

BioKraftstoffe - Ein neuer Wirtschaftszweig entsteht
Tagungsstätte Weyhausen 7. November 2003

Biogene Fischer Tropsch Kraftstoffe für zukünftige Antriebskonzepte

Prof. Dr.-Ing. Otto Carlowitz

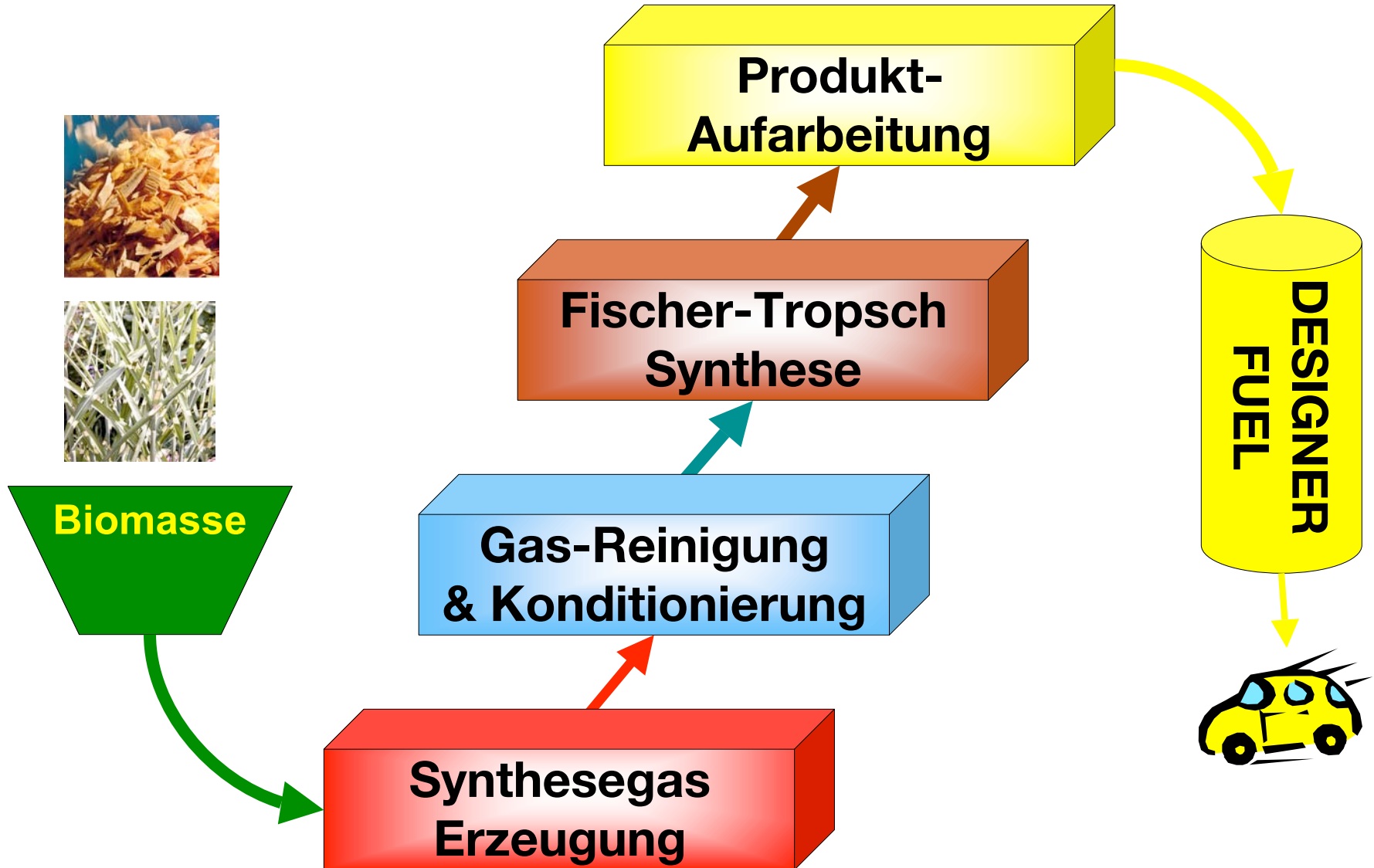
Prof. Dr.-Ing. Michael Claußen

Dipl.-Chem. Markus Maly

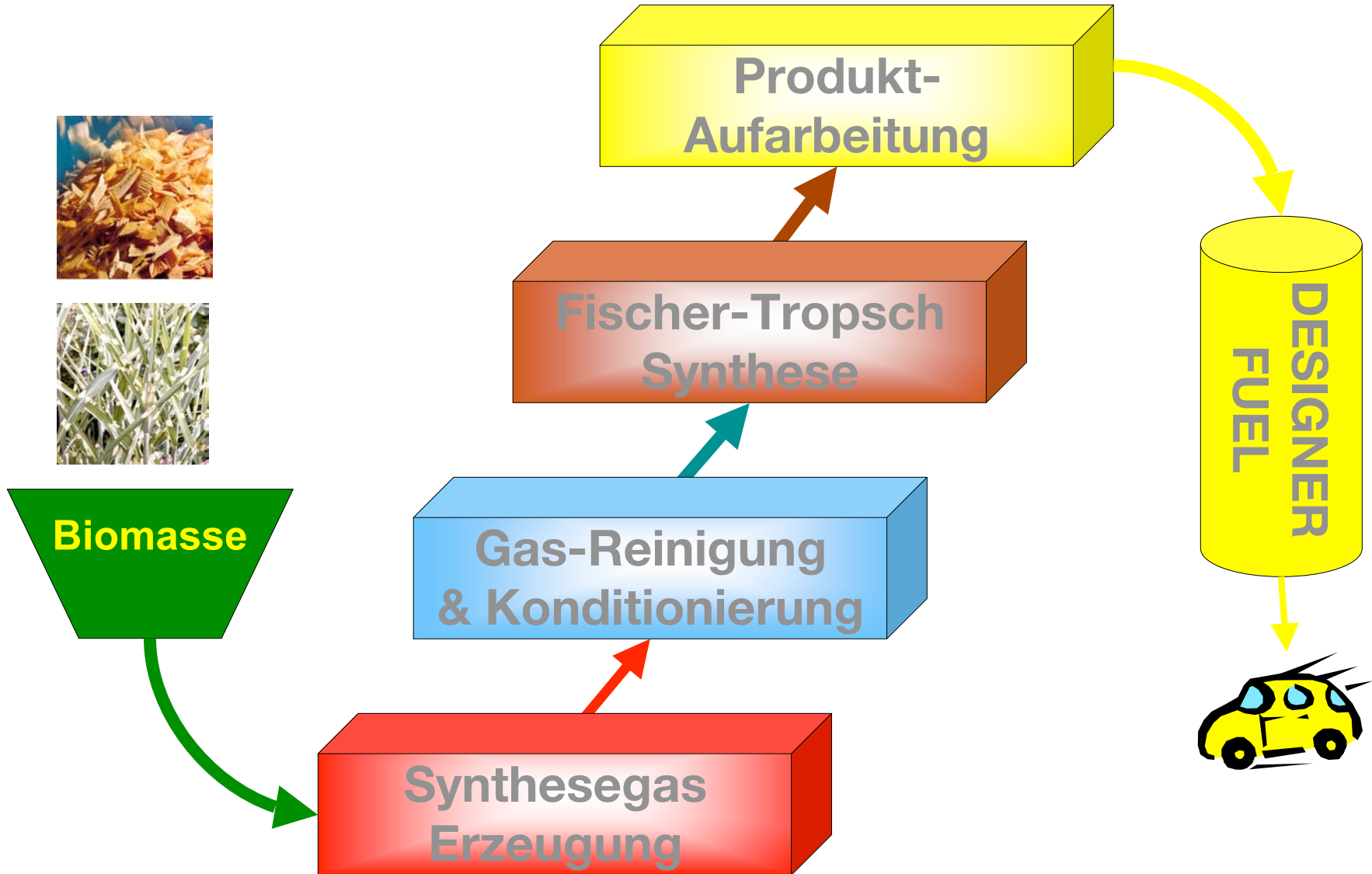
Dipl.-Ing. Michael Schindler

Dr.-Ing. Stefan Vodegel

Verfahrenskette zur Herstellung von Kraftstoffen durch Vergasung von Biomasse @ CUTEC -Institut GmbH



Verfahrenskette zur Herstellung von Kraftstoffen durch Vergasung von Biomasse @ CUTEC -Institut GmbH



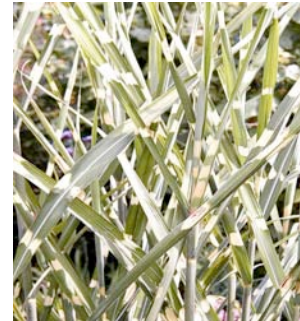
Biomasse

Klassifizierung der Biomasse

- holzartige



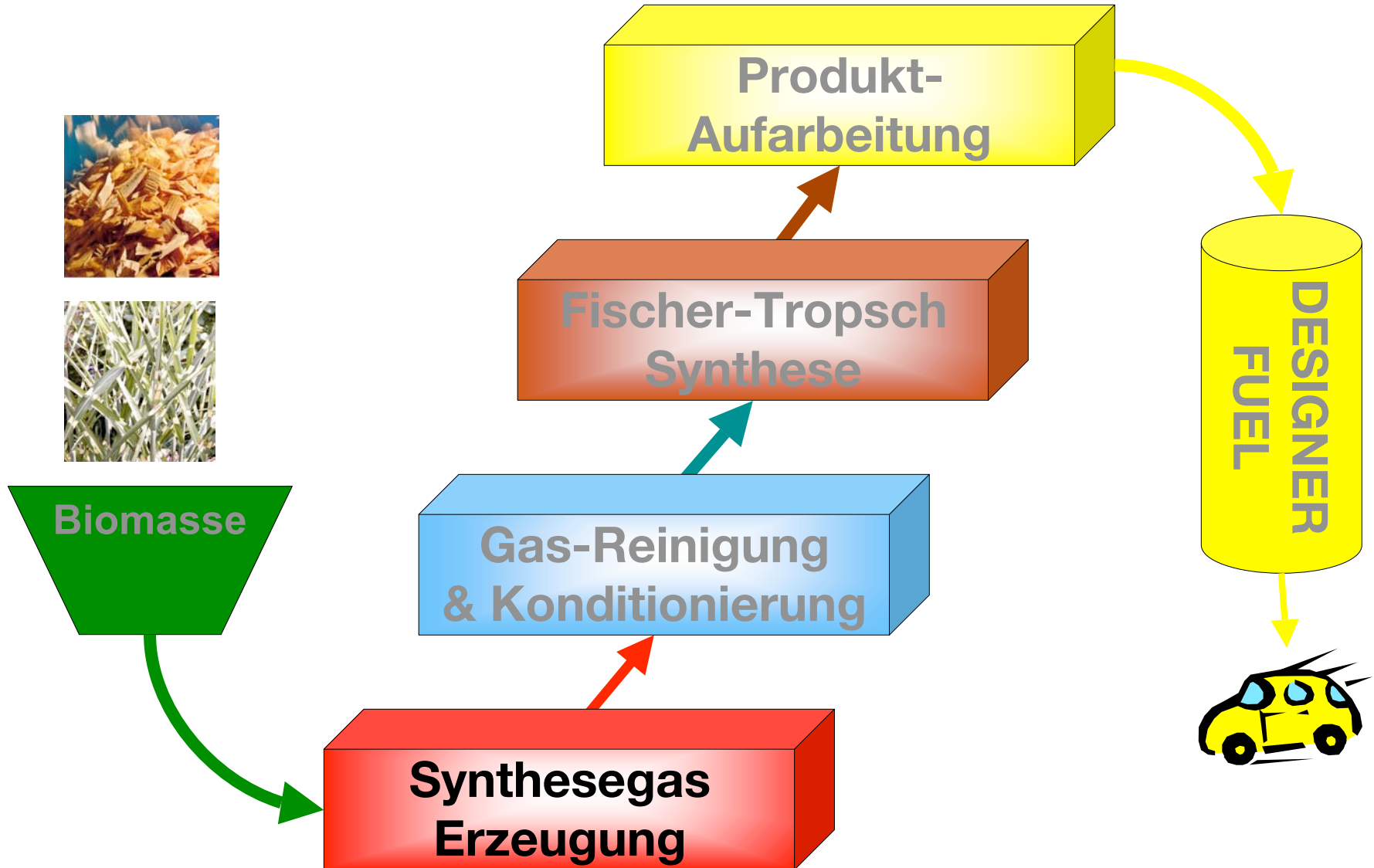
- halmgutartige



- Brennstoffgemische

- Obstproduktionsrückstände

Verfahrenskette zur Herstellung von Kraftstoffen durch Vergasung von Biomasse @ CUTEC -Institut GmbH



Klassifizierung der Vergasungsprozesse

- **Vergasertyp**
 - **Festbett**
 - **Wirbelschicht**
 - **Flugstrom**
- **Betriebsweise**
 - **autotherm**
 - **partielle Oxidation der Biomasse**
 - **allotherm**
 - **indirekter Wärmeaustausch**



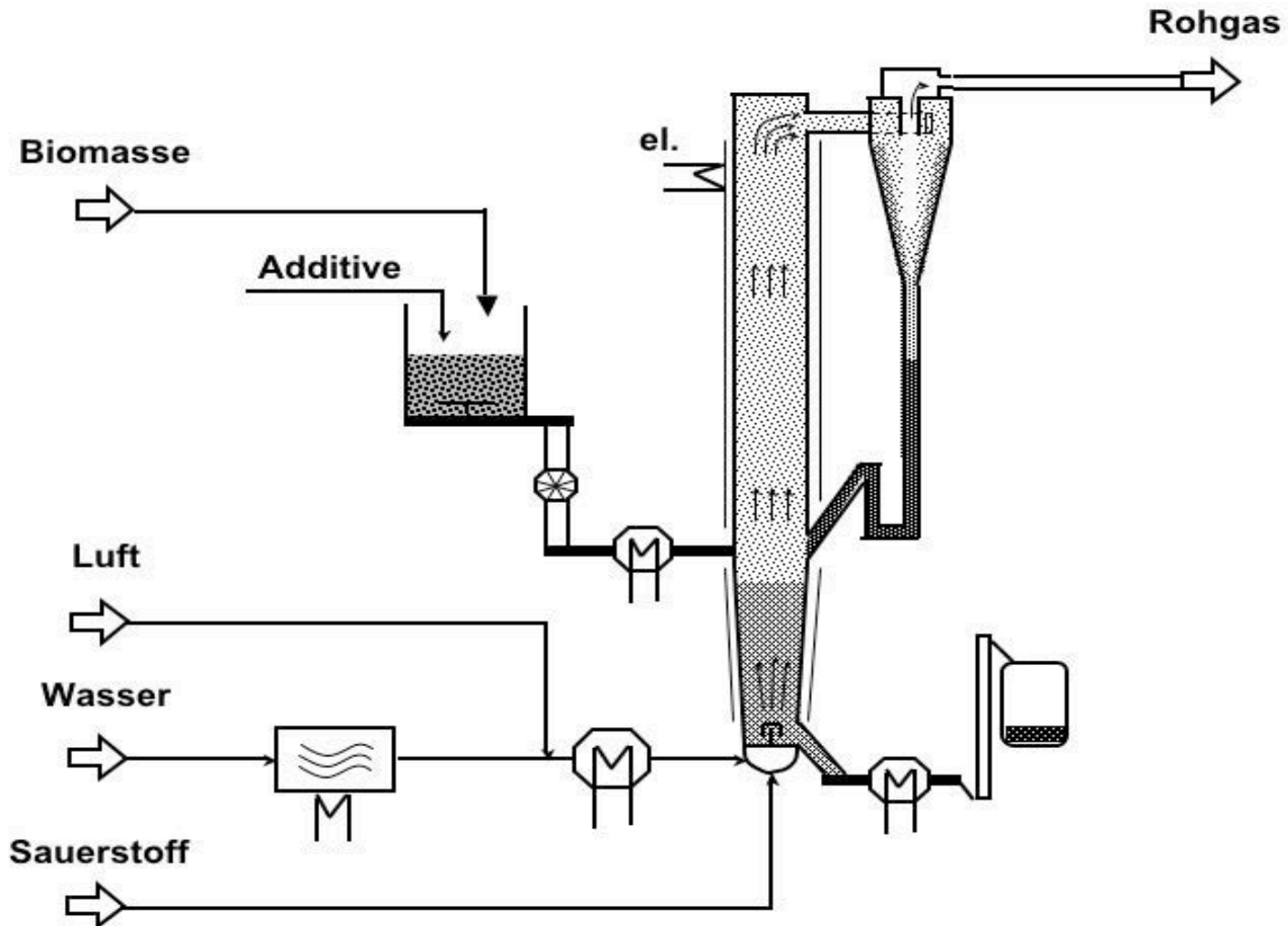
**Synthesegas
Erzeugung**

@ CUTECH -Institut GmbH

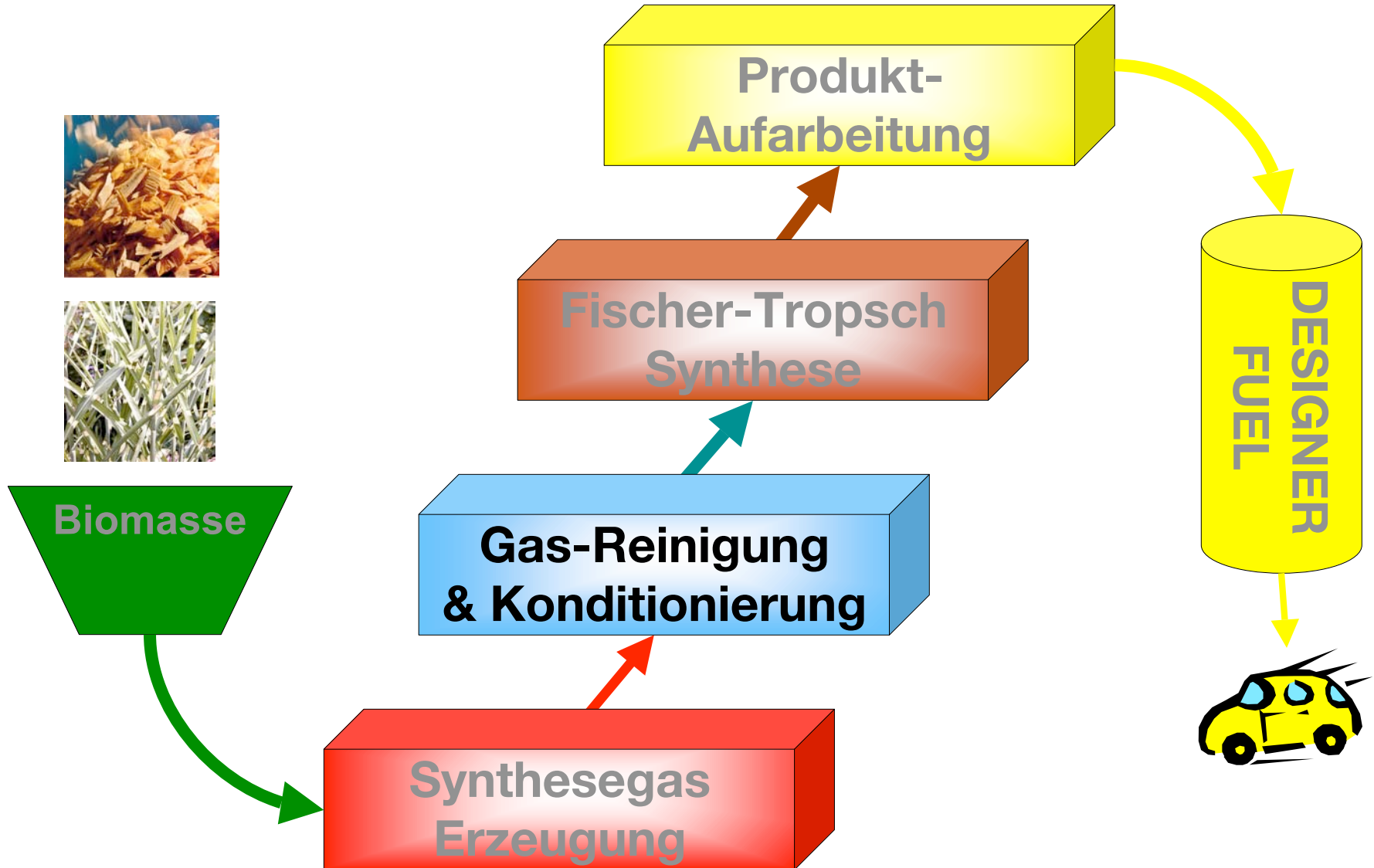
- **Zirkulierende Wirbelschicht bis 0.4 MW**
 - **Autotherm $T > 900\text{ °C}$**
 - **Druck : atmosphärisch**
 - **Wasserdampf/Sauerstoff**
-
- **Synthesegasqualität**
= f (Biomasse, Temperatur, Verweilzeit)
 - **FTS / katalysatorkompatible Synthesegas**
 - **Einsatz katalytisch aktiver Bettadditive zur Minderung der Teer- und Belagsbildung**

Synthesegas Erzeugung

@ CUTECH -Institut GmbH



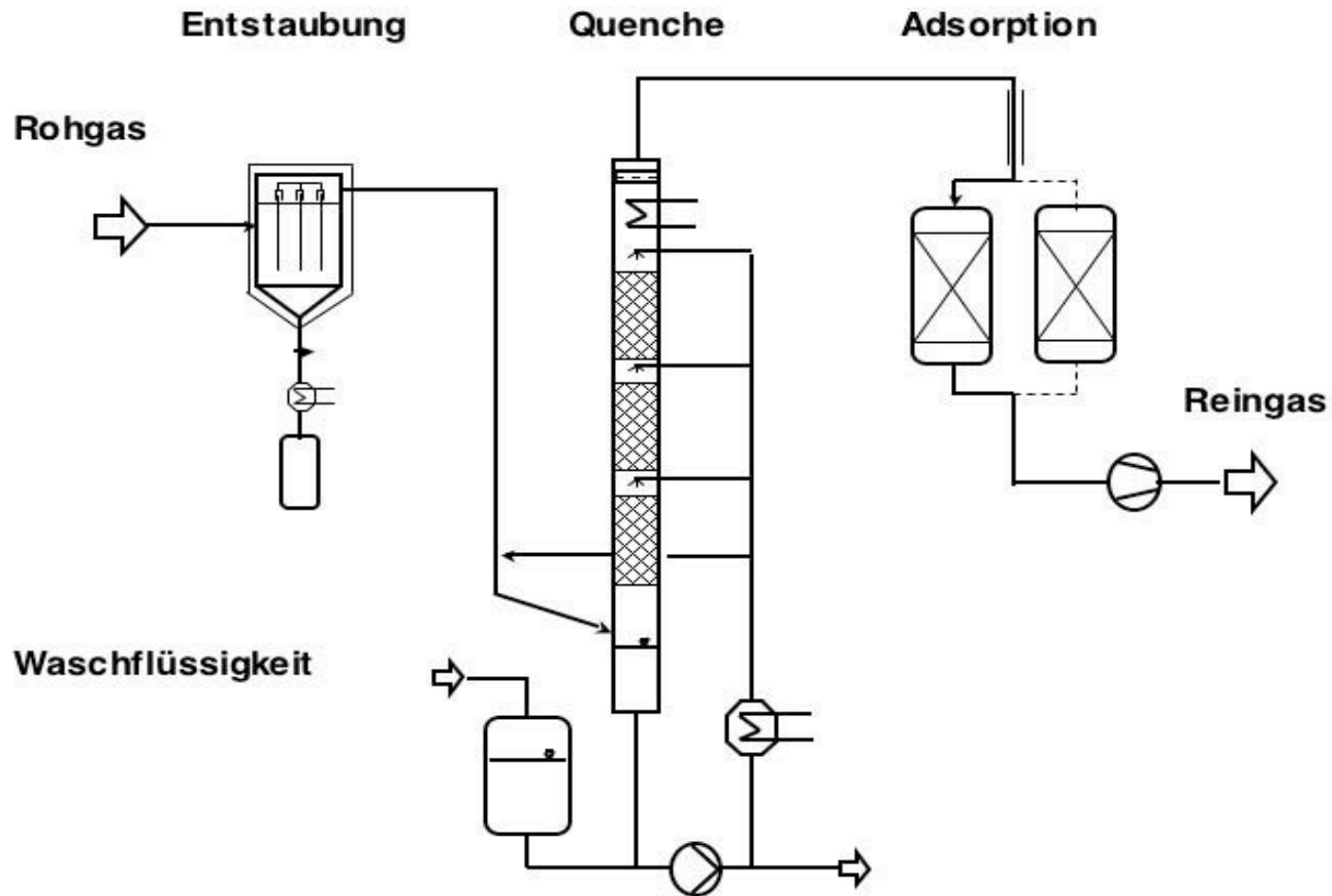
Verfahrenskette zur Herstellung von Kraftstoffen durch Vergasung von Biomasse @ CUTEC -Institut GmbH



- **Heißgasfiltration**
 - **keramische**
 - **Filterkerzen**
 - **Schaumkeramiken**
- **Nasswäsche**
 - **H₂O**
 - **organische Lösungsvermittler**
- **Adsorption**

Gas-Reinigung & Konditionierung

@ CUTEC - Institut GmbH



Gas-Reinigung & Konditionierung

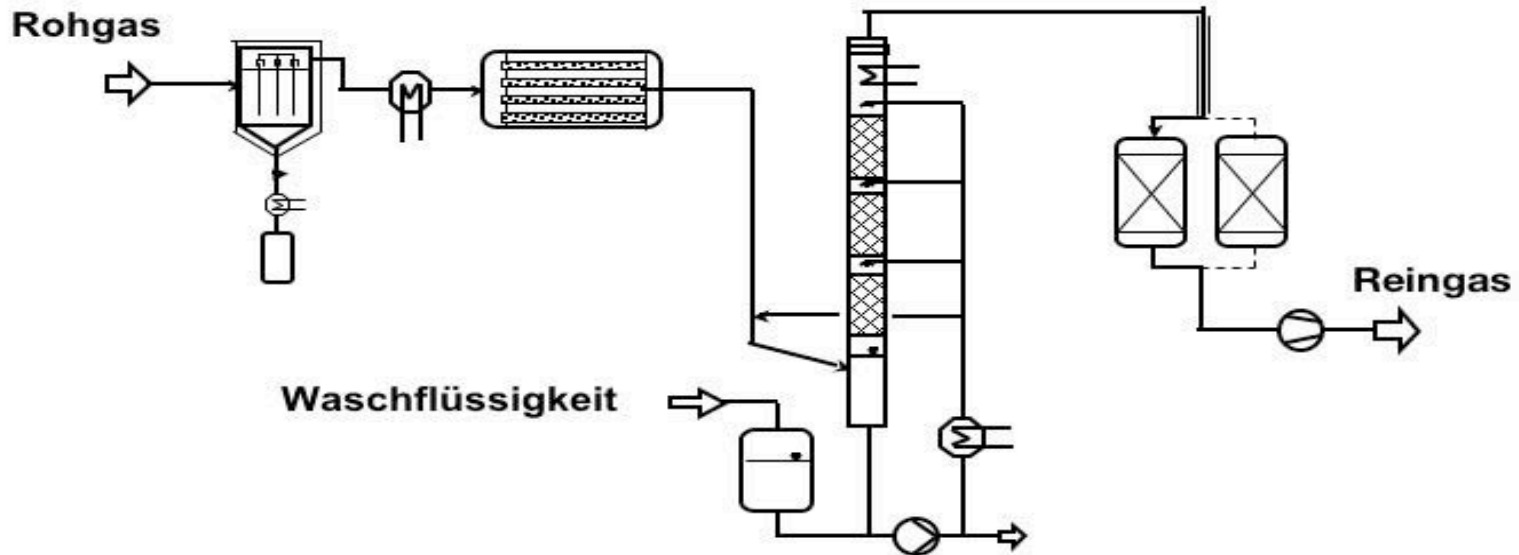
@ CUTEC - Institut GmbH

Entstaubung

Shiftreaktor

Quenche

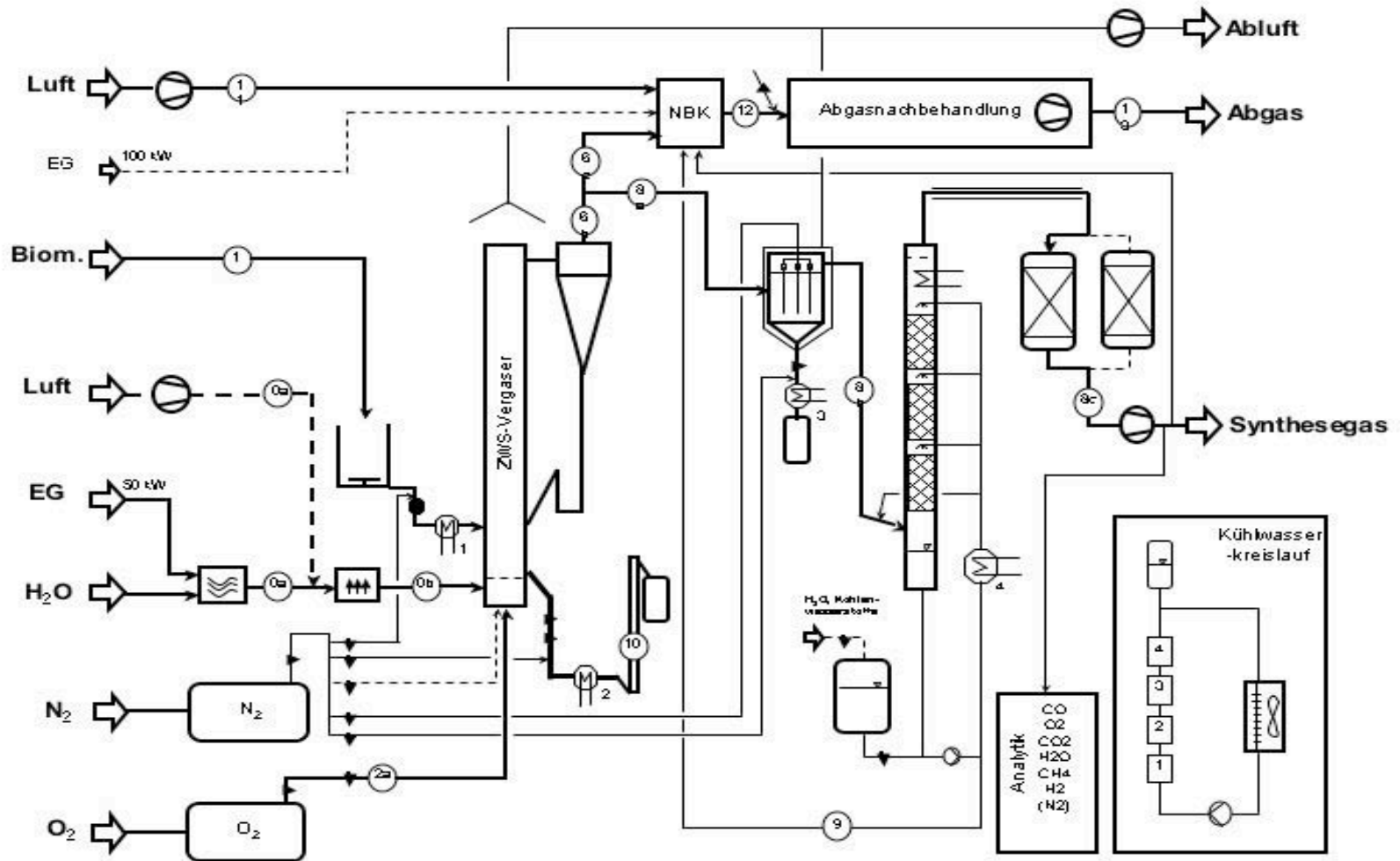
Adsorption



Synthesegas Erzeugung

Gas-Reinigung & Konditionierung

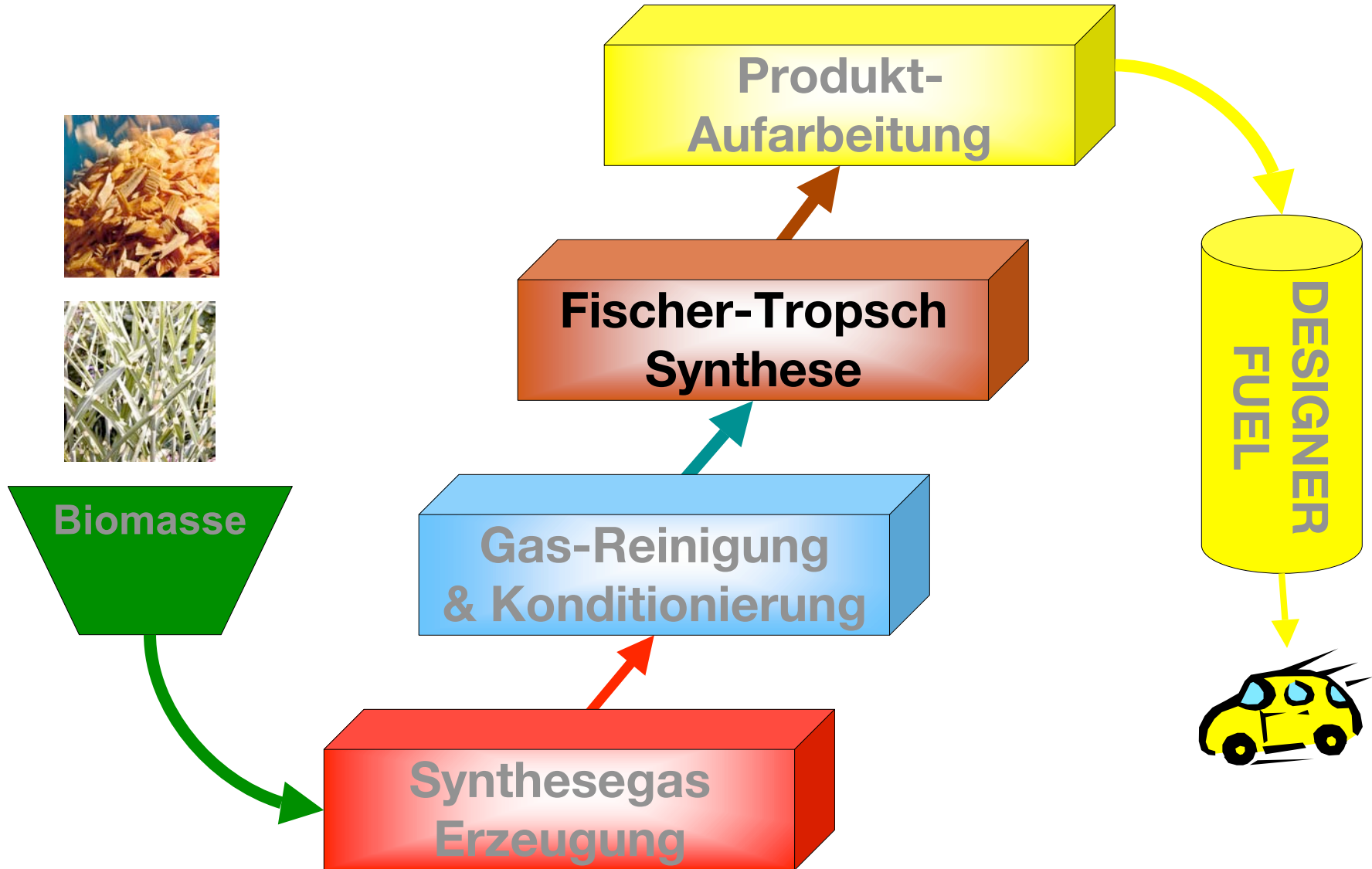
@ CUTEC -Institut GmbH



Zusammensetzung Synthesegas @ CUTEC - Institut GmbH

| Komponente | [Vol.%] |
|----------------------|-----------|
| CO_2 | 35 |
| CO | 27 |
| CH_4 | 2 |
| H_2 | 32 |
| H_2O | 3 |
| N_2 | < 0,3 |

Verfahrenskette zur Herstellung von Kraftstoffen durch Vergasung von Biomasse @ CUTEC -Institut GmbH



Fischer-Tropsch Synthese FTS

■ Hochtemperatur FTS

HTFT 573 - 623 K

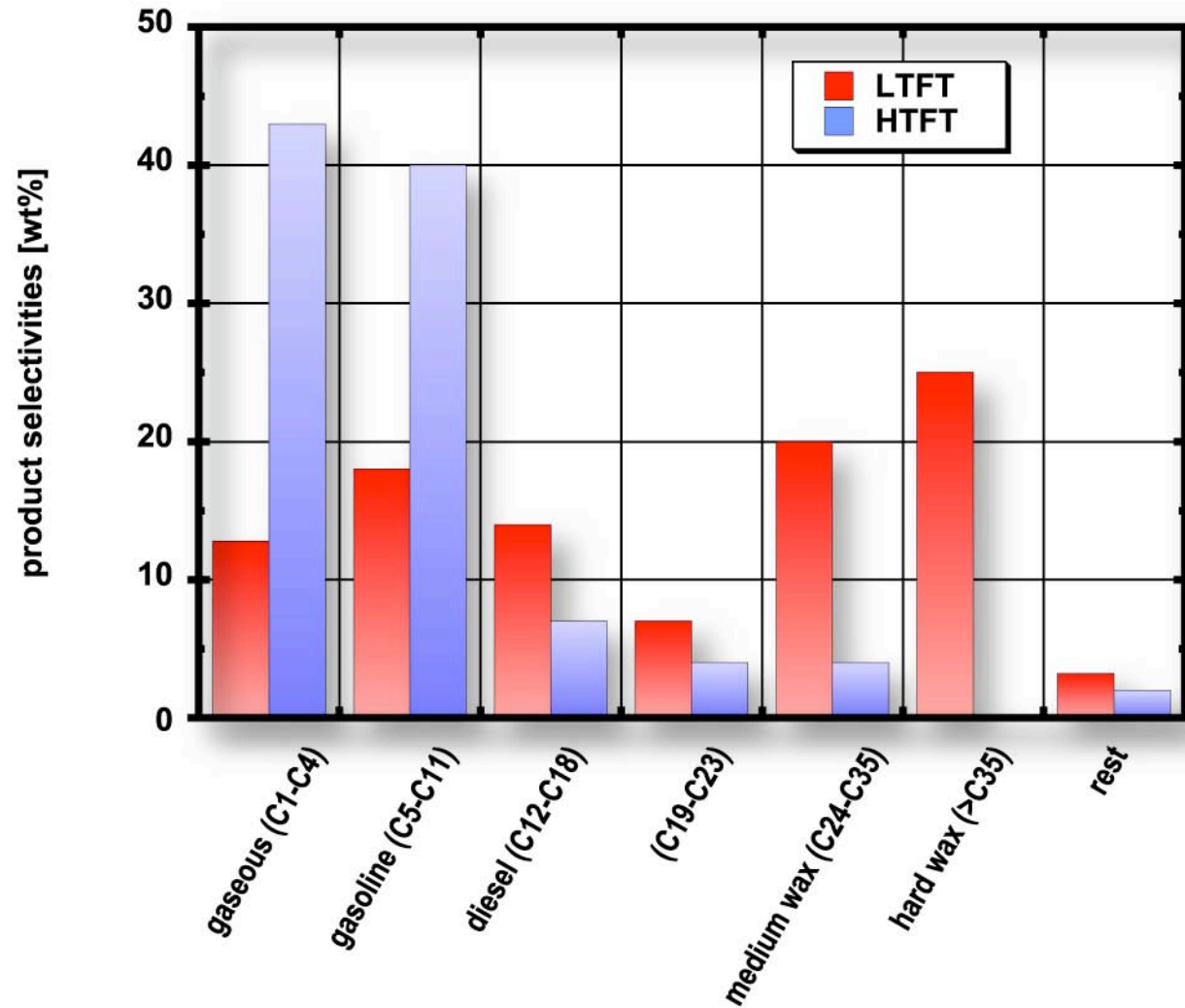
- zirkulierende Wirbelschicht (CFBR)
- stationäre Wirbelschicht (FFBR)

■ Niedertemperatur

LTFT 473 - 513 K

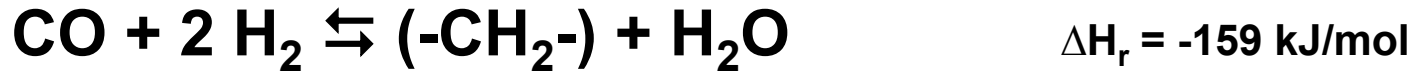
- Slurry Reaktor (SBCR)
- Festbett-Rohrreaktor (TFBR)

Produktspektrum der LTFT und HTFT



Fischer-Tropsch-Synthese Reaktionen

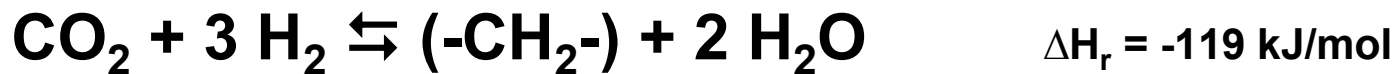
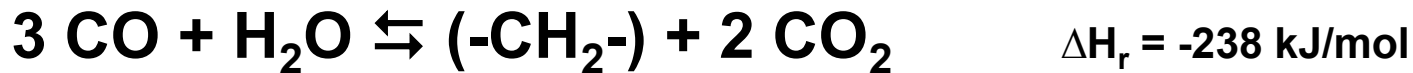
- Fischer-Tropsch-Reaktionen



- Wassergaskonvertierung



- andere mögliche Reaktionen

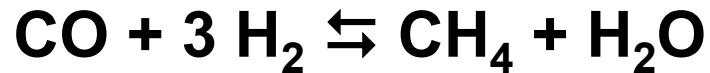


$\Delta H_r @ 250 \text{ }^\circ\text{C}$

FT-Synthese

Ungewünschte Nebenreaktionen

- **Methanisierung**



$$\Delta H_r = -215 \text{ kJ/mol}$$

- **Boudouard Reaktion**



$$\Delta H_r = -174 \text{ kJ/mol}$$

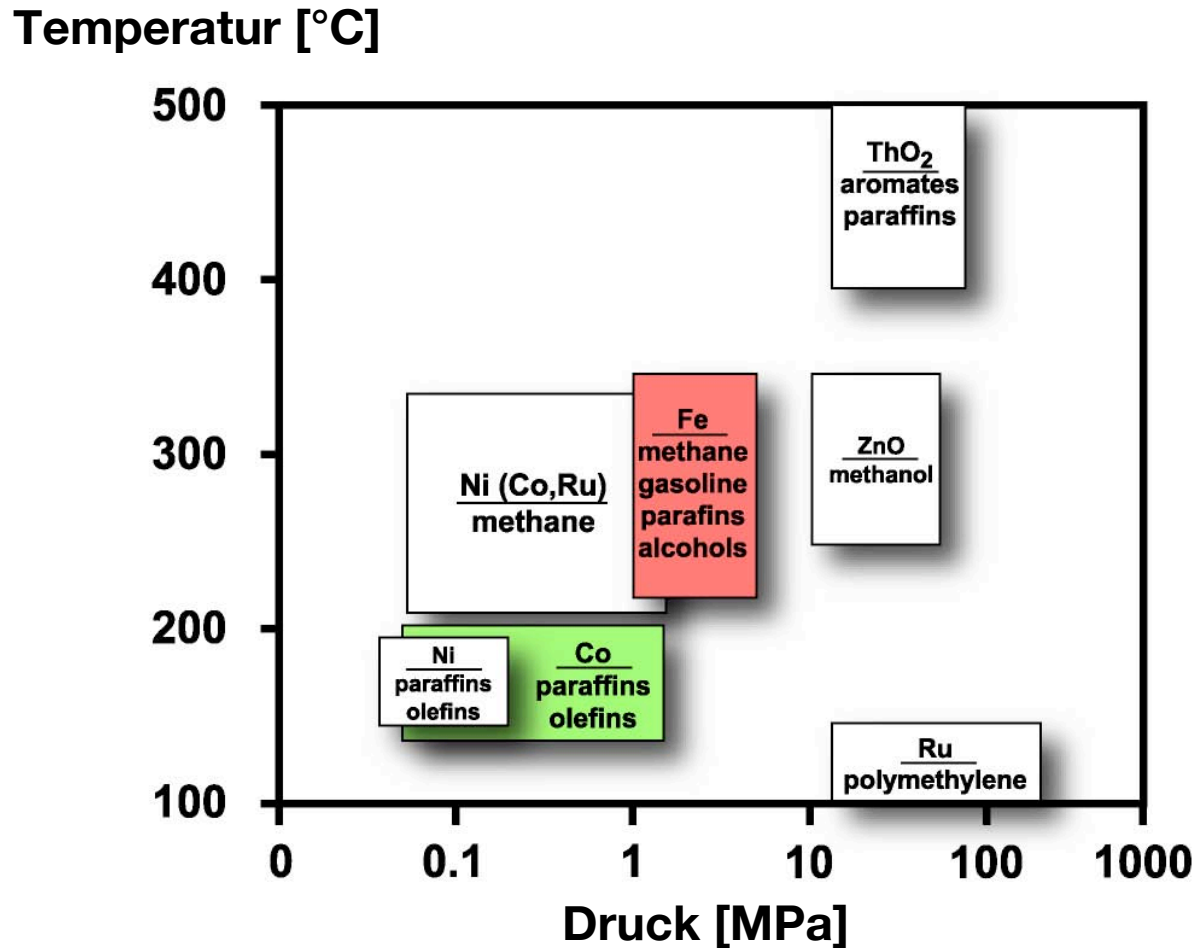
- **Bildung von Oxoalkanylen**



$$\Delta H_r = < 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_r @ 250$$

FT-Synthese Prozeßbedingungen und Katalysatoren



Quelle: Pichler

Einflußparameter auf Produktspektrum/-qualität der Fischer-Tropsch Synthese

● Prozessführung

- Reaktortyp
- Katalysator
- H₂/CO Verhältnis
- Raumgeschwindigkeit
- Temperatur
- Druck

● Synthesegasqualität

- H₂O
- HC
- CO₂
- S
- Cl
- N-Verbindungen
- Alkalien

Katalysatorgifte

- Schwefel
 - H_2S , COS
- Chlor
 - HCl
- Stickstoffverbindungen
 - NH_3 , HCN
- Partikel und Aschen
- Alkalimetalle
- Schwermetalle
- Teer

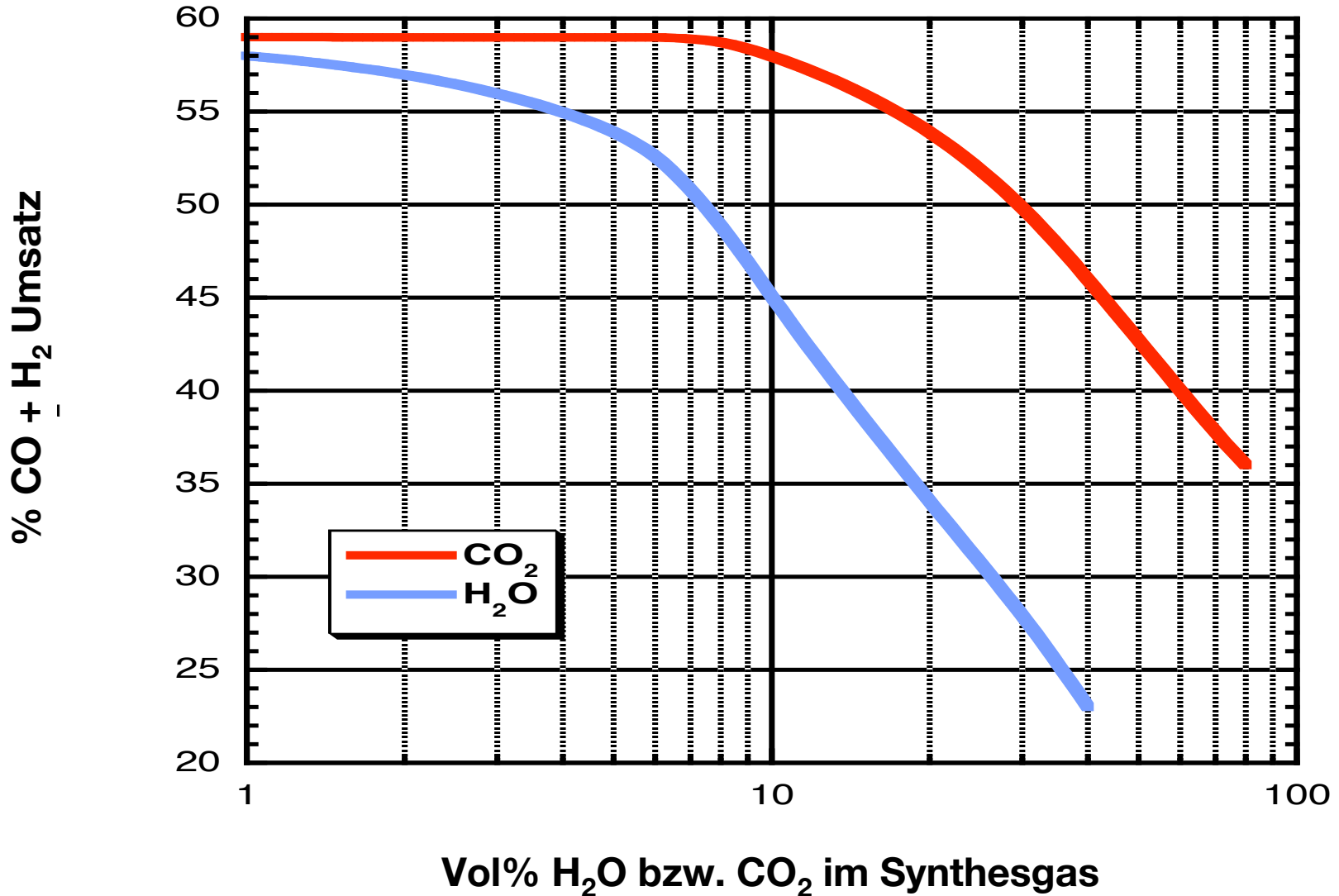
Einfluss des Schwefelgehaltes auf den Umsatz

| Schwefelgehalt im Synthesegas [mg S/m³ (NTP)] | Umsatzabnahme [%/Tag] |
|---|----------------------------------|
| 0.1 | sehr gering |
| 0.4 | 0.25 |
| 2.8 | 2.00 |
| 28.0 | 33.00 |

CO + H₂ Umsatz = f (CO₂, H₂O)

Fe Katalysator

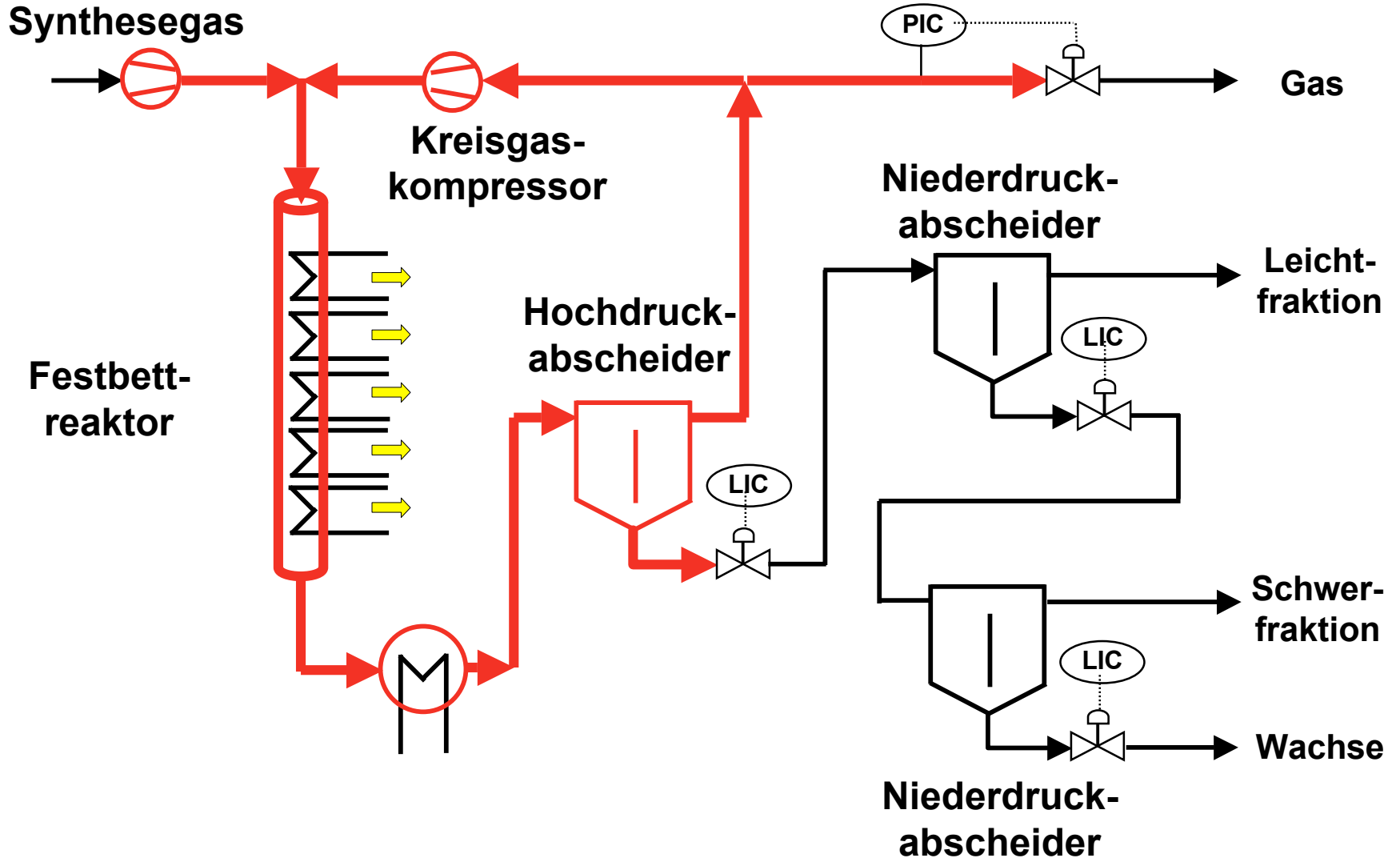
Quelle: Tramm 1959



- **LTFT 473 - 513 K**
 - **Festbettrohrreaktor (TFBR)**
- **Katalysator : Eisenbasiert**
- **Umsatzmaximierung durch
Kreislaufführung des Synthesegases**
- **isotherme Reaktionsbedingungen**

Fischer-Tropsch Synthese

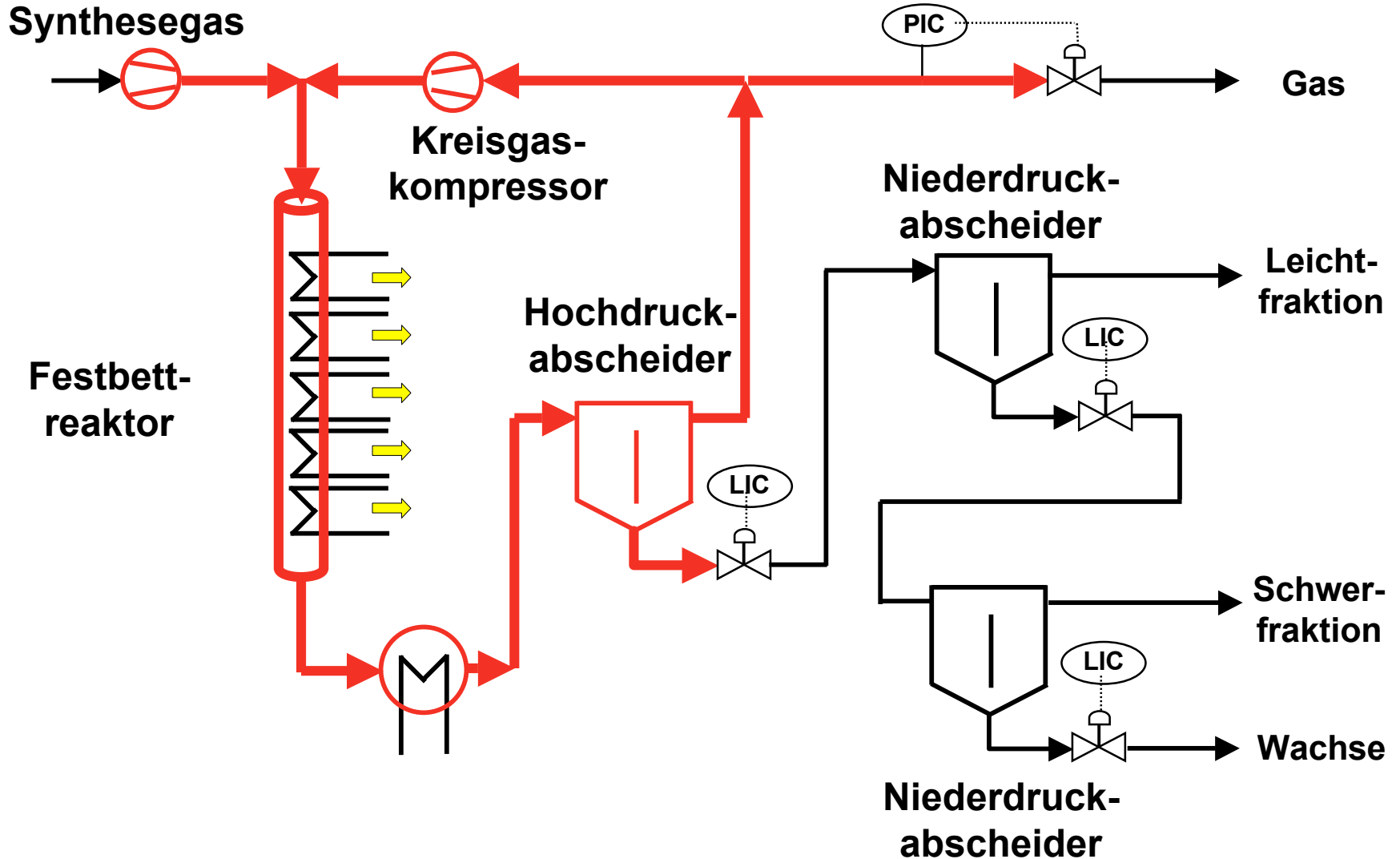
@ CUTECH - Institut GmbH



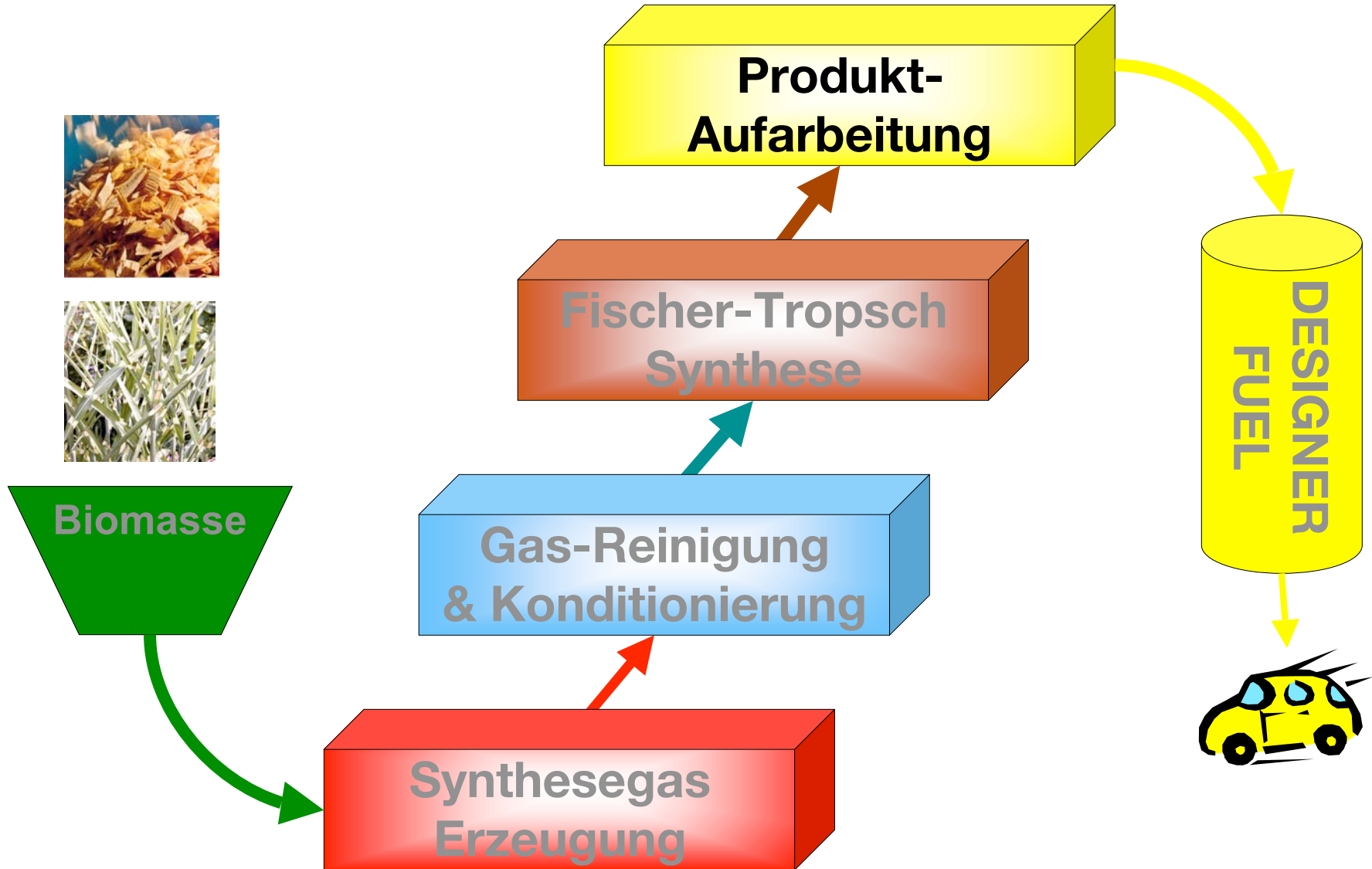
- **Optimierung des Wärmemanagements**
 - **isotherme Betriebsweise**
 - **Kopplung FTS / Hydrocracking**
- **Evaluierung der Synthesegaszusammensetzung
auf das Produktspektrum**
- **Katalysator-Alterung**

Fischer-Tropsch Synthese

@ CUTECH - Institut GmbH

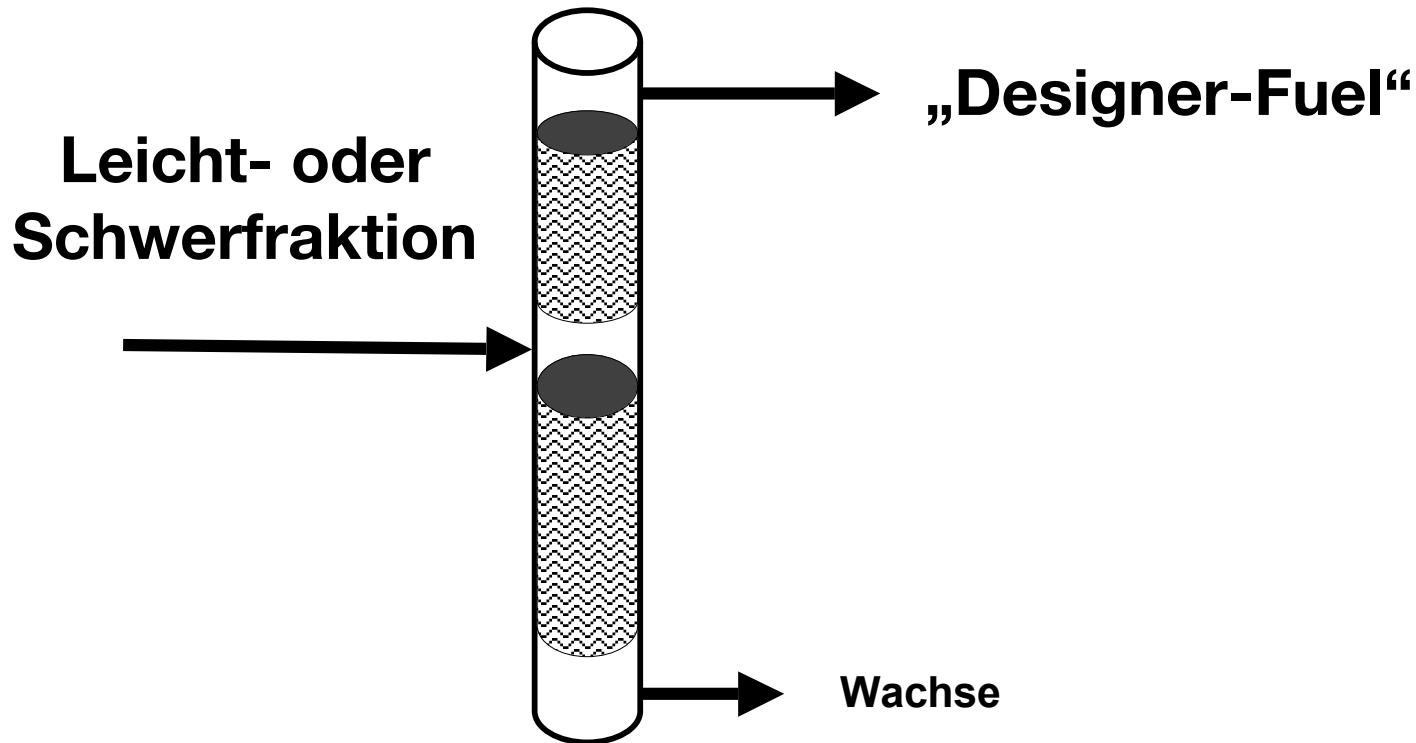


Verfahrenskette zur Herstellung von Kraftstoffen durch Vergasung von Biomasse @ CUTEC -Institut GmbH



**Produkt-
Aufarbeitung**

@ CUTECH-Institut GmbH

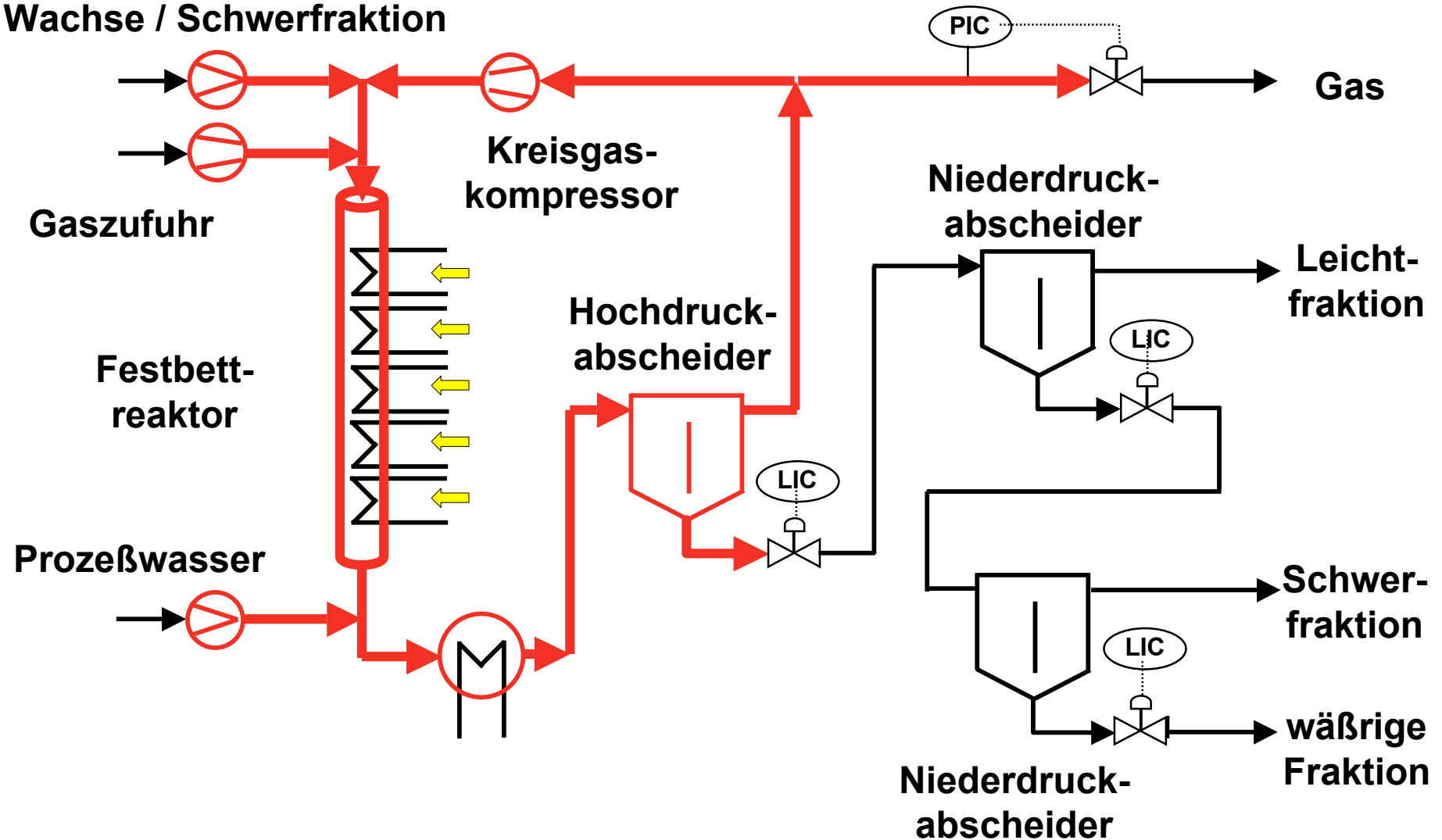


Rektifikation

Produkt- Aufarbeitung

Hydrocracking der Wachse @ CUTEC - Institut GmbH

Wachse / Schwerfraktion



Produktspezifikation



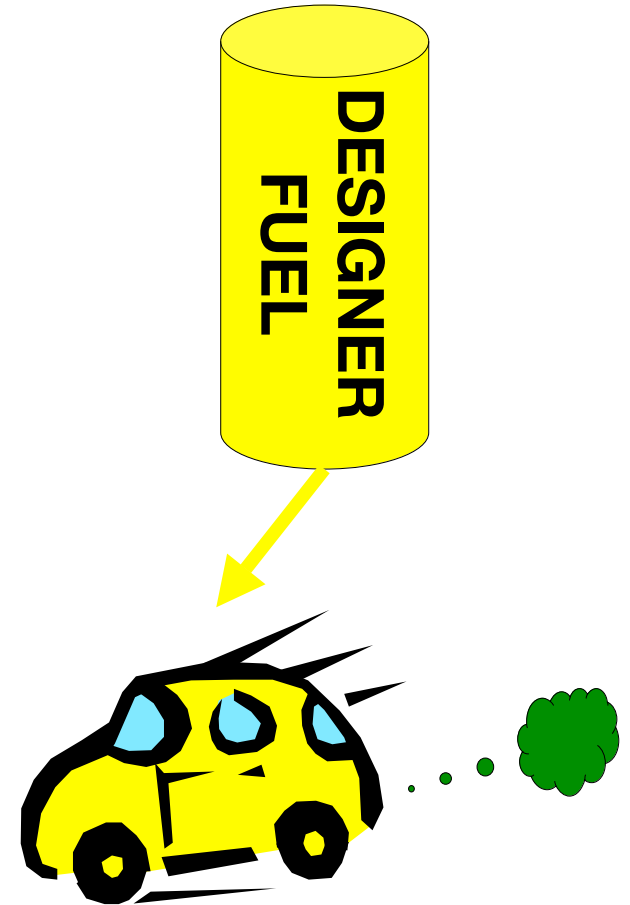
- TDI

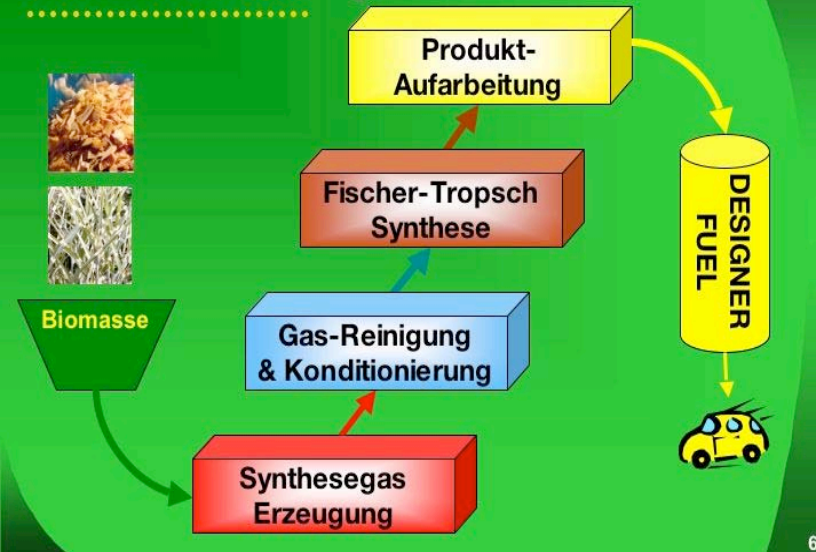


- FSI/GDI



- FUEL CELL





Zusammenfassung

- **systemtechnischer Ansatz**
- **Schnittstellen**
- **Optimierung Einzelkomponenten**
 - **modularer Aufbau**
- **Stoffstrom- und Wärmemanagement**

BioKraftstoffe - Ein neuer Wirtschaftszweig entsteht
Tagungsstätte Weyhausen 7. November 2003

Biogene Fischer Tropsch Kraftstoffe für zukünftige Antriebskonzepte

Prof. Dr.-Ing. Otto Carlowitz
Prof. Dr.-Ing. Michael Claußen
Dipl.-Chem. Markus Maly
Dipl.-Ing. Michael Schindler
Dr.-Ing. Stefan Vodegel