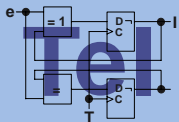
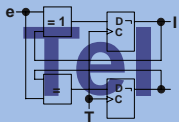


Integration eines Wachstumsmodells der selektiven Siliziumepitaxie auf der Basis von Messergebnissen in den Prozesssimulator Dupsim

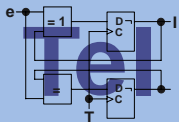
Long Yan



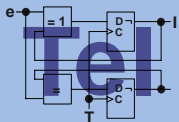
- Aufgabenstellung
- Einführung
- Analyse der Modellbildung der Vorgänger
- Aussichten



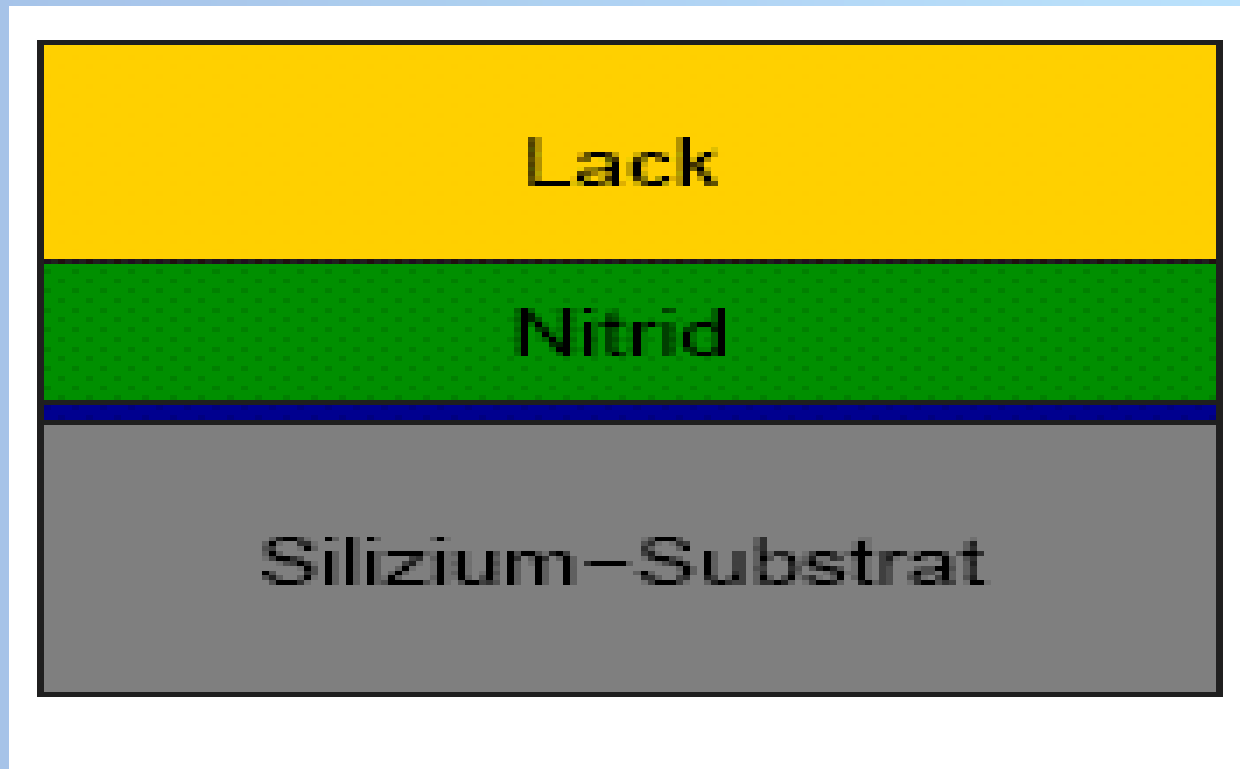
- Analyse der vorhandenen Messdaten und Identifikation sinnvoller Modellansätze
- Entwicklung eines mathematisch-physikalischen Modells auf Basis der vorhandenen Messdaten.
- Implementierung und Integration des entwickelten Modells in den Prozesssimulator DUPSIM

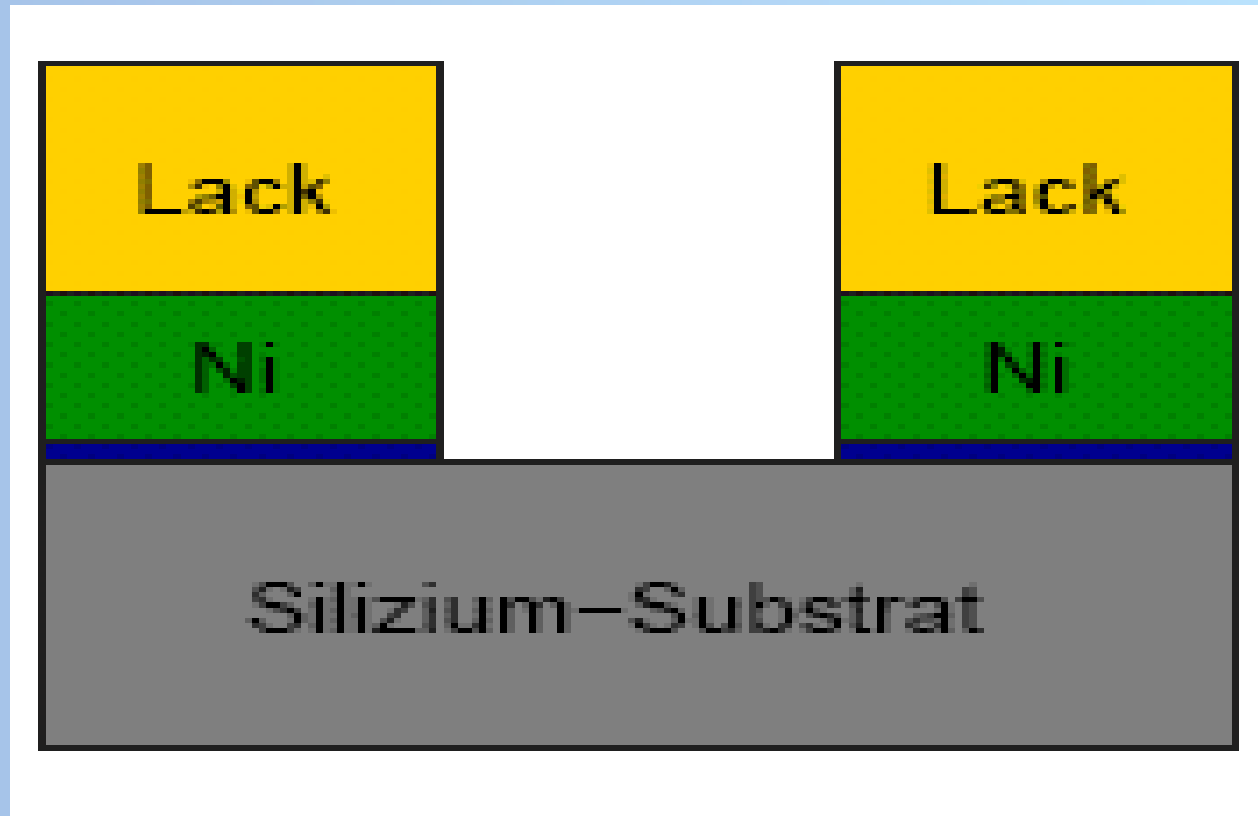


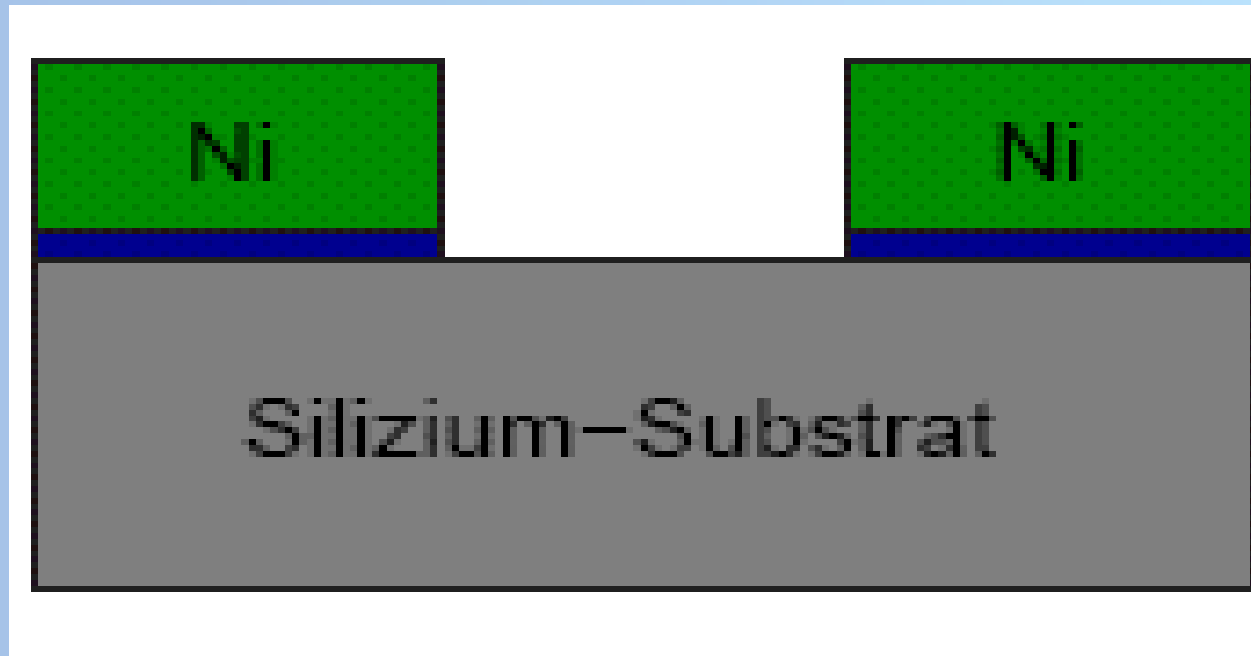
- Unter Epitaxie versteht man das Aufwachsen einer einkristallinen Schicht auf einem einkristallinen Substrat.



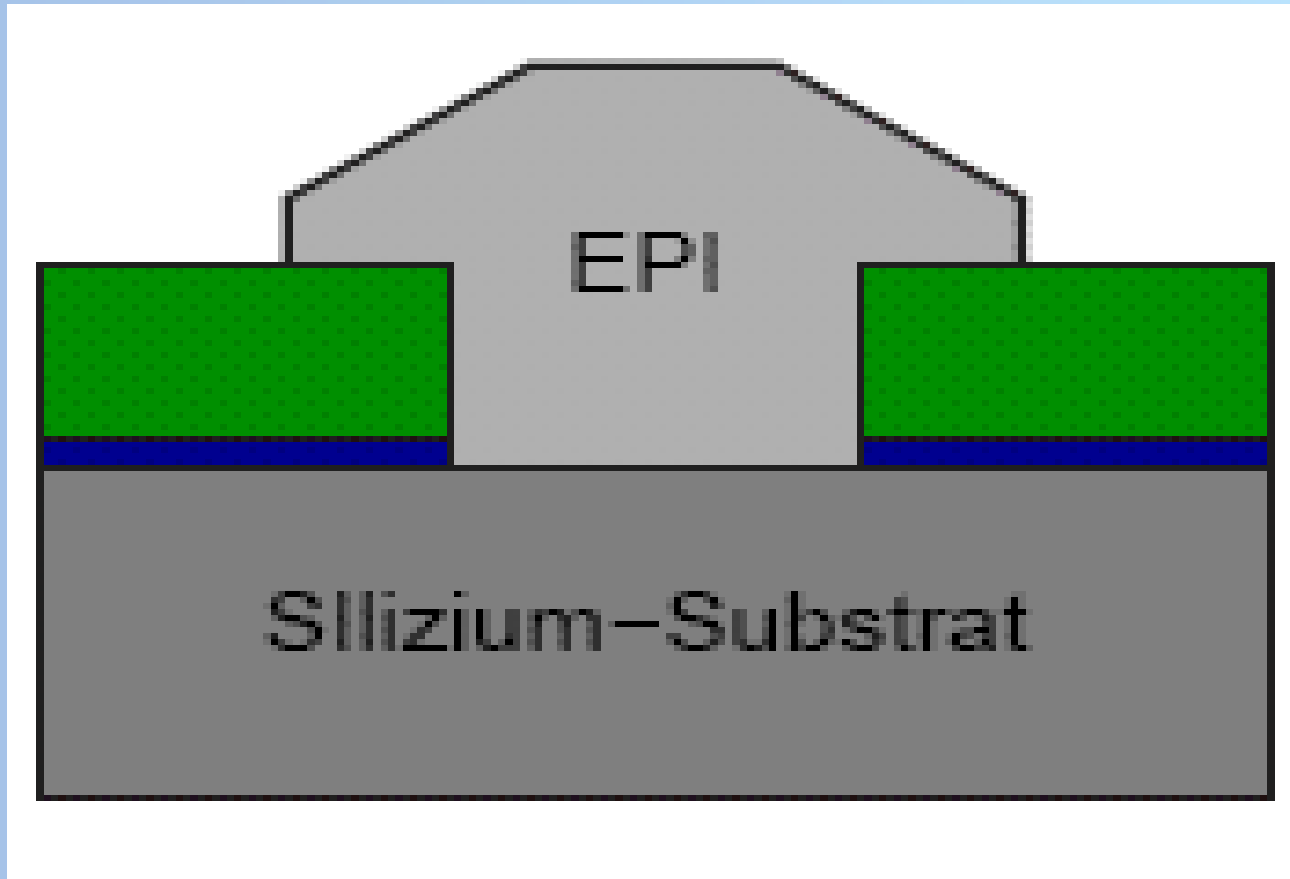
Ablauf zur Vorbereitung der Modellstruktur(1)



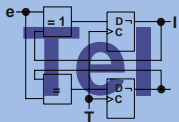




Einführung Selektive Epitaxie

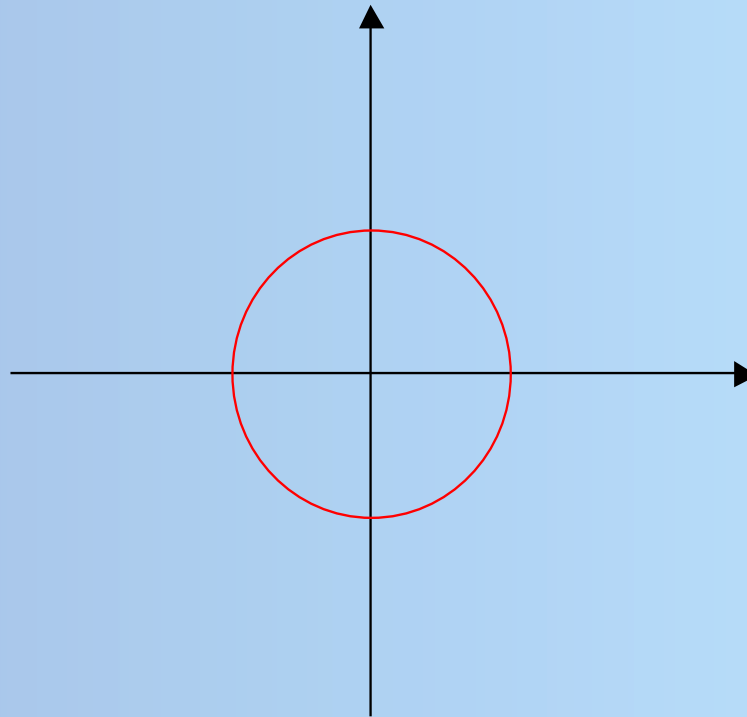


- DUPSIM ist ein Programm zur 2-dimensionalen Simulation der wesentlichen Prozessschritte bei der Herstellung von Silizium-Halbleiter-Bauelementen.



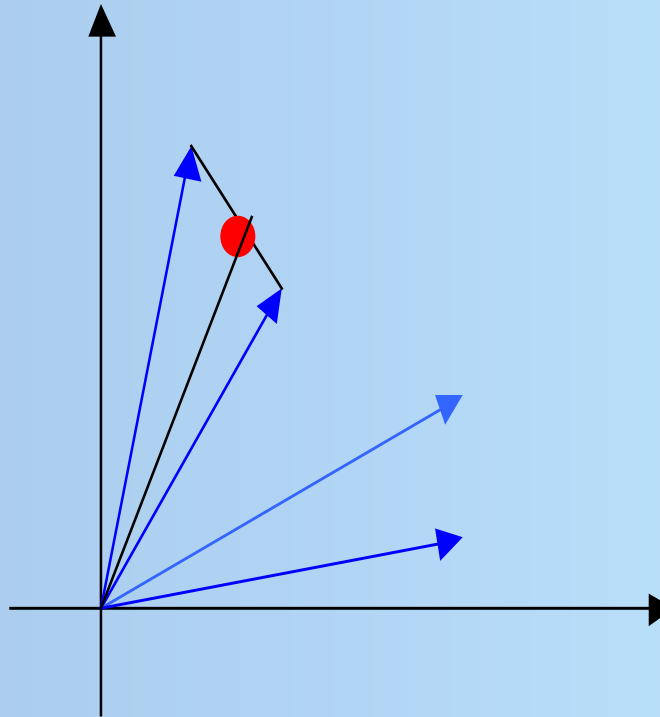
a. Isotroper Modus

konstante Rate in allen Wachstumsrichtungen



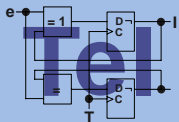
b. Stützstellenmodus

die Rate in beliebigen Richtungen wird durch gewisse Raten, die vorgegeben sind, bestimmt.



c. Aktivierungsenergiemodus

Die Raten in beliebigen Richtungen werden durch gewisse Raten, **die vorberechnet sind**, bestimmt.



Analyse der Modellbildung der Vorgänger

Das von A. Rabe vorgeschlagene Modell:

$$\mathcal{R} = (a \cdot e^{bT} + c) \cdot (d \cdot p + f) \cdot (g \cdot x + h) + i$$

R --- Wachstumsrate T --- Temperatur
p --- Gesamtdruck in der Reaktionskammer
x --- Gasflußverhältnis
a,b,c,d,f,g,h,i ---- Konstanten

Analyse der Modellbildung der Vorgänger (2)

Das Modell von St. Ulbrich:

$T < 1000^\circ\text{C}$

$$R(T) = A \cdot e^{\frac{-E_A}{kT}}$$

$T > 1000^\circ\text{C}$

$$R_{(\mu\text{m}/\text{min})}(T, P) = A \cdot e^{\frac{-E_A}{kT}} \cdot (1,86046 - 4,75482 \cdot e^{-0,114328 \cdot P})$$

R --- Wachstumsrate

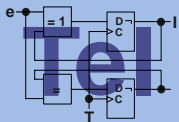
T --- Temperatur

A --- Aktivierungskonstante

E_A --- Aktivierungsenergie

k --- Boltzmannkonstante

P --- Gesamtdruck in der Reaktionskammer

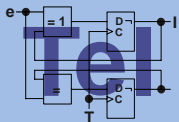


Analyse der Modellbildung der Vorgänger (3)

Zwei Prozesse werden zusammengefasst

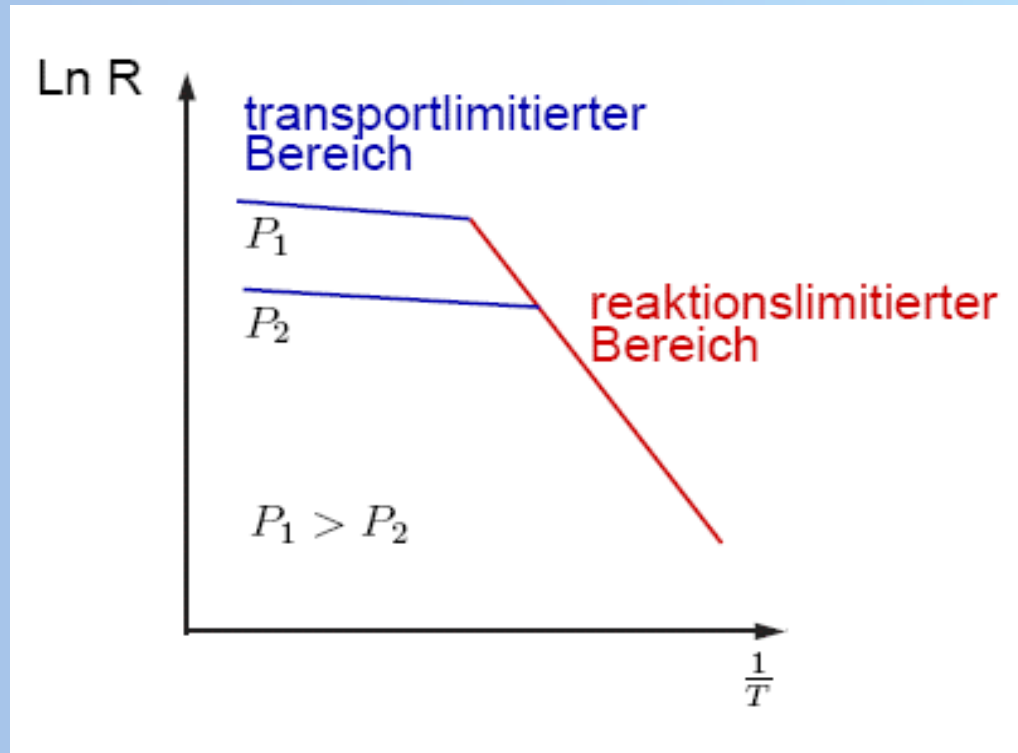


Frage: kann der Ätzprozess tatsächlich mit
Wachstumsprozess zusammengefasst werden?



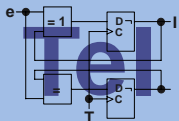
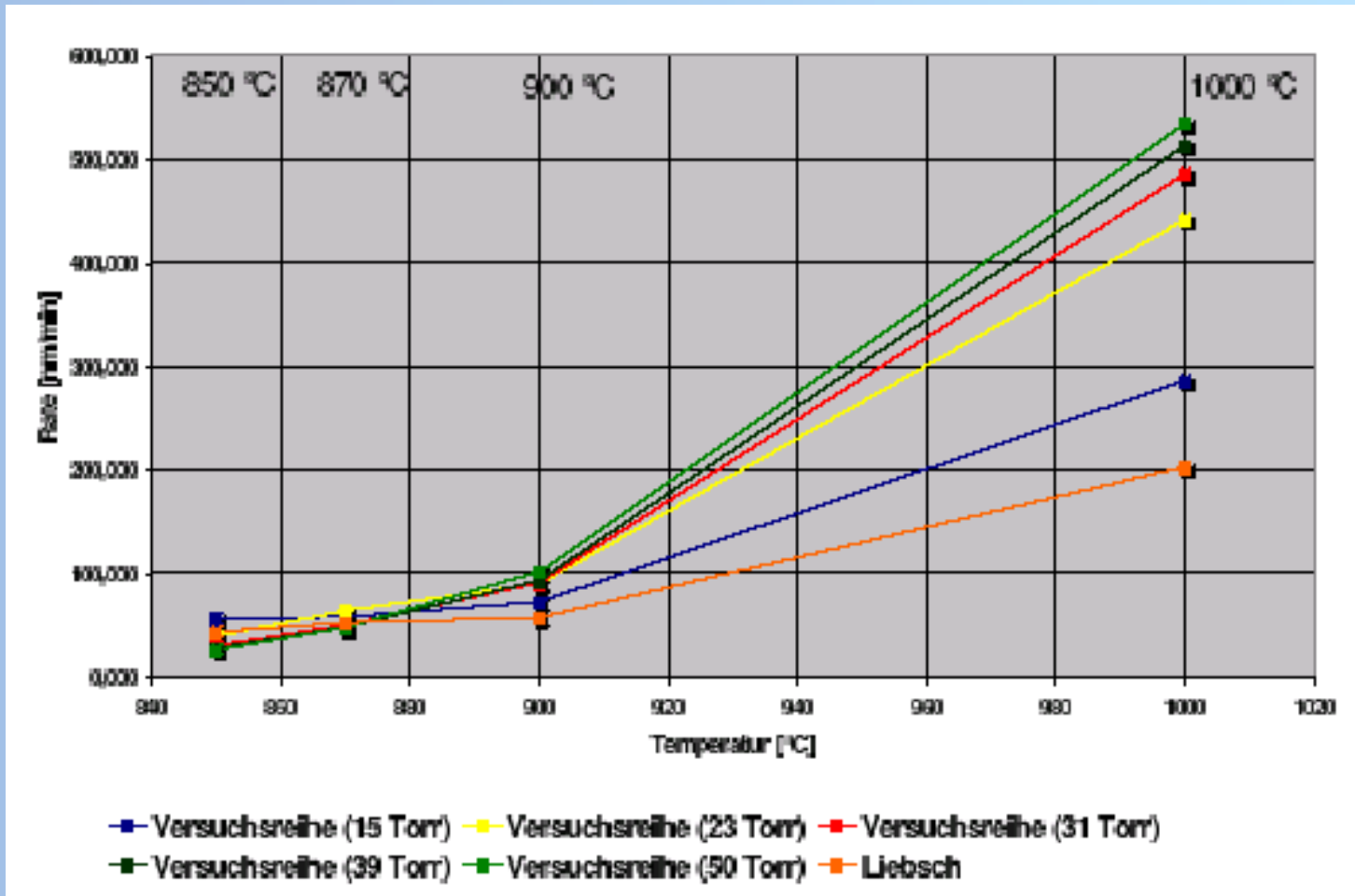
Analyse der Modellbildung der Vorgänger (4)

Transportlimitierter Bereich und reaktionslimitierter Bereich



Analyse der Modellbildung der Vorgänger (5)

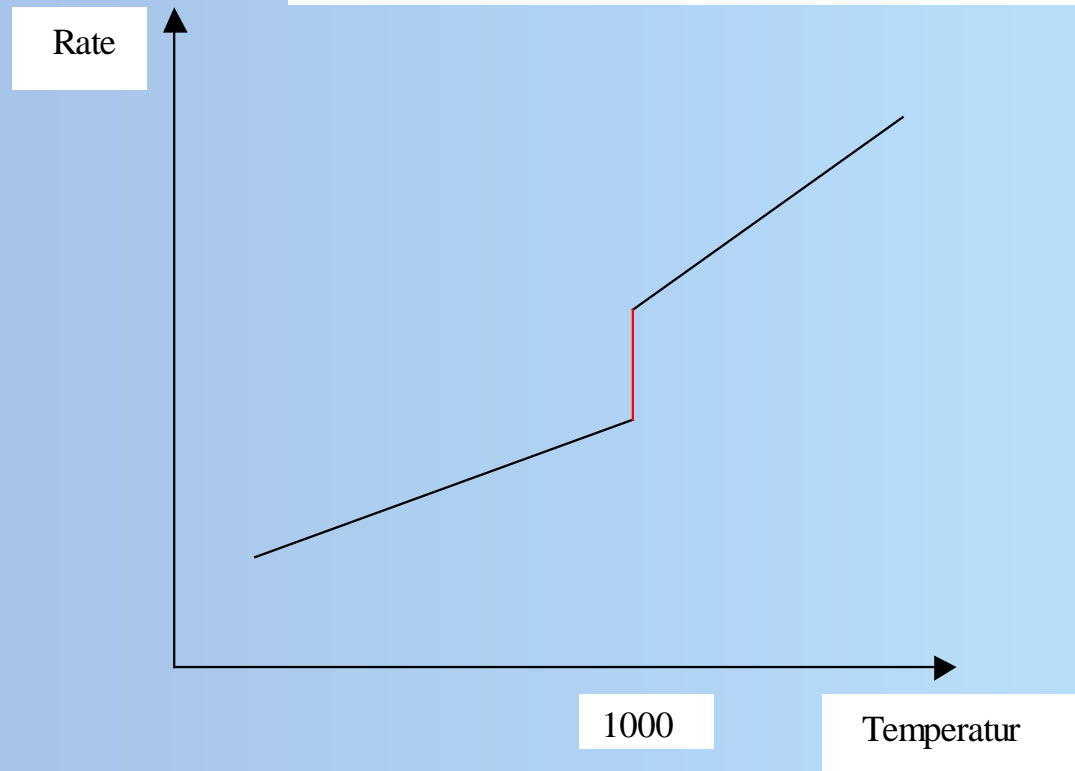
Ratendiagramm zur Druckabhängigkeit (S. Ulbrich)



Analyse der Modellbildung der Vorgänger (6)

Sprung bei 1000 Grad

$$R_{(\mu\text{m}/\text{min})}(T, P) = A \cdot e^{\frac{-E_A}{kT}} \cdot (1,86046 - 4,75482 \cdot e^{-0,114328 \cdot P})$$



Nach Kongetira[97]

$$GR_{(\mu\text{m}/\text{min})} = \frac{k_{GR} e^{-E_{GR}/kT} (P_{DCS})^z (P_{H_2})^x - k_{et} e^{-E_{et}/kT} (P_{HCl})^y}{\Delta}$$


GR --- Wachstumsrate k_{GR} --- Konstante für Wachstumsprozess

k_{et} --- Konstante für Ätzprozess k --- Boltzmannkonstante

E_{GR} --- Aktivierungsenergie für Wachstumsprozess

E_{et} --- Aktivierungsenergie für Ätzprozess x, y, z --- Exponenten

T --- Temperatur $P_{DCS}, P_{H_2}, P_{HCl}$ --- Partialdruck für das jeweilige Gas

Nach Kongetira[97] hängt der Nenner  ausschließlich vom Systemdruck ab und hat eine lineare Beziehung zum Druck.

$$\Delta = m \cdot P + b$$

Meine Vermutung:

$$\Delta = m \cdot P^a + b$$

P --- Gesamtdruck in der Reaktionskammer
m,a,b --- Konstanten

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

