

The Gaube Lecture

Thermodynamik und Reaktions- Technik am Beispiel PA12

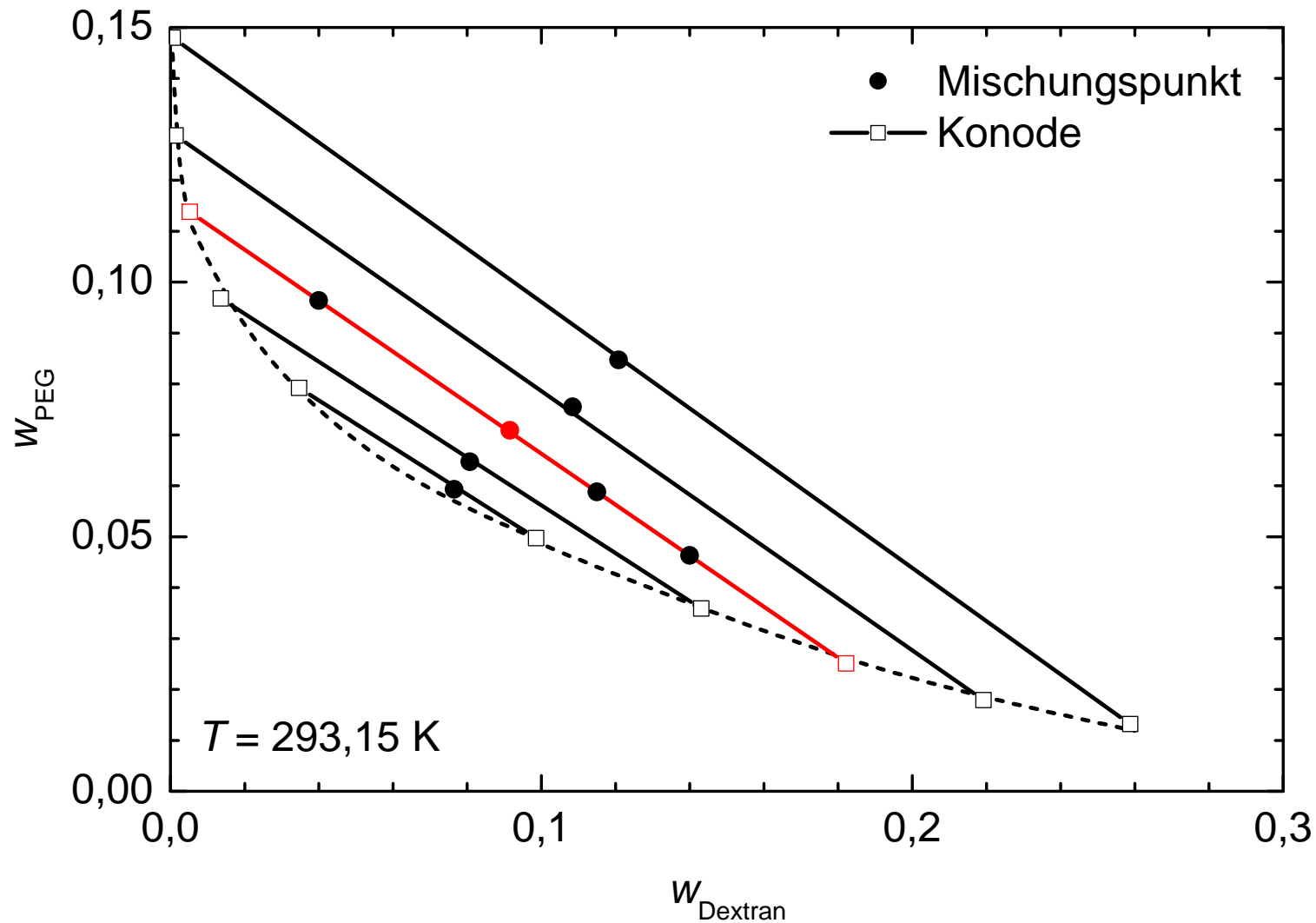
A.Pfennig/T.Haas – 18. April 2015

Université
de Liège

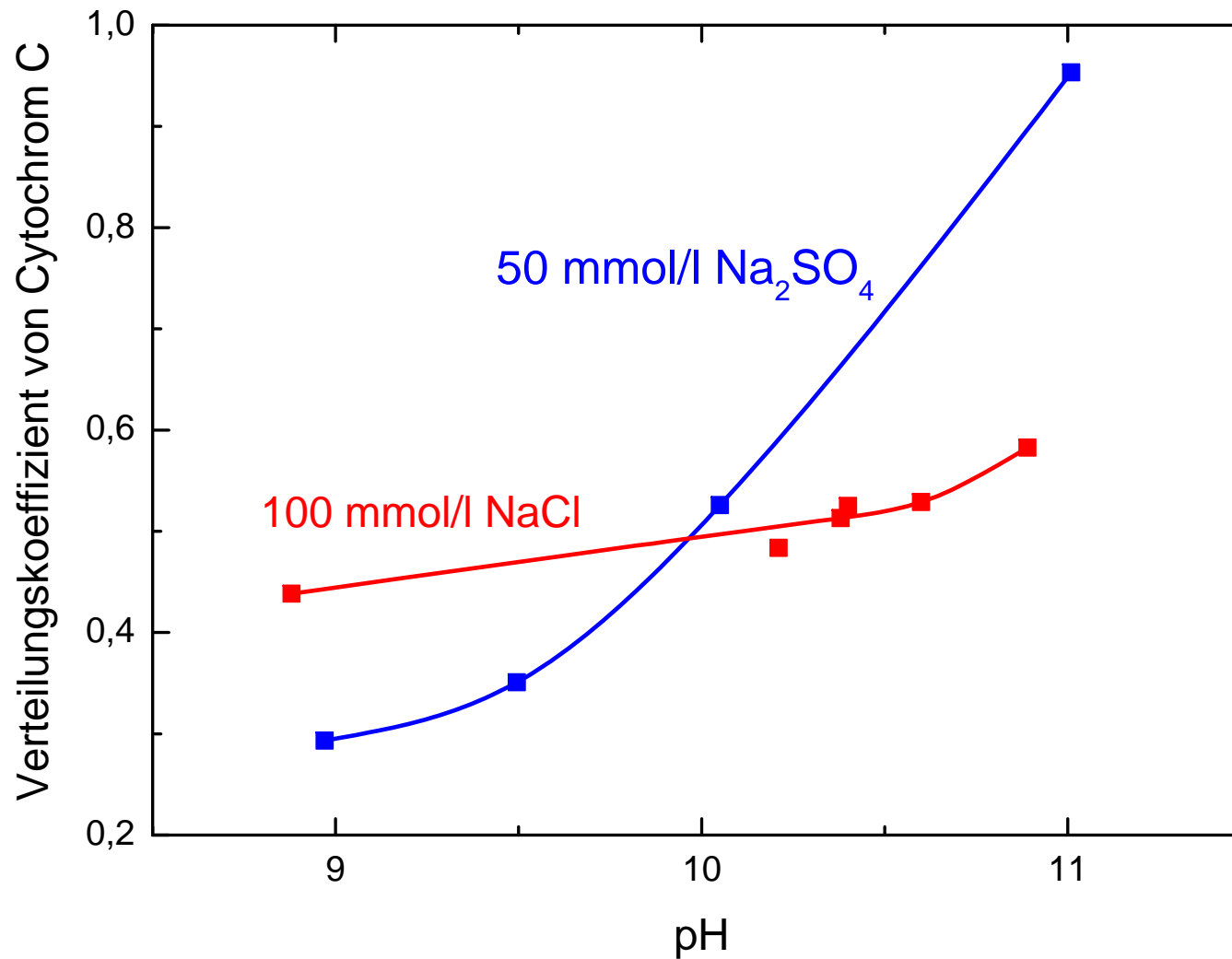


EVONIK
INDUSTRIES

ATPS: Wasser + PEG₃₀₀₀ + Dextran 500000

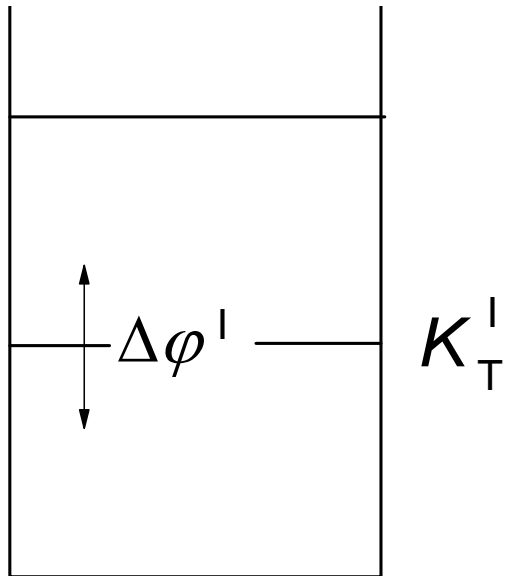


Cross-Partition von Cytochrom C

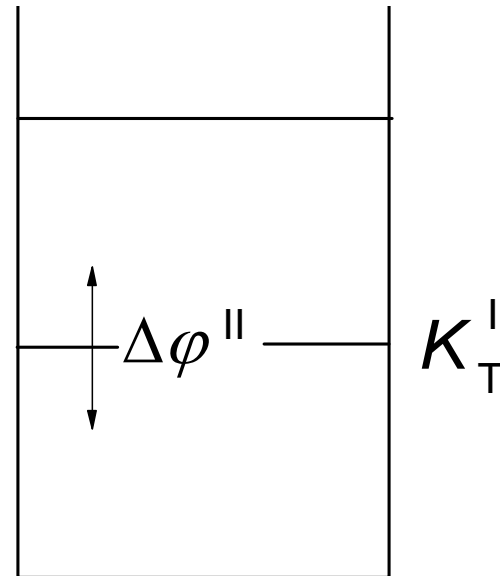


Bestimmung von $\Delta\Delta\varphi$

Zweiphasensystem
mit Salz I

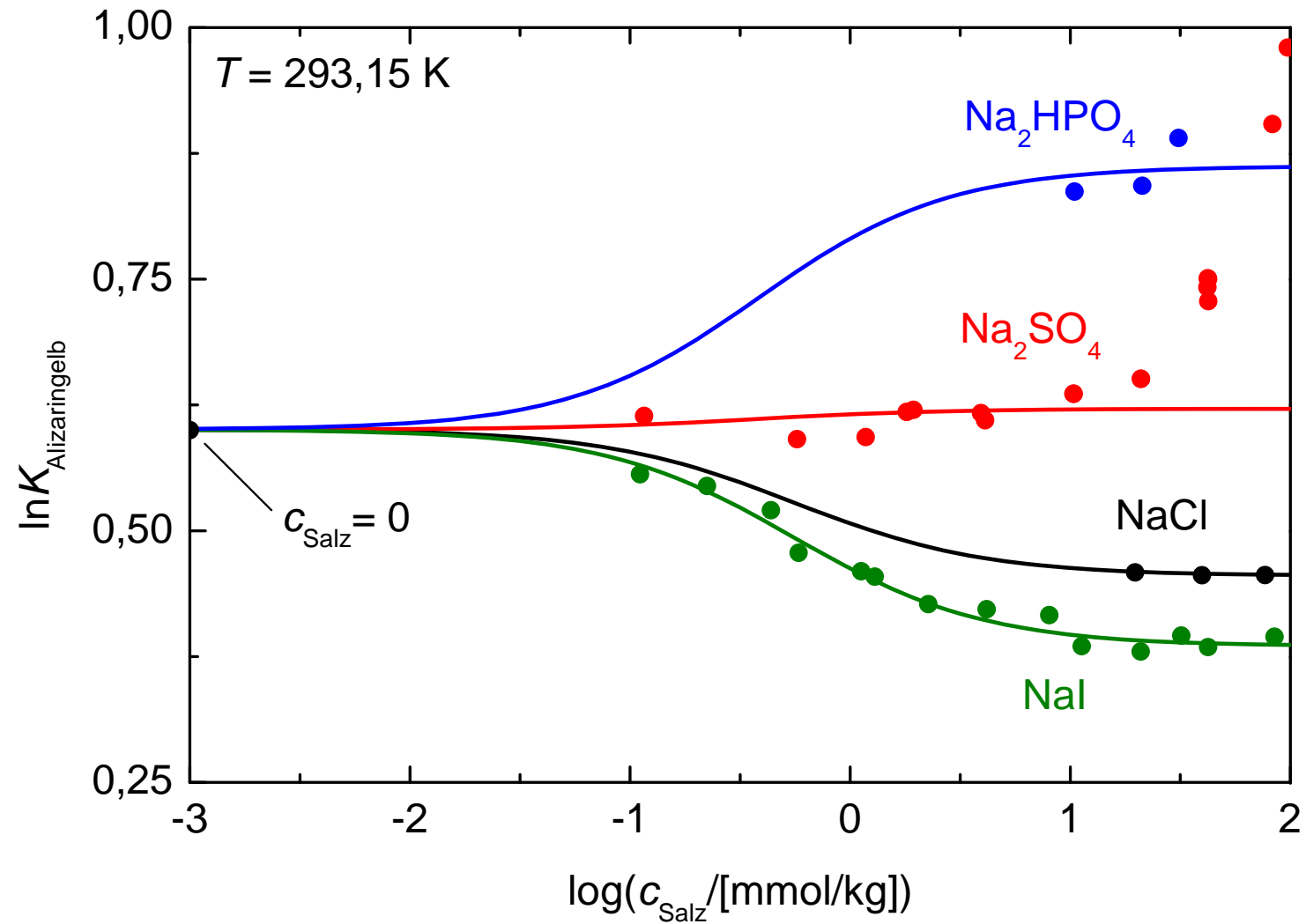


Zweiphasensystem
mit Salz II



$$\Delta(\Delta\varphi) = - \frac{RT}{z_T F} \left((\ln K_T - \ln K_T^0)^I - (\ln K_T - \ln K_T^0)^{II} \right)$$

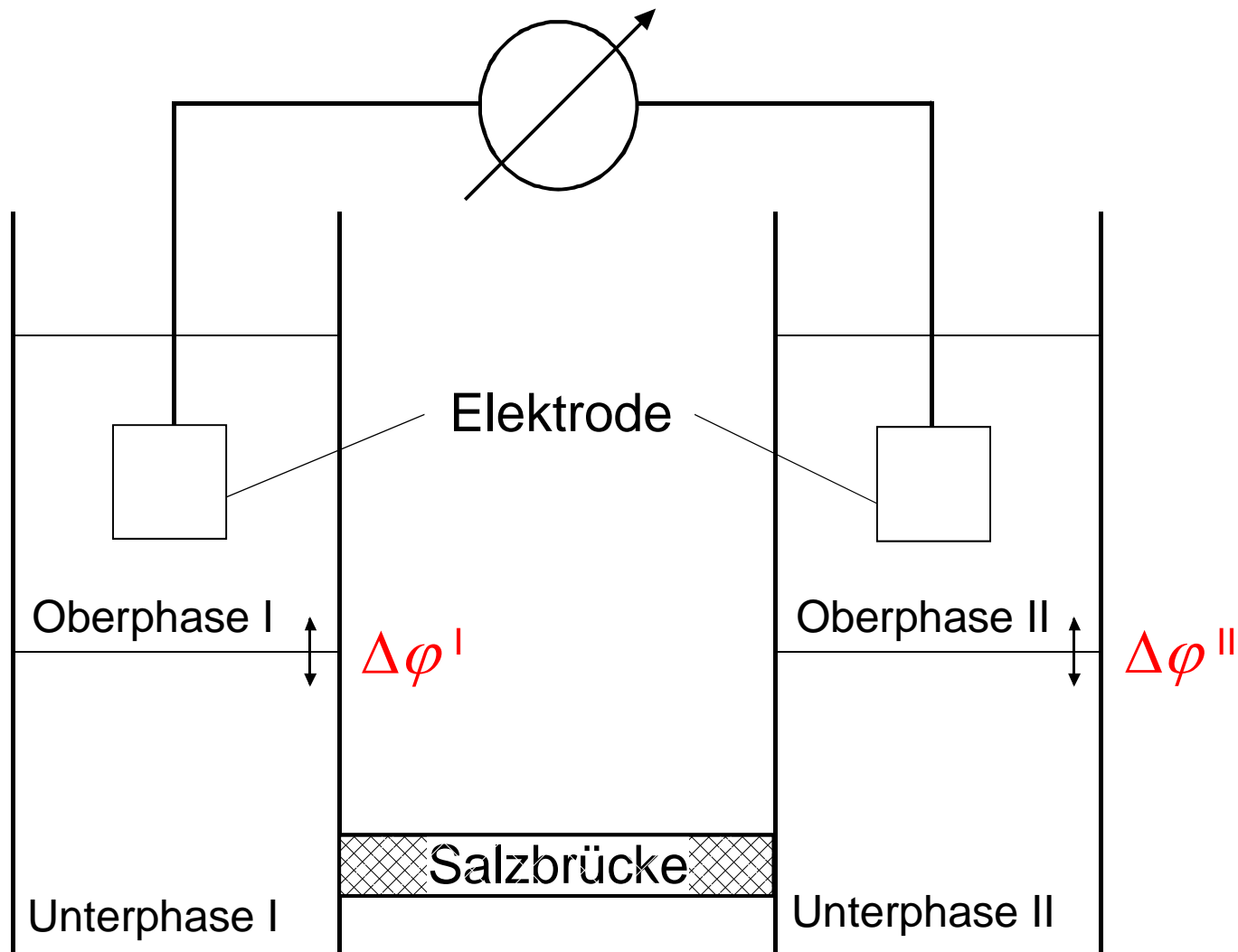
Verteilung von Alizarinengelb



Vergleich $\Delta\Delta\varphi$

Testteilchen	z_T	$\Delta\varphi^{\text{Na}_2\text{SO}_4} - \Delta\varphi^{\text{NaCl}}$ [mV]
Alizarinengelb	-1	4,2
Diaminlichtblau	-3,34	4,6
$\text{Na}[\text{B}(\text{C}_6\text{H}_5)_4]$	-1	4,1
Dipeptide	-1 bis +1	4,8

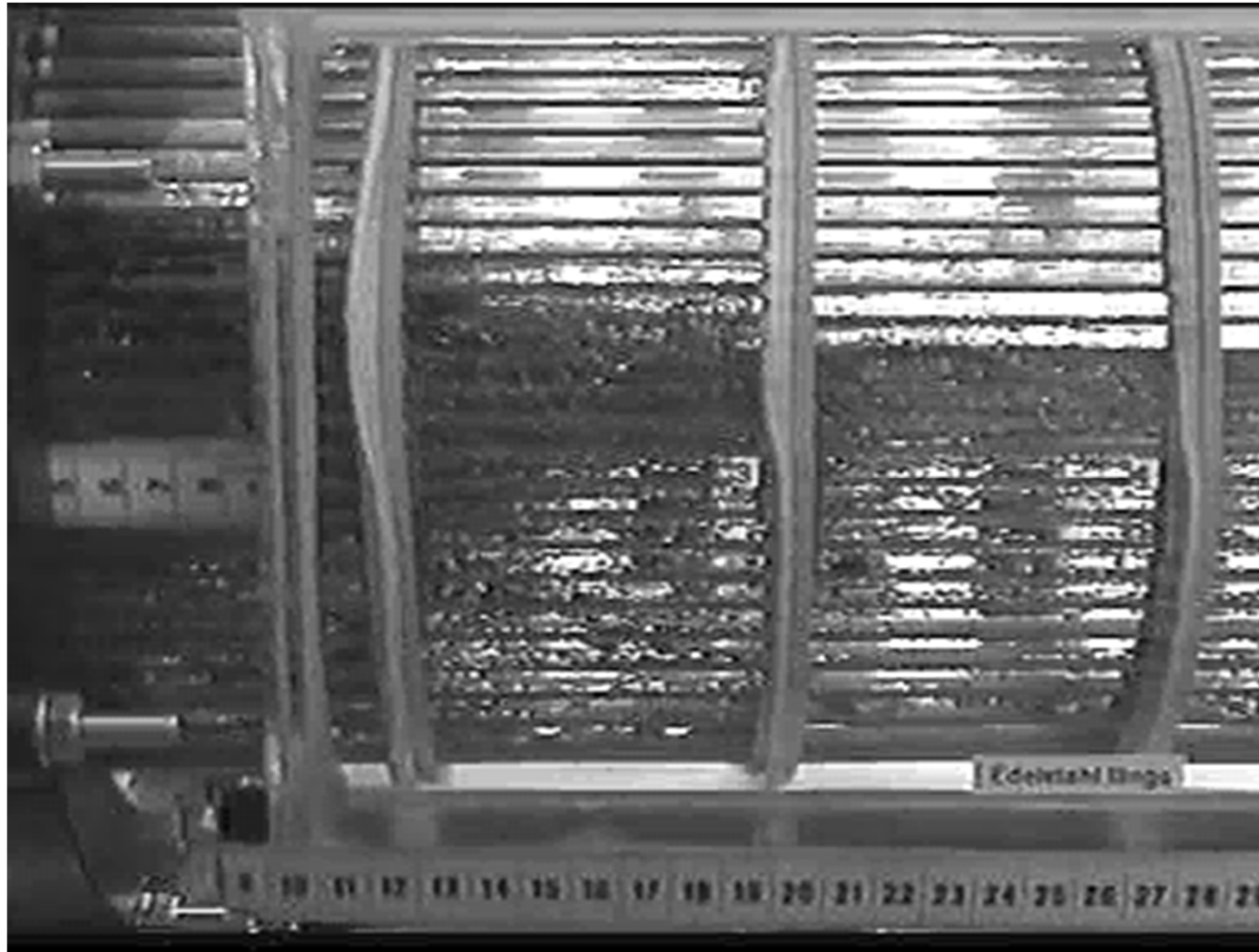
Ermittlung von $\Delta\varphi^I - \Delta\varphi^{II}$



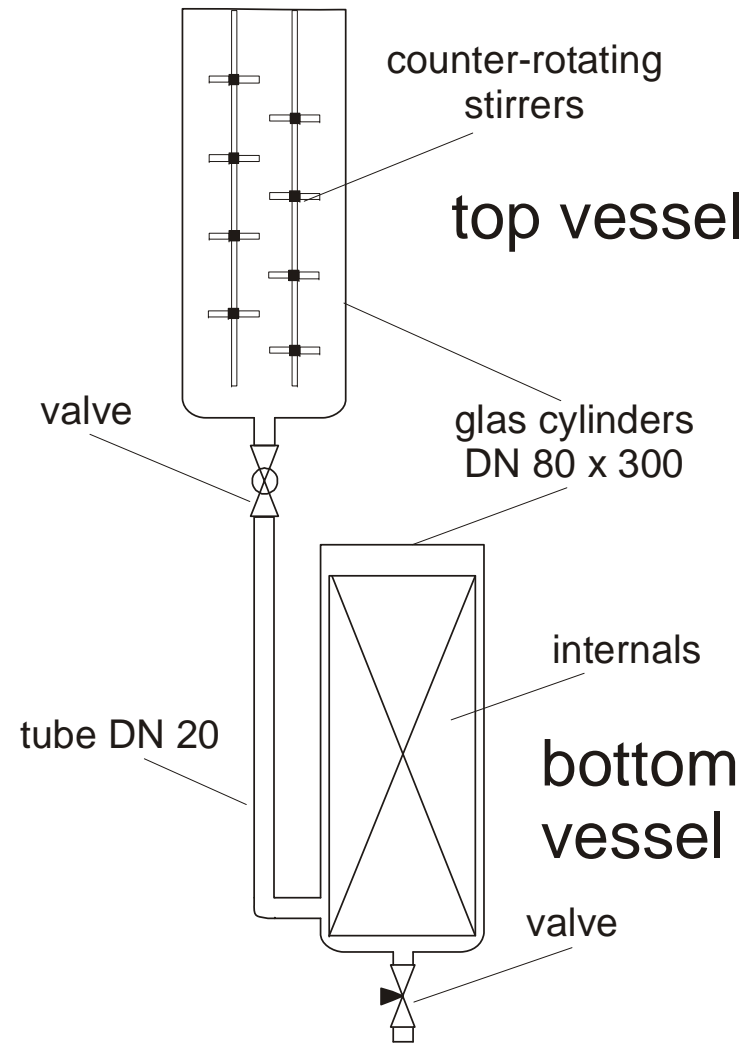
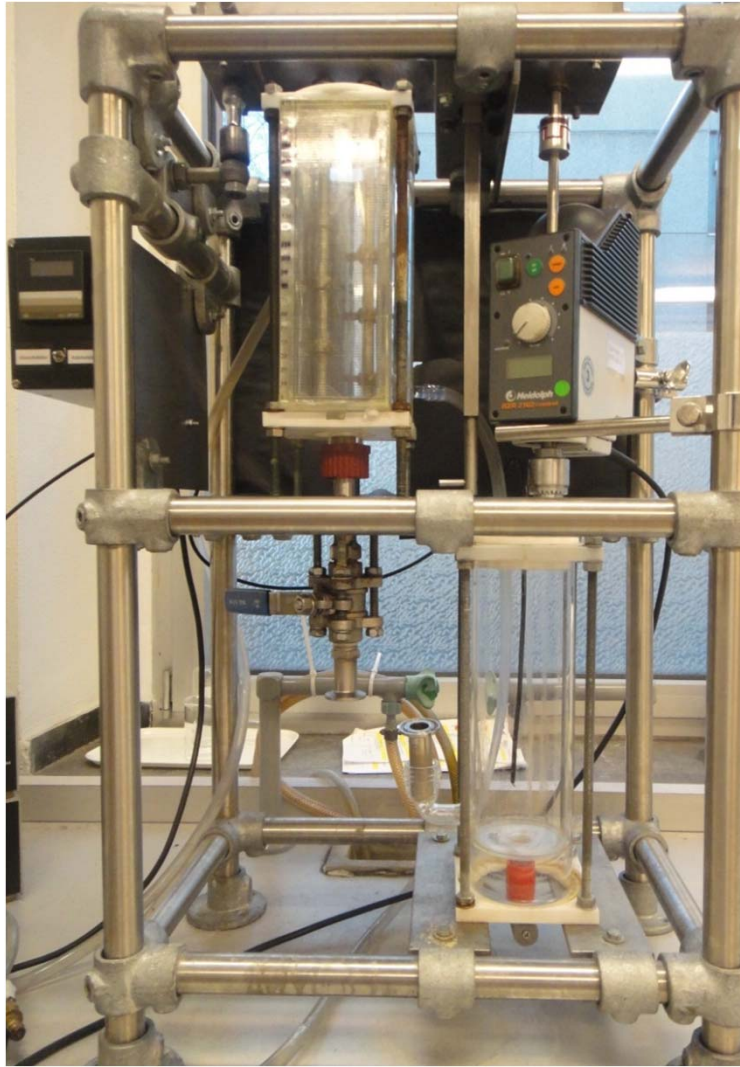
comparison of $\Delta\Delta\varphi$ with different methods

salts	$\Delta(\Delta\varphi)$	
	dye partition (mV)	Ag/AgCl electrodes (mV)
KI–Na ₂ SO ₄	39	40.0
NaCl–Na ₂ SO ₄	26	29.5
KI–NaCl	13	14.1
KCl–NaCl	1	2.1

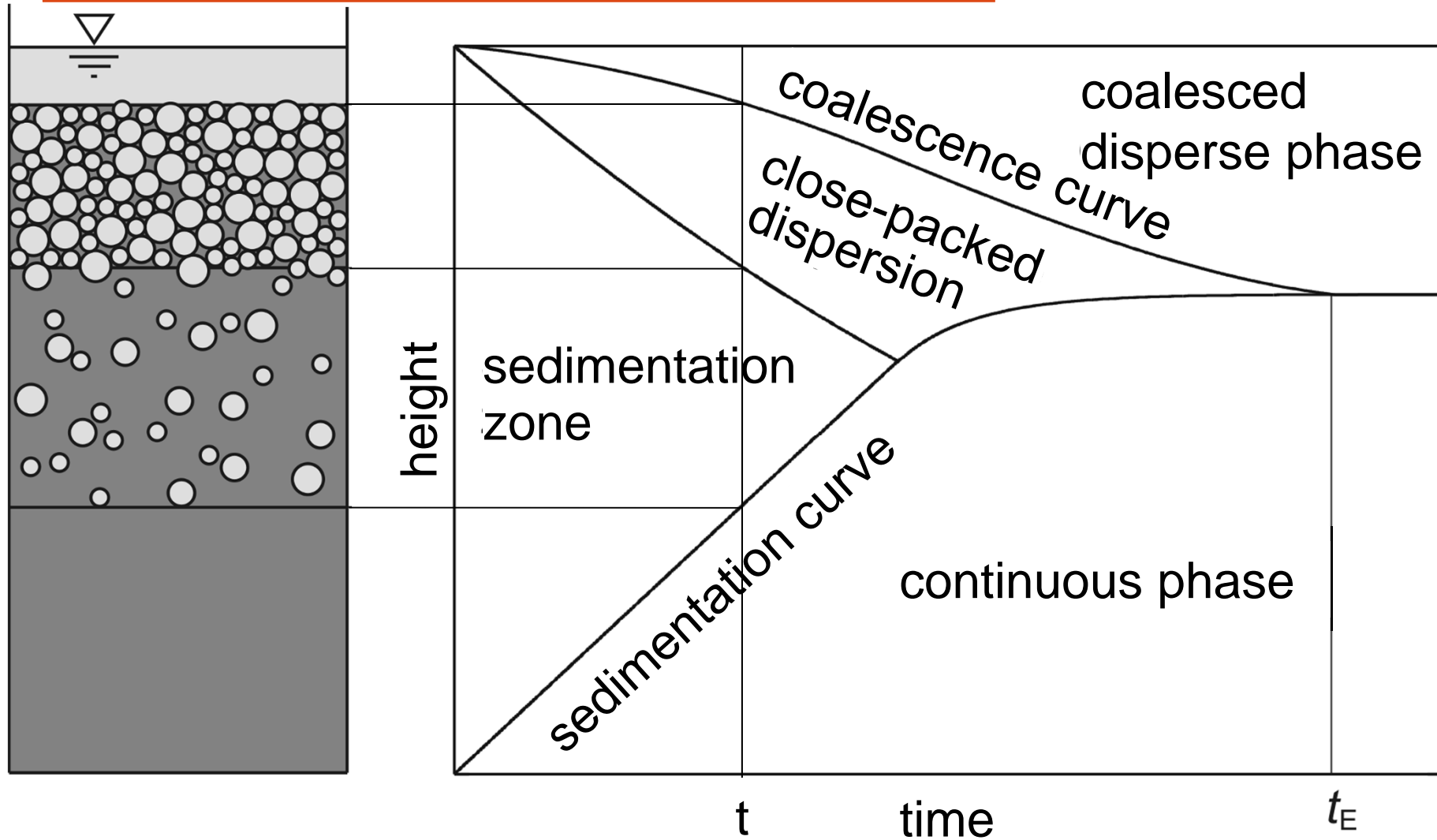
pilot-plant settler with internals



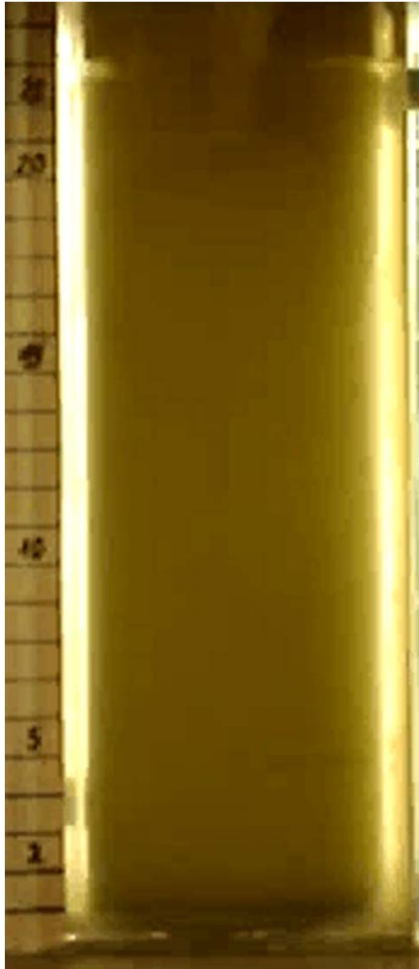
standardized lab experiment for settling



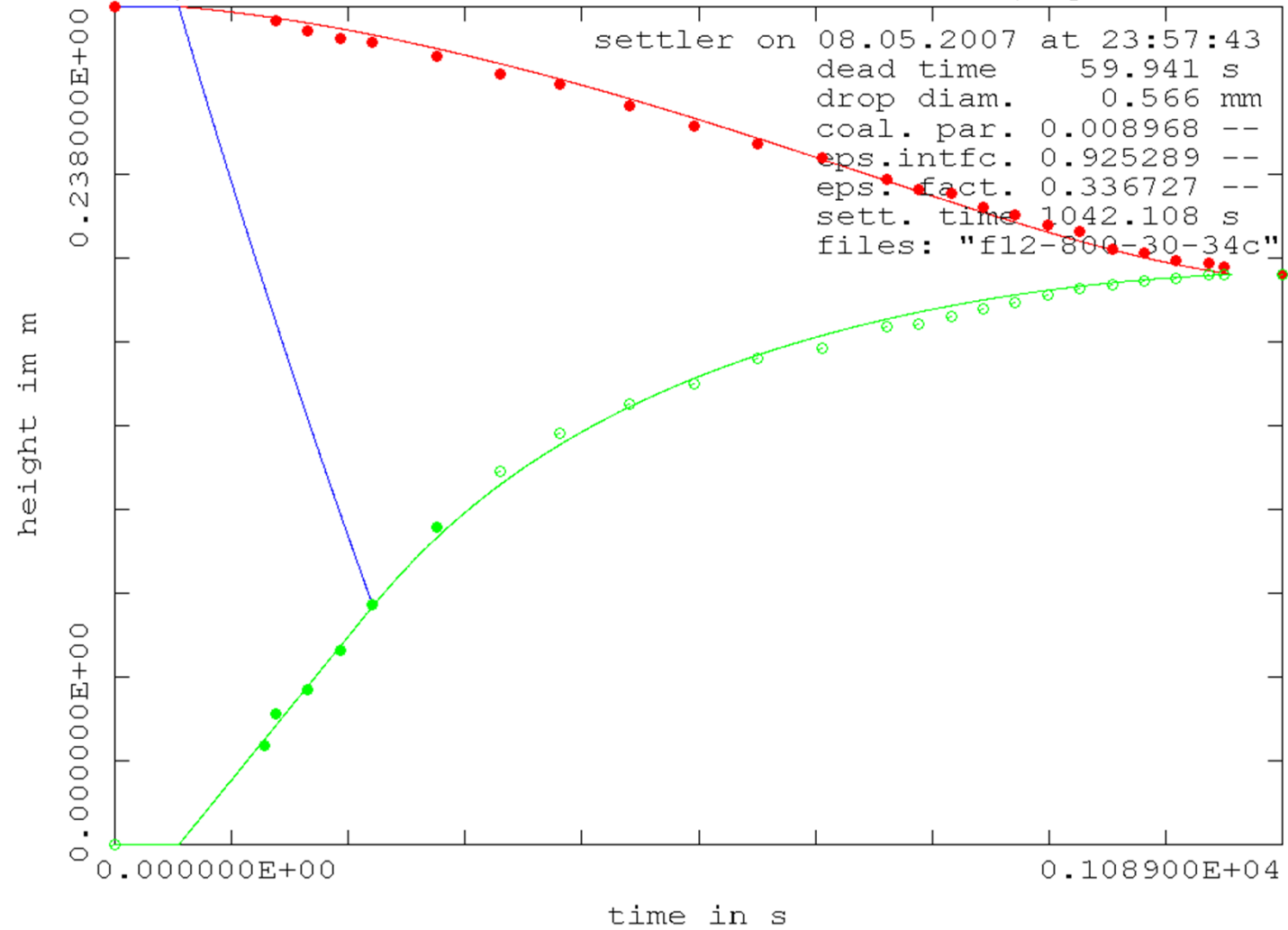
principles of settling



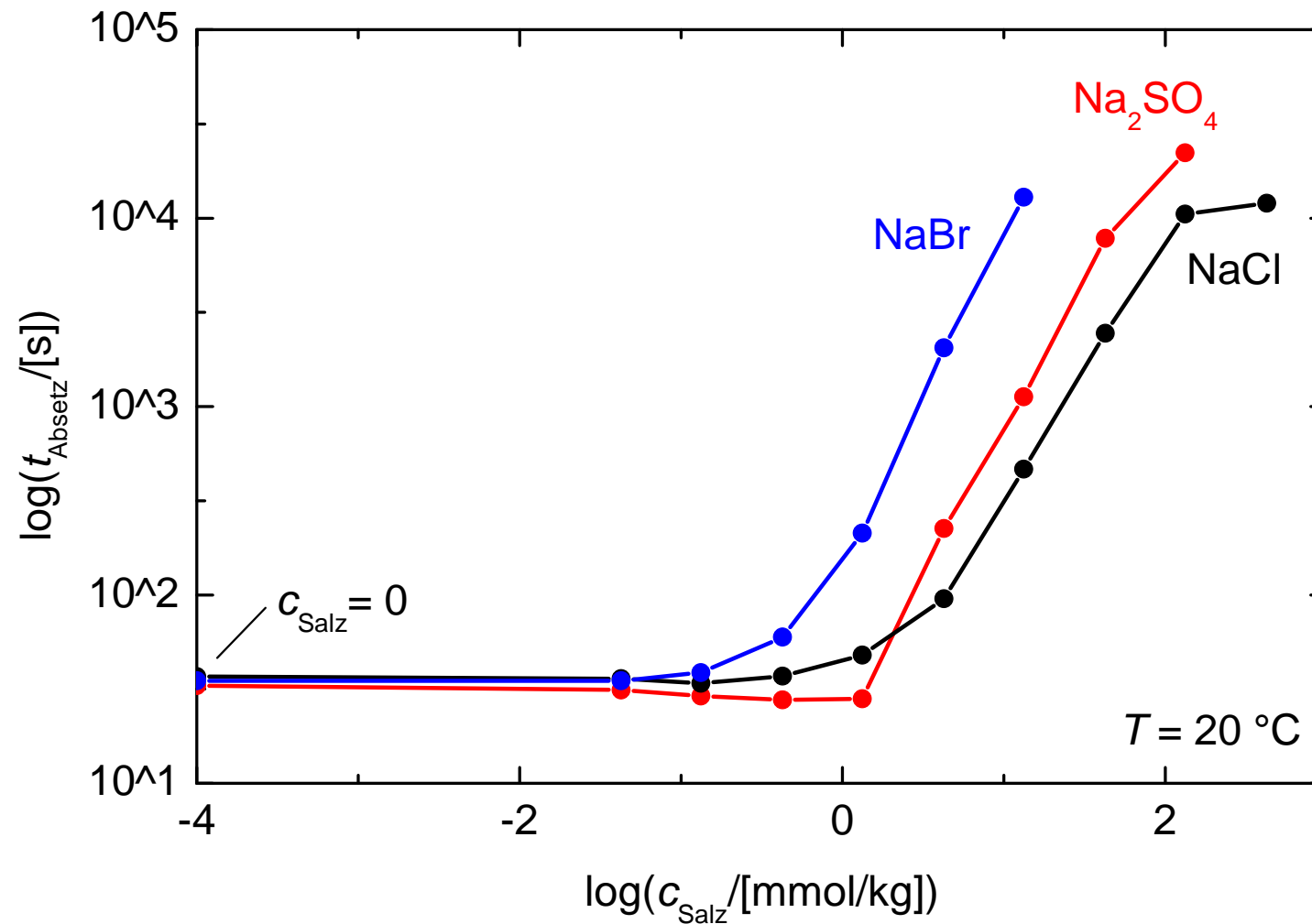
example with evaluation



speedup factor 5



Absetzzeit 1-Butanol + Wasser (o/w=5/2)



Reaktionstechnik: meine Dr arbeit Selektivhydrierung von COD

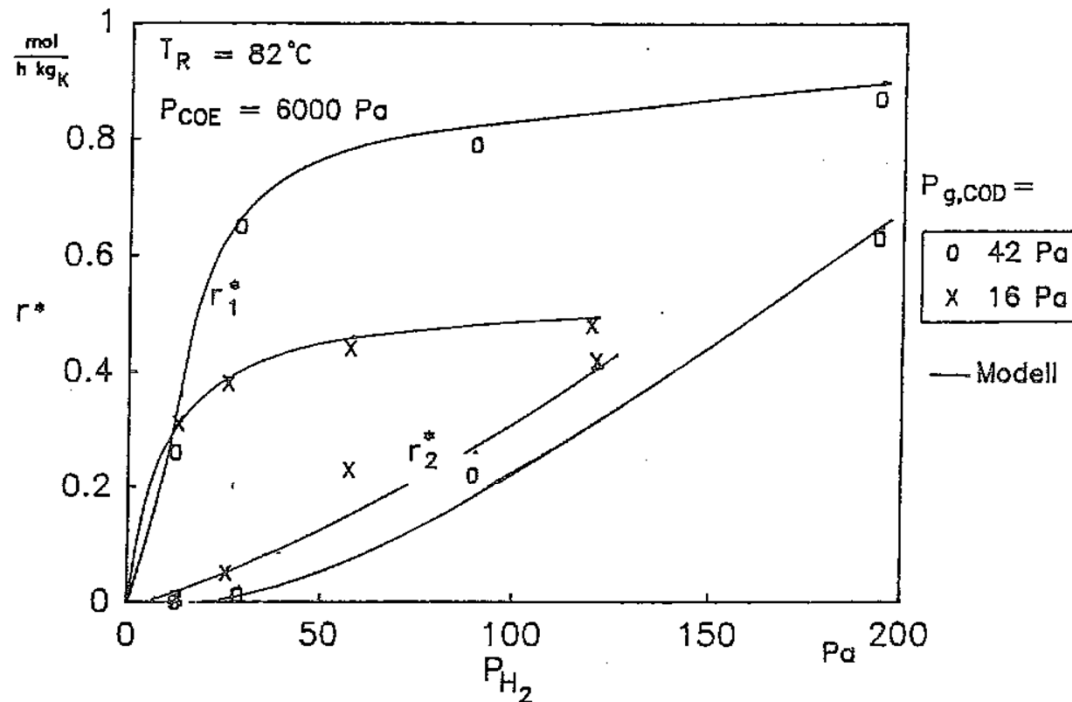


Abb. 4.5 Scheinbare Reaktionsgeschwindigkeiten r^*_1 und r^*_2 als Funktion des H_2 -Partialdruckes bei verschiedenen COD-Partialdrücken. Die Kurven ergeben sich aus Modellrechnungen unter Berücksichtigung des äußeren Stofftransportes und der negativen Reaktionsordnung bezüglich COD. Versuchsreihen 28,29

Modell zur Selektivhydrierung

Setzt man Gl. 4.18 in Gl. 4.20 ein und schreibt diese dimensionslos, so erhält man

$$\frac{d^2 (c_{\text{COD}}/c_{s,\text{COD}})}{d(x/L)^2} = L^2 \frac{k_1}{D_{\text{eff}}} \frac{c_{\text{H}_2}}{c_{s,\text{COD}}} \frac{K_{\text{COD}} c_{\text{COD}}}{1 + K_{\text{COD}} c_{\text{COD}}^{1-n} + K_{\text{COE}} c_{\text{COE}}}$$

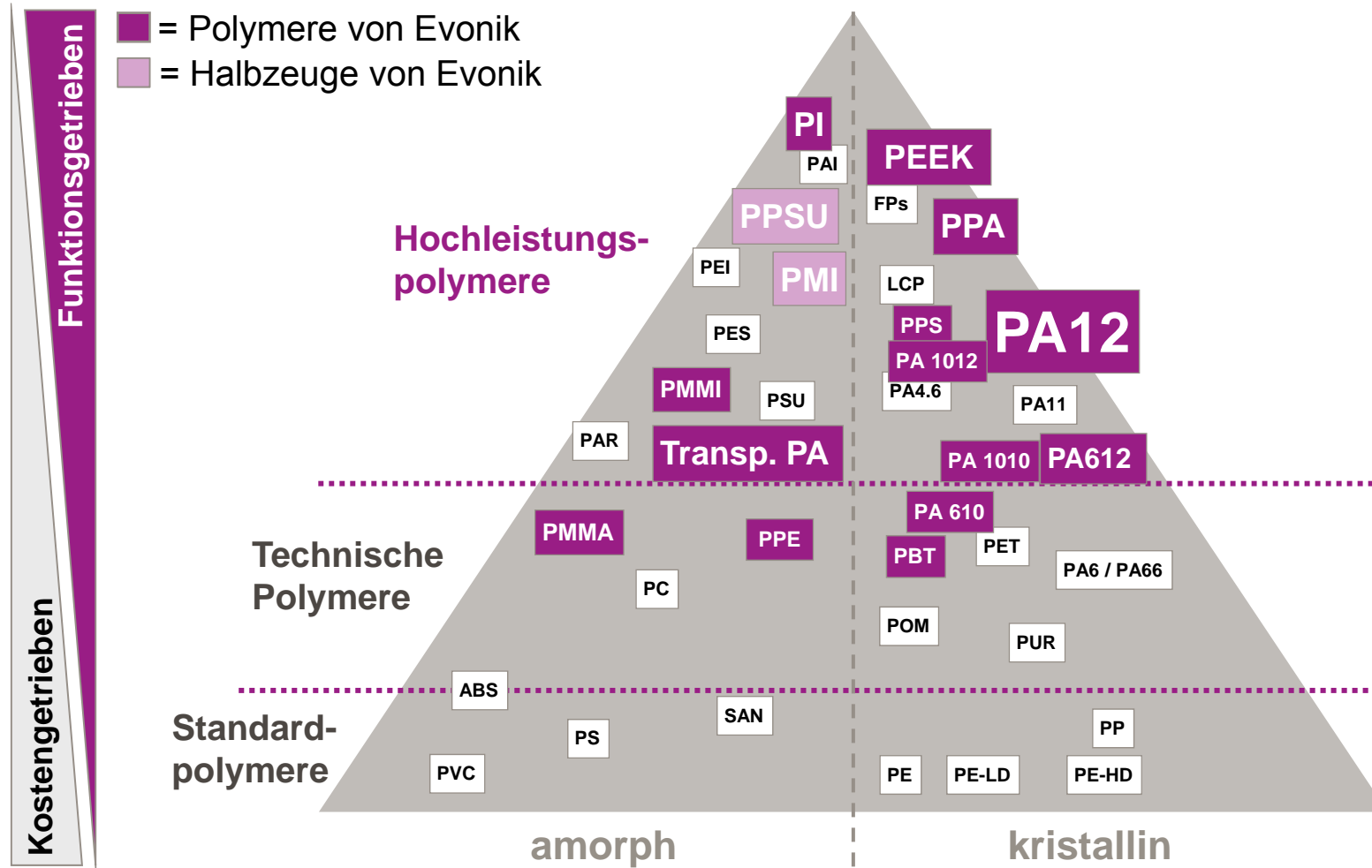
(4.21)

Die Randbedingungen dieser Gleichung sind

$$1.) \left(\frac{c_{\text{COD}}}{c_{s,\text{COD}}} \right)_{x/L=0} = 1 \quad (4.22)$$

$$2.) \left(\frac{d(c_{\text{COD}}/c_{s,\text{COD}})}{d(x/L)} \right)_{x/L=1} = 0 \quad (4.23)$$

Im Fokus Hochleistungspolymere



Biobasiertes Laurinlactam als alternative Basis für Polyamid 12



BioLL steht für „Biobasiertes Laurinlactam“

Laurinlactam ist die Basis für Polyamid 12 – einem wichtigen Hochleistungskunststoff, der in vielen Bereichen Verwendung findet

Schuhsolen für die Sportindustrie



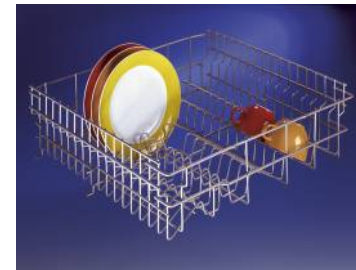
Bremsdruckleitungen



Offshore-Leitungen



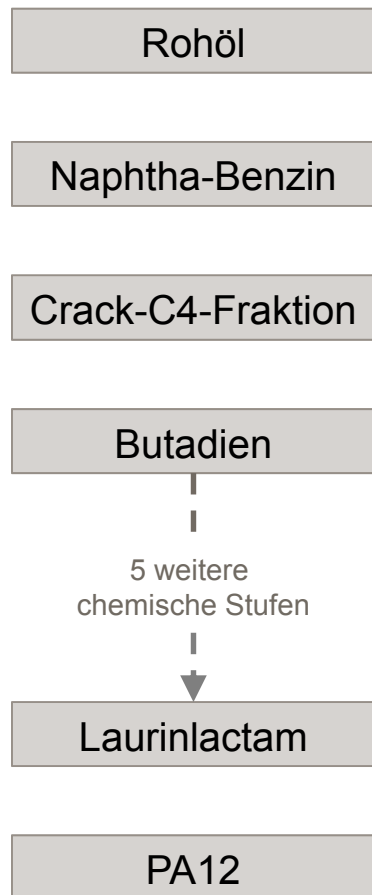
Pulverbeschichtungen für Geschirrkörbe



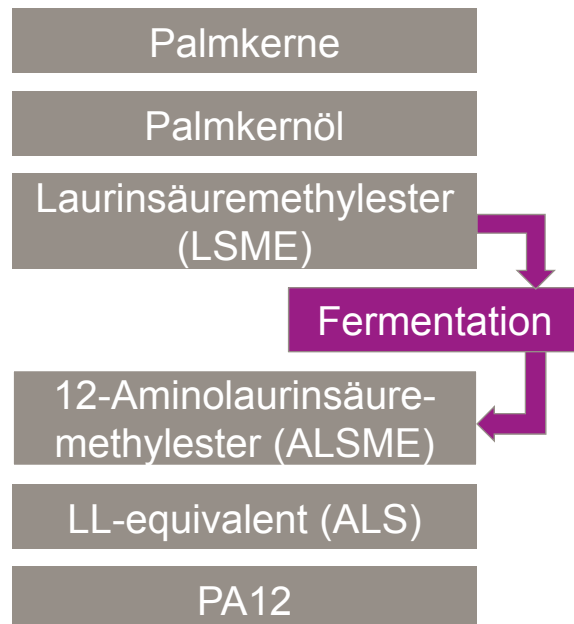
Ökonomie und Ökologie sind kein Widerspruch



Rohölbasierter LL-Prozess



Biobasierter Prozess (BioLL)



Fermentationsprozesse lohnen sich, wenn die Anzahl der chemischen Stufen stark verringert wird

Komplette Neuentwicklung eines biotechnologischen Prozesses

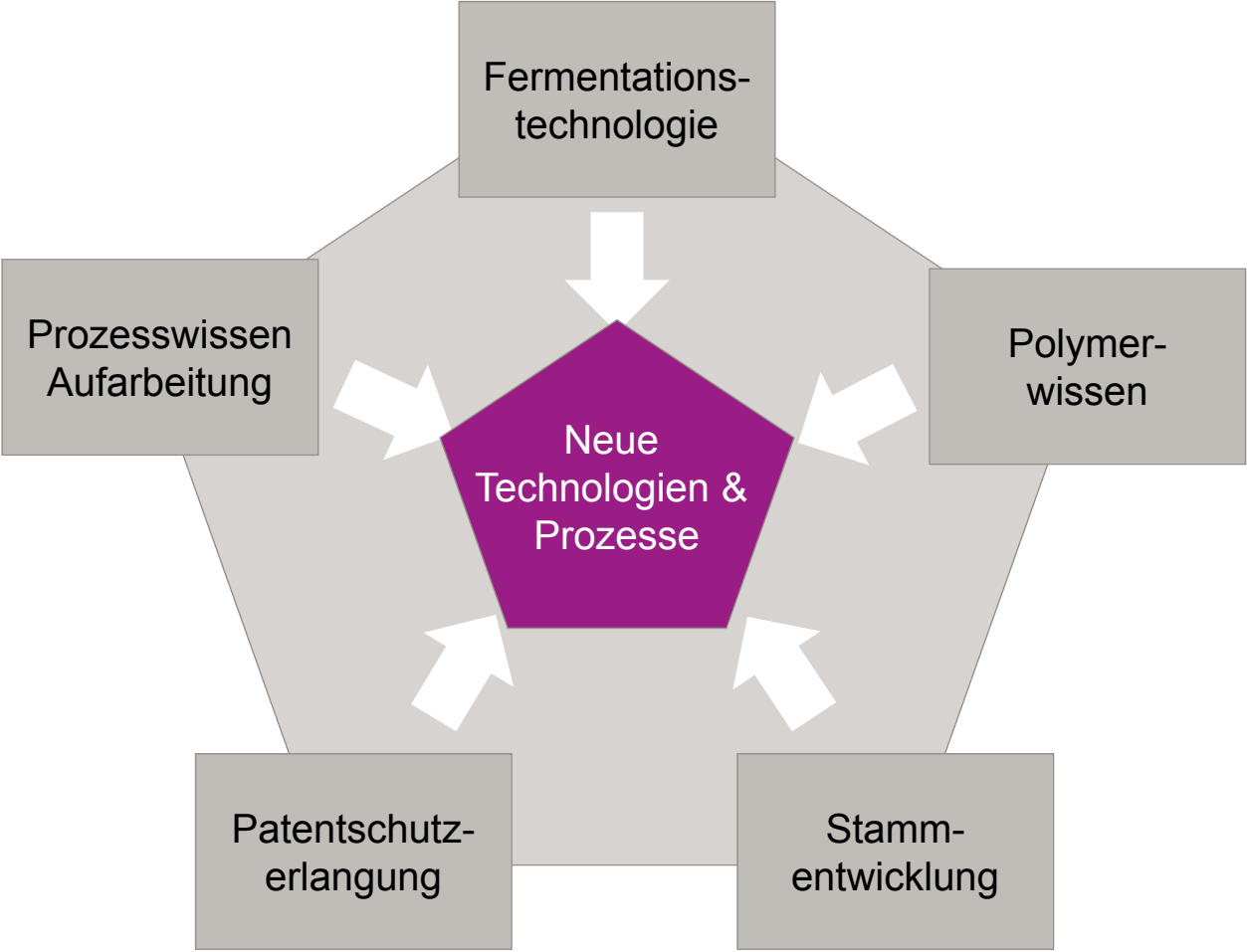


	Herausforderung
Stammentwicklung	Stabiler Stamm mit hoher Produktivität, Selektivität
Prozessentwicklung	Stabiler Prozess mit geringem Kapitalbedarf, geringem Strom- und Dampfverbrauch
Aufarbeitung	Einfache Aufarbeitung, die hochreines Produkt für Polymerisationen erzeugt (Polymer Grade)

Problem:

Das gewünschte Produkt war inhibitorisch für die Zellen. Dies ist ähnlich der alkoholischen Gärung, wo der Alkohol ab einer gewissen Konzentration toxisch für die Hefen ist.

Gebündelte Technologiekompetenz



Seit 2013: Pilotanlage zur Herstellung von BioLL



Mit einer Investitionssumme von mehreren Millionen € wurde am Standort Slovenska Lupca eine Pilotanlage zur Herstellung von BioLL errichtet.

- Etablierter Evonik-Standort für Fermentationen mit guter Infrastruktur
- Personal am Standort mit hoher Motivation und Kenntnissen für Fermentationen

Ziele der Pilotanlage sind die Verschaltung von Fermentation und Aufarbeitung und die Skalierung des Prozesses.



Evonik-Standort Fermas, Slowakei



Fermentationsreaktor

Zusammenfassung und Ausblick



- Es wurde eine neue Fermentationstechnologie entwickelt, das Produkt wird in situ extrahiert.
- Dies war nur durch fachübergreifende Zusammenarbeit möglich.
- Evonik hat ungefähr 20 Patentfamilien auf dem Gebiet BioLL angemeldet.
- Langfristig kann das neue Verfahren die erdölbasierte Produktion von PA12 ergänzen.

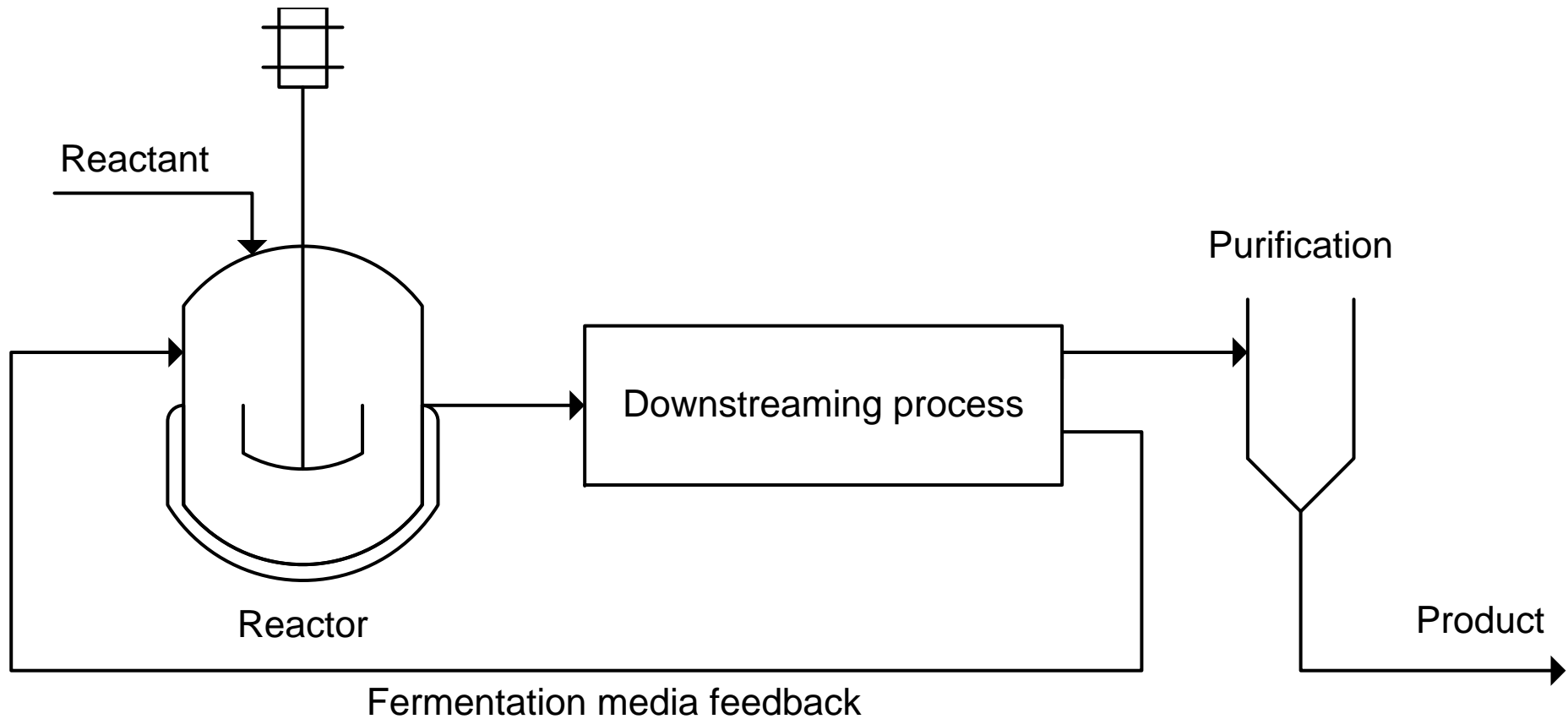
Die Entwicklung der fermentativen Herstellung der Polyamidvorstufe ω -Amino-Laurinsäure (ALS) wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

general process flow sheet

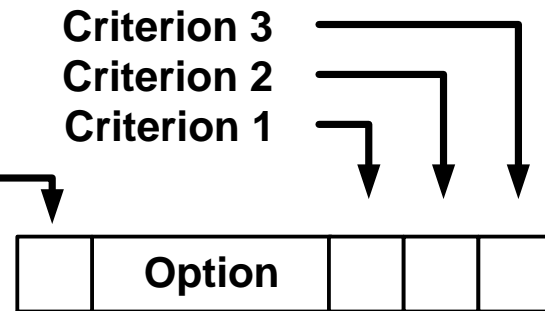


option tree

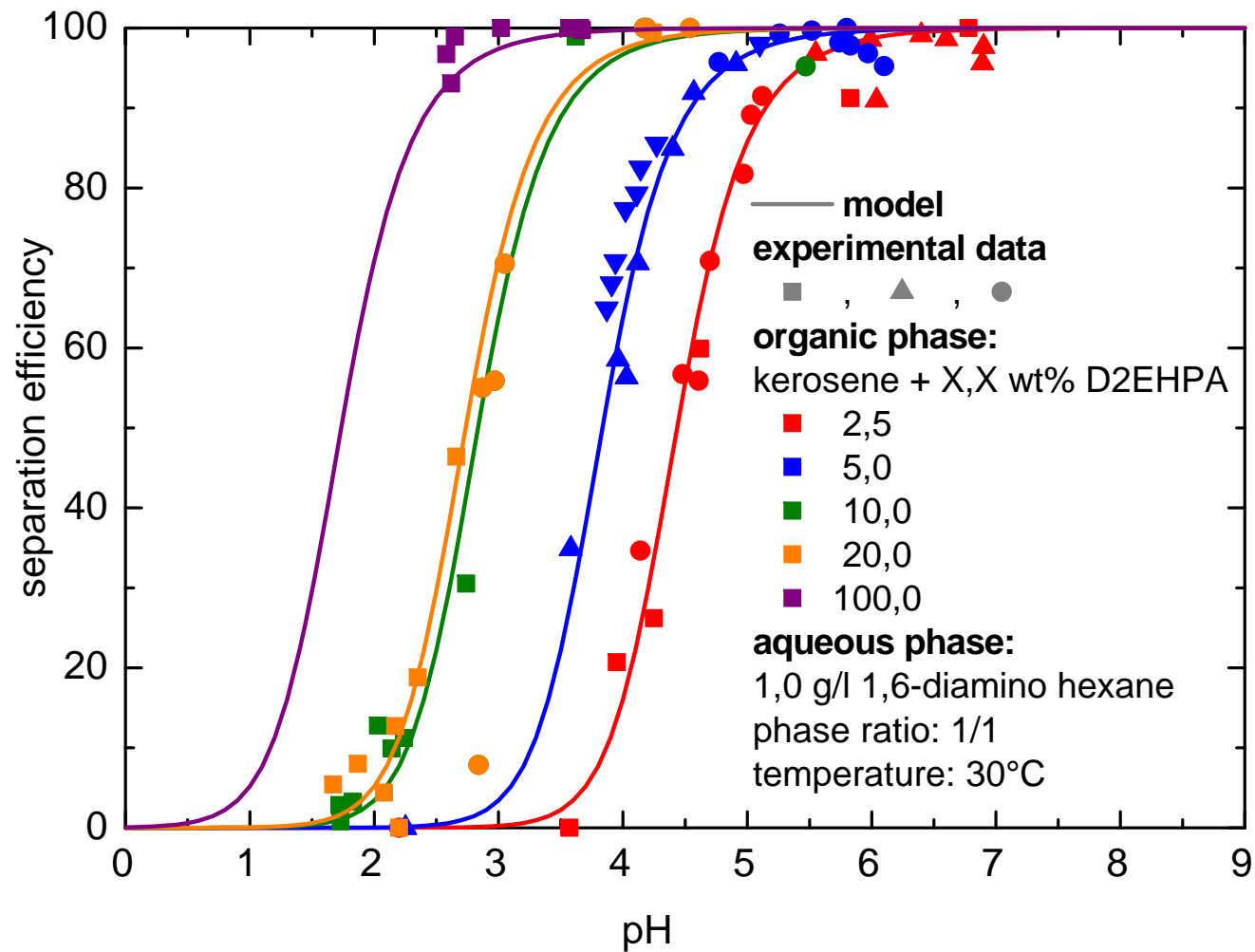
Performance



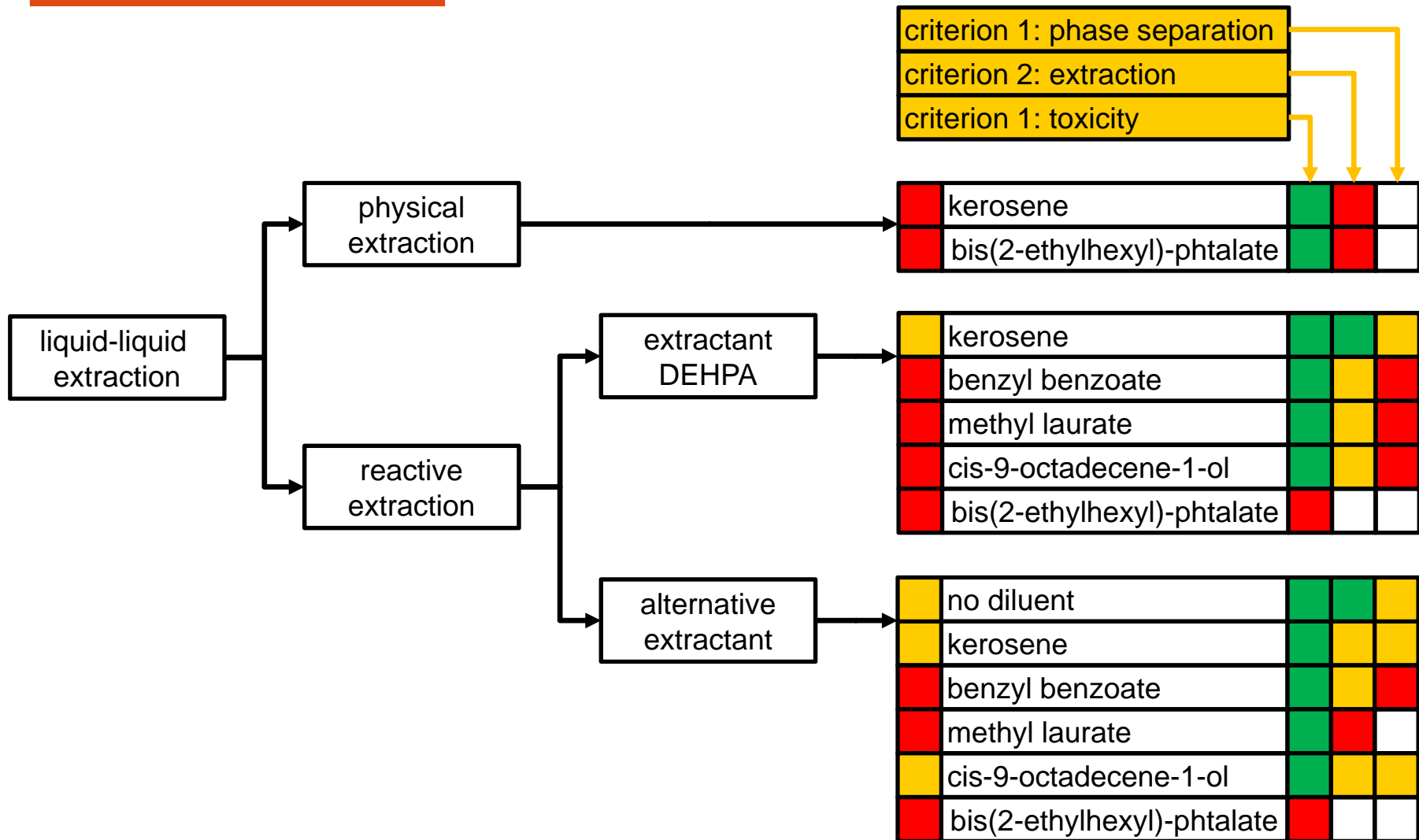
Overall performance



separation efficiency



option trees



crud basics



Crud:
Chalk River Undefined Deposit
corrosion residual unidentified deposit

what is crud?

solids



+

clean system



=

real system

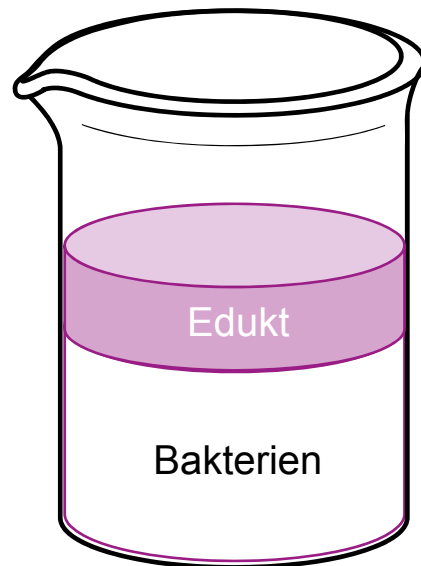


solid particles induce crud:

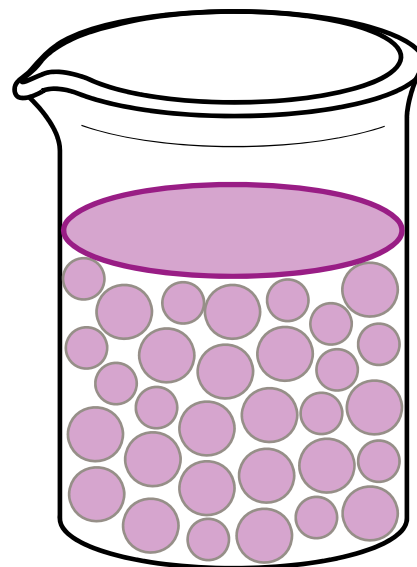
1. hindered coalescence
2. formation of stable dispersions

Die Lösung: 2-Phasen-Fermentation

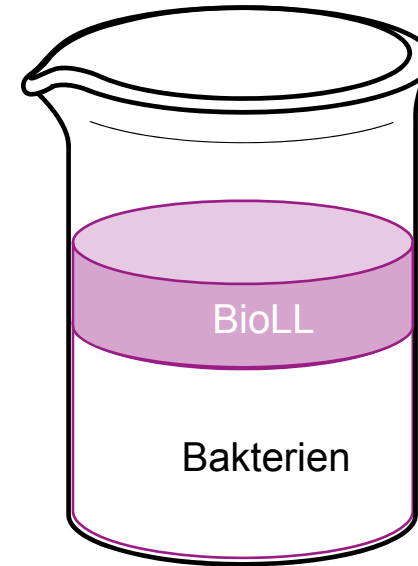
Vor Reaktion



Während Reaktion



Nach Reaktion



Das Produkt wird in der Fermentation durch andere Flüssigkeit extrahiert

Université
de Liège



EVONIK
INDUSTRIES