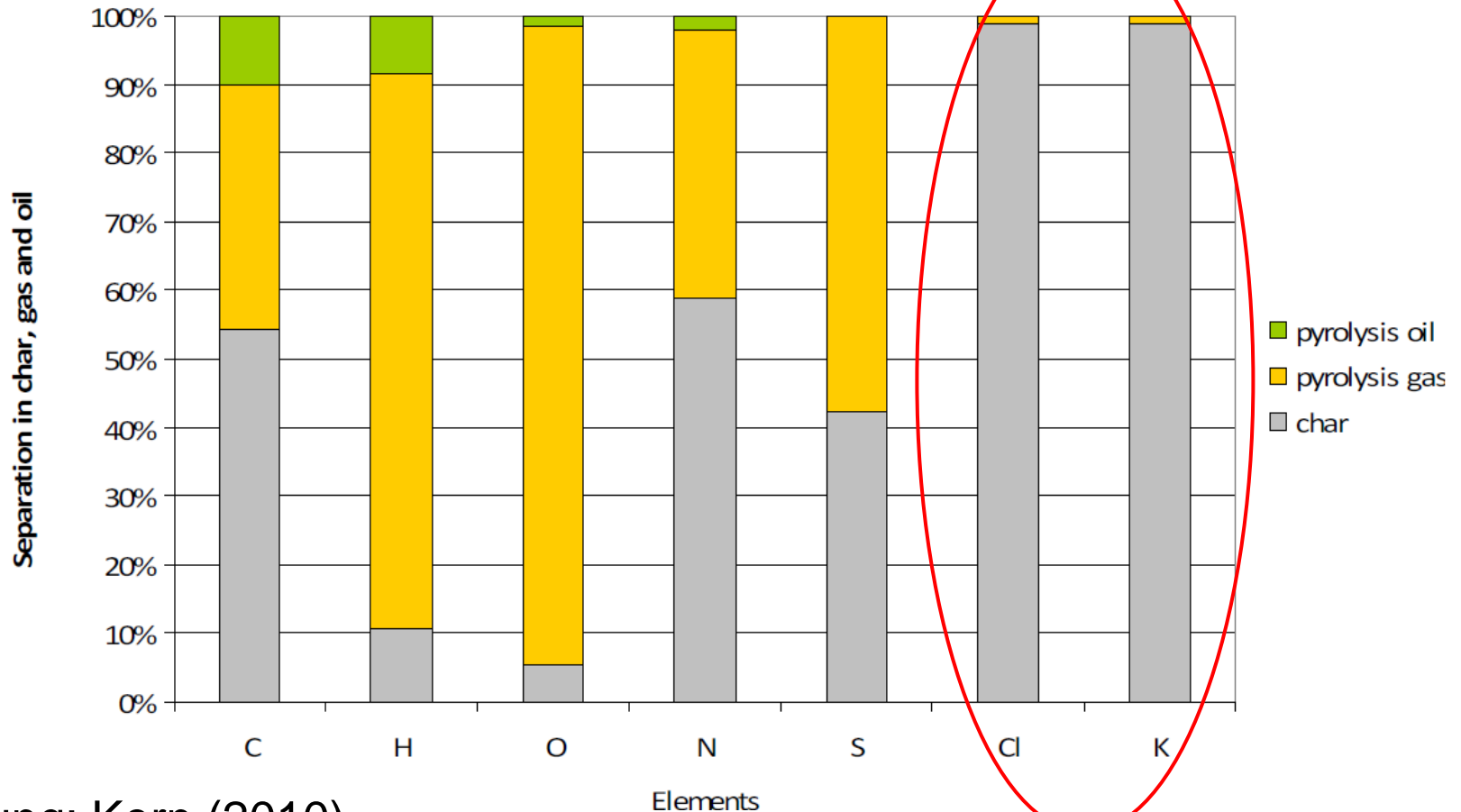


Abbildung: Kern (2010)

# Fazit Strohpyrolyse

- Robustes und industriell erprobtes Verfahren
- Ascheschmelzprobleme werden vermieden
- Problembestandteile und Asche verbleiben in der Koksfraktion
- Etwa 50% der Energie stehen als Pyrolysegas und Pyrolyseöl zur Verfügung
- Nutzung der Koksfraktion als Bodenverbesserungsmittel interessant

# Fallbeispiel 2: Biogasanlage für tierische Nebenprodukte



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik

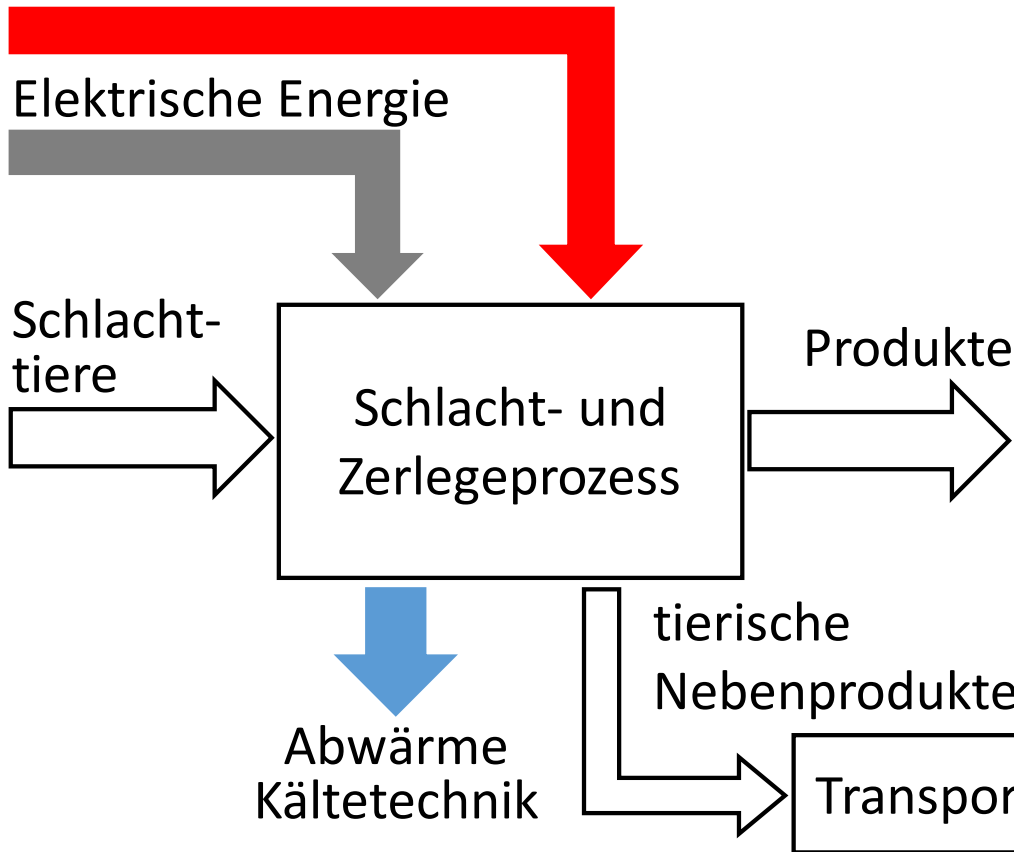
- Schlacht- und Zerlegebetrieb der Rudolf Großfurtner GmbH in Österreich
- Errichtung seit 1997
- Derzeitige Kapazität ca. 10.000 Tiere / Woche





# Konventioneller Schlacht- und Zerlegeprozess

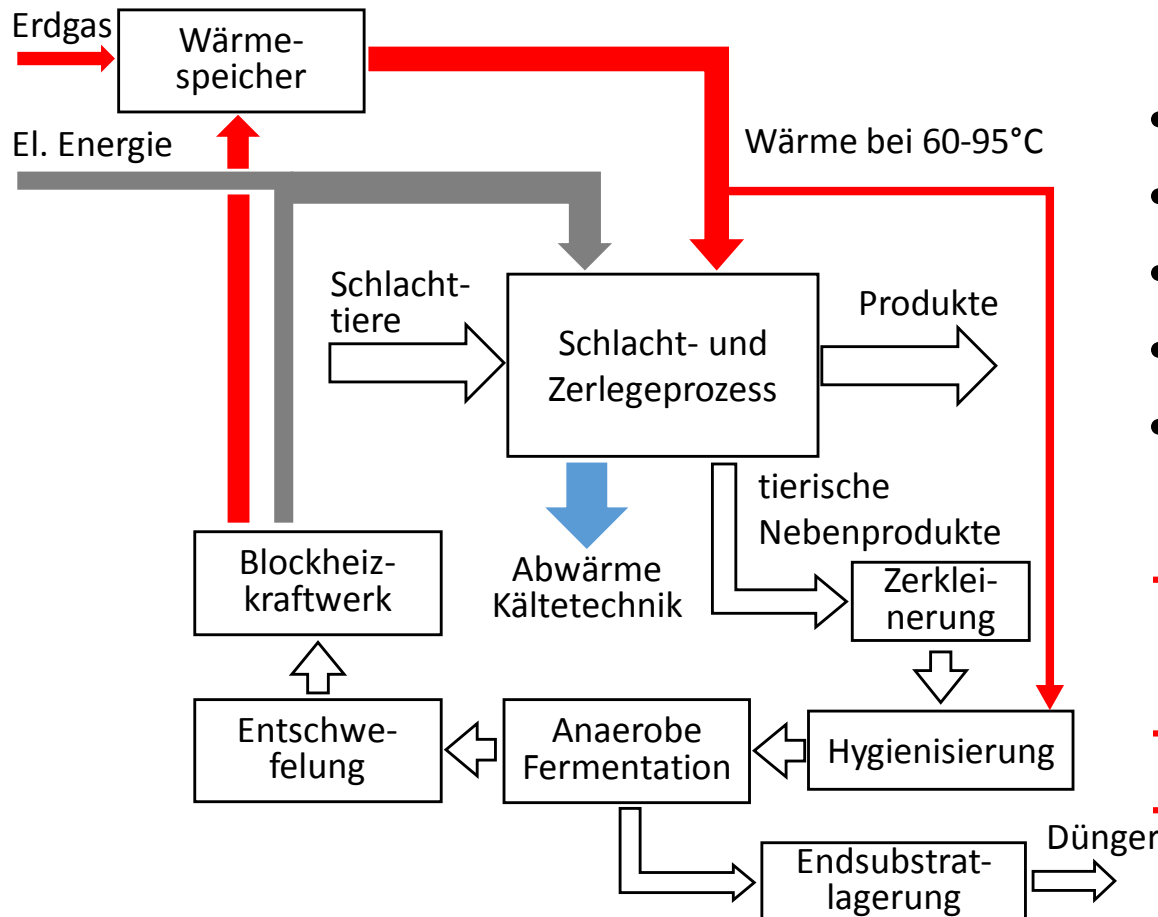
Wärme bei 60-95°C (Erdgas)



→ Zufuhr von konventioneller Energie (Strom&Erdgas)

→ „Entsorgung“ der tierischen Nebenprodukte

# Schlacht- und Zerlegeprozess mit energetischer Nutzung der tierischen Nebenprodukte

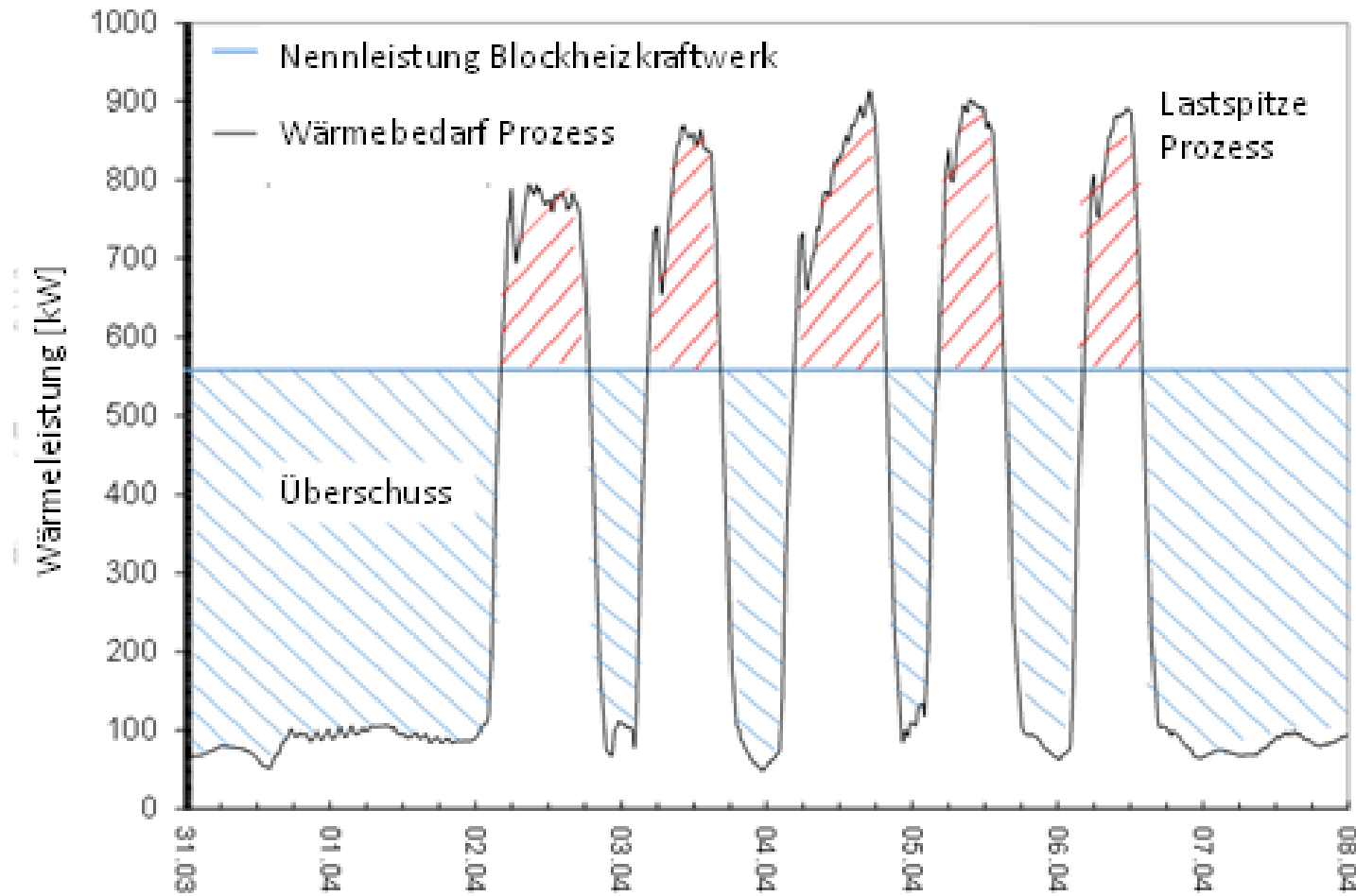


- Hygienisierung
  - anaerobe Fermentation
  - Entschwefelung
  - Biogas-Blockheizkraftwerk
  - Wärmespeicher
- Substitution konventioneller Energieträger
- Vermeidung d. Entsorgung
- Endsubstrat als Dünger

# Wärmebedarf Produktionswoche Ausgleich durch Schichtwasserspeicher



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik



# Energieversorgung

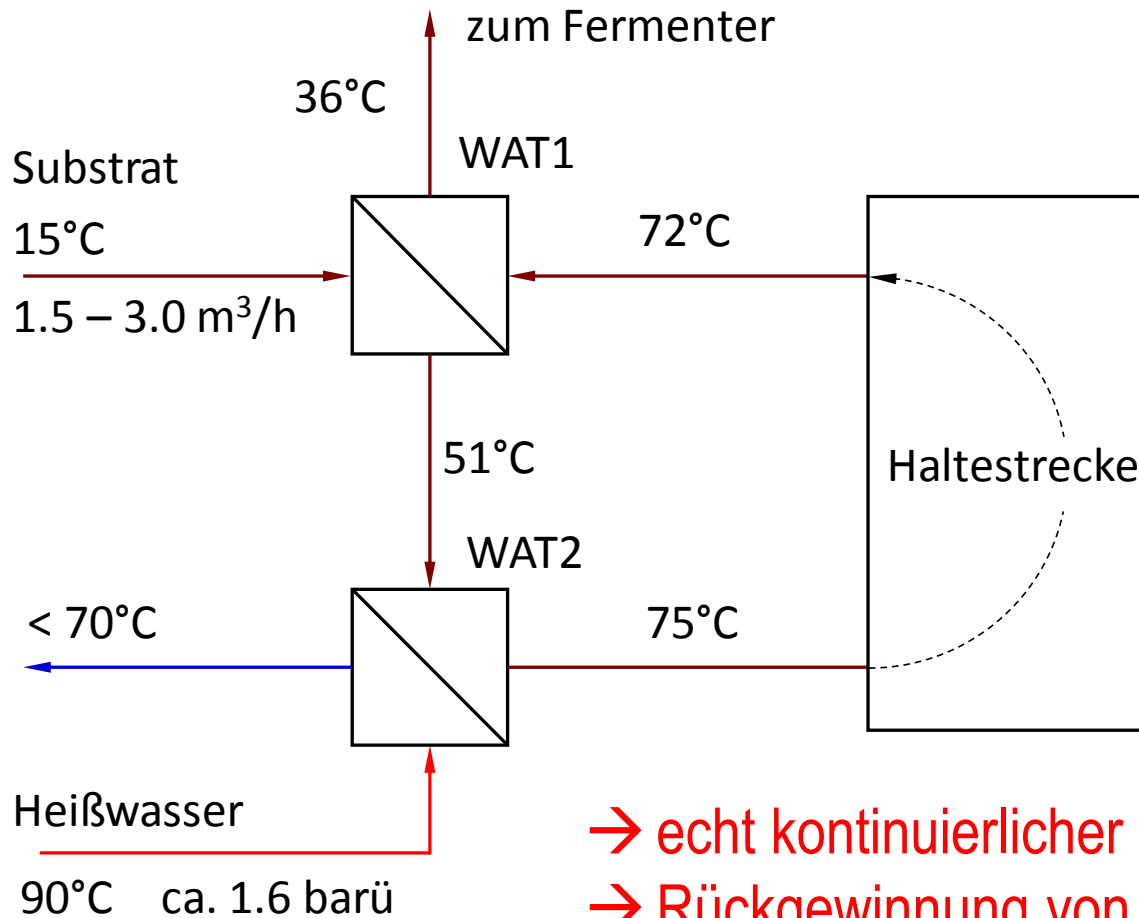
- Biogasanlage mit Blockheizkraftwerk
- Lastausgleich durch 250 m<sup>3</sup> Schichtwasser-Pufferspeicher (ca. 9 MWh Kapazität)
- Substrat-Hygenisierung mit Wärmerückgewinnung



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik



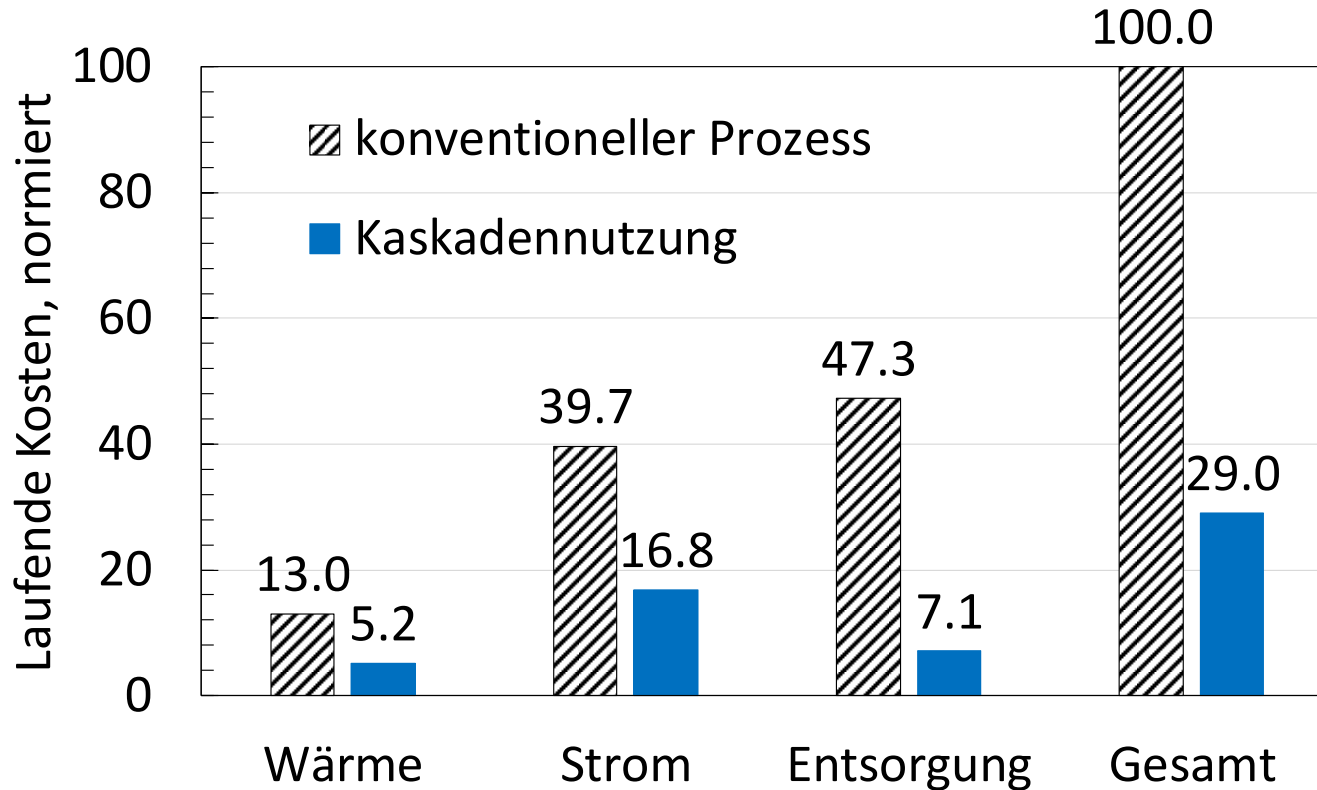
# Innovation kontinuierliche Hygienisierung



# Wirtschaftliche Effekte Schlachtbetrieb



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik



→ rund 70% Ersparnis bei laufenden Kosten

→ größter Beitrag von vermiedenen Entsorgungskosten

# Zusammenfassung/Schlussfolgerungen



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik

- Kaskadennutzung = Vorrang für Lebens- und Futtermittel sowie stoffliche Nutzung
- Kreislauf durch nachhaltige Bodenpflege
- Energetische Nutzung: technisch funktionierende Verfahren verfügbar
- Wirtschaftlichkeit vom Umfeld abhängig
  - im Bereich der Energieversorger schwierig
  - im Bereich der Energiekonsumenten leichter
- wirtschaftliche Nischenanwendungen können Entwicklung katalysieren

# Neu an der BOKU in Wien:

## Institut für Verfahrens- und Energietechnik (IVET)

**AG**  
**Thermische  
Verfahrenstechnik**  
  
(M. Wendland)  
  
Muthgasse 107

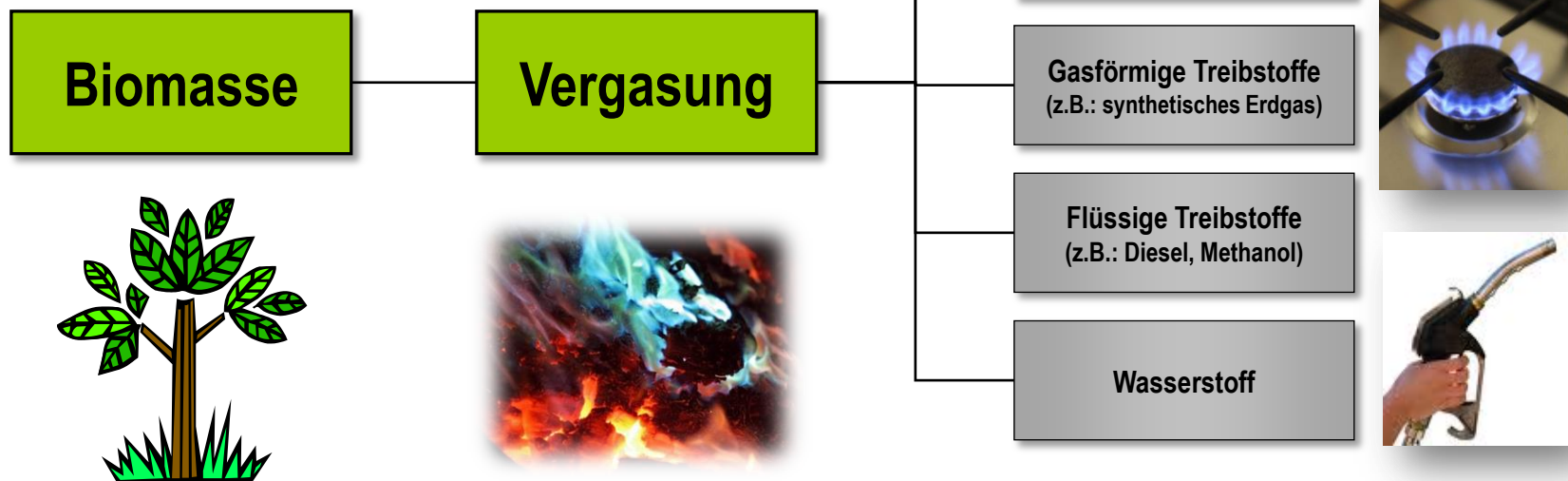
**AG**  
**Verfahrenstechnik  
nachwachsender  
Rohstoffe**  
  
(C. Pfeifer)  
  
Muthgasse 107

**AG**  
**Energietechnik und  
Energiemanagement**  
  
(T. Pröll)  
  
Peter-Jordan-Straße



# AG Verfahrenstechnik nachwachsender Rohstoffe (Christoph Pfeifer)

- Thermische Biomasseumwandlung
- Hydrothermale Karbonisierung
- Prozessdesign für Bioraffinerie- und Polygenerationanwendungen

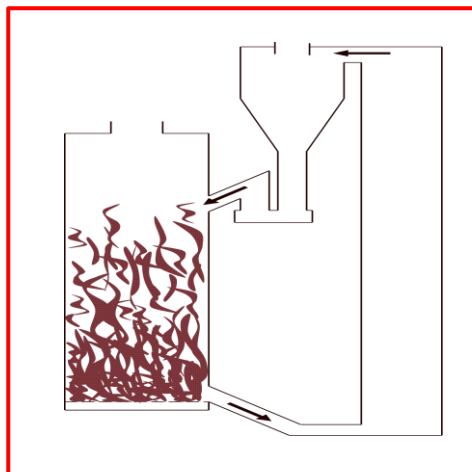
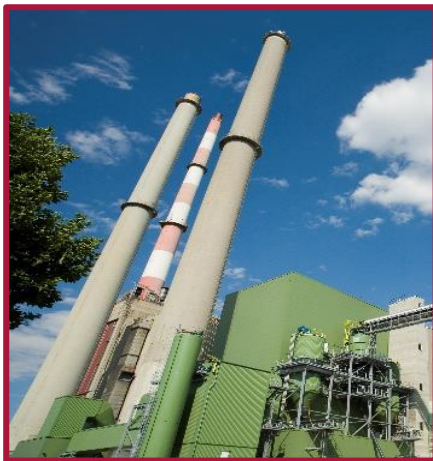


# AG Energietechnik und Energiemanagement (Tobias Pröll)



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik

- **Wärmenetze und aktive Abwärmenutzung**
- **Wirbelschichtsysteme**
- **CO<sub>2</sub> Abscheidungsverfahren**



# Kontakt

Institut für Verfahrens- und Energietechnik

AG Prozesstechnik nachwachsender Rohstoffe  
Univ.Prof. Dr. Christoph Pfeifer  
[christoph.pfeifer@boku.ac.at](mailto:christoph.pfeifer@boku.ac.at)

AG Energietechnik und Energiemanagement  
Univ.Prof. Dr. Tobias Pröll  
[tobias.proell@boku.ac.at](mailto:tobias.proell@boku.ac.at)