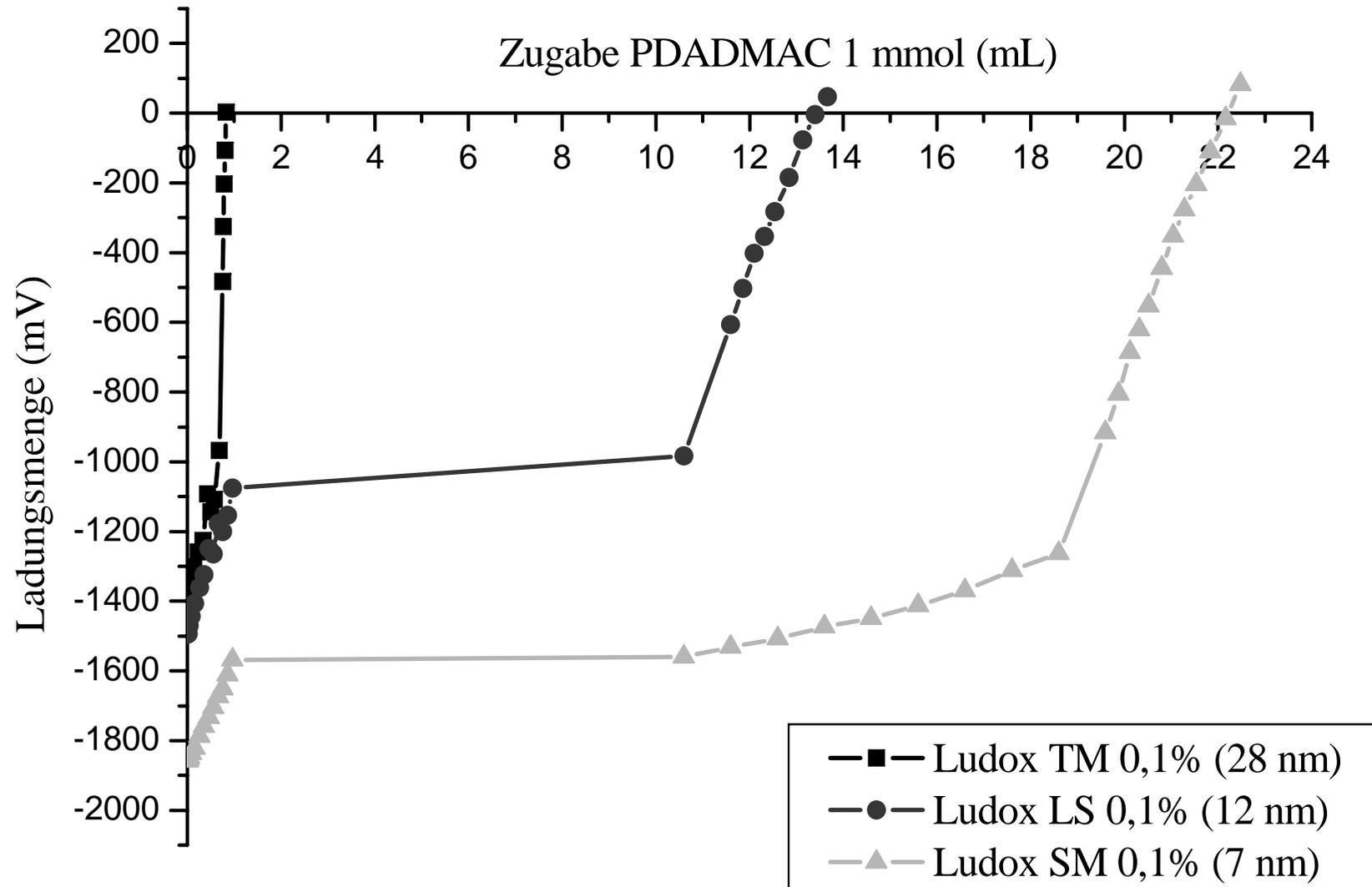


d Oberflächenladung, Zetapotential und Ladungsdichte

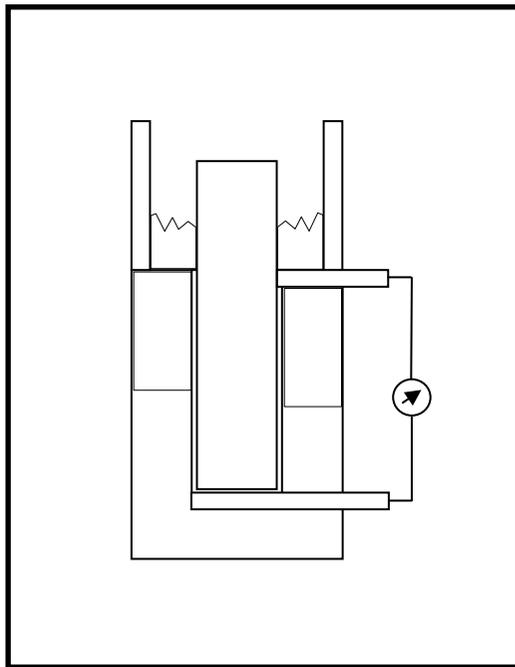
Ladungstiteration von Silica mit kationischem Polymer (Poly-DADMAC)



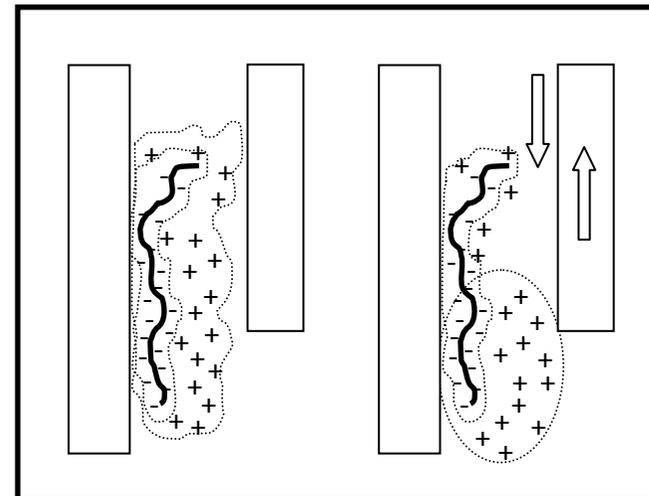
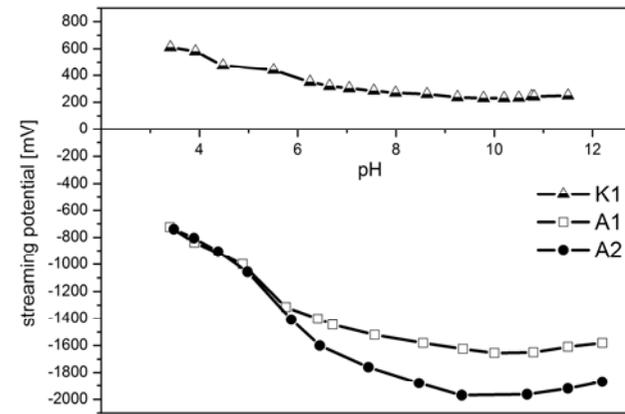
Messprinzip: Strömungspotential

d Oberflächenladung, Zetapotential und Ladungsdichte

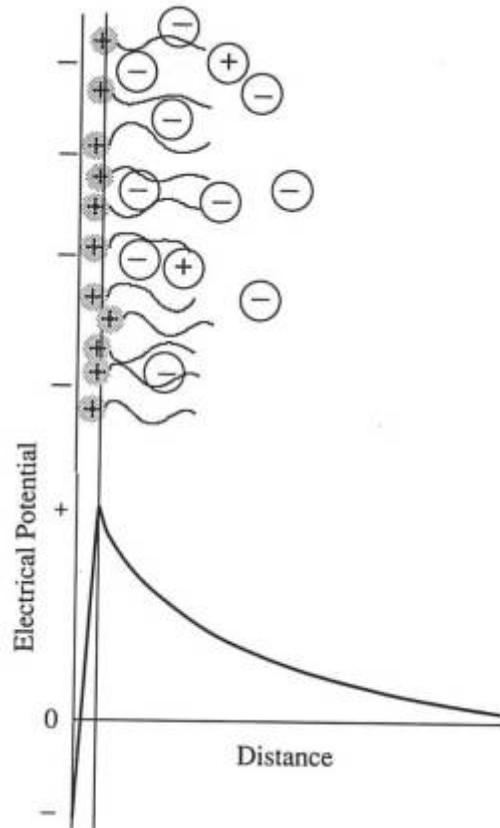
Experimentelle Bestimmung der Oberflächenladung von Kolloidpartikeln durch Messung des Strömungspotentials



Oberflächenladung von Latex-Dispersionen

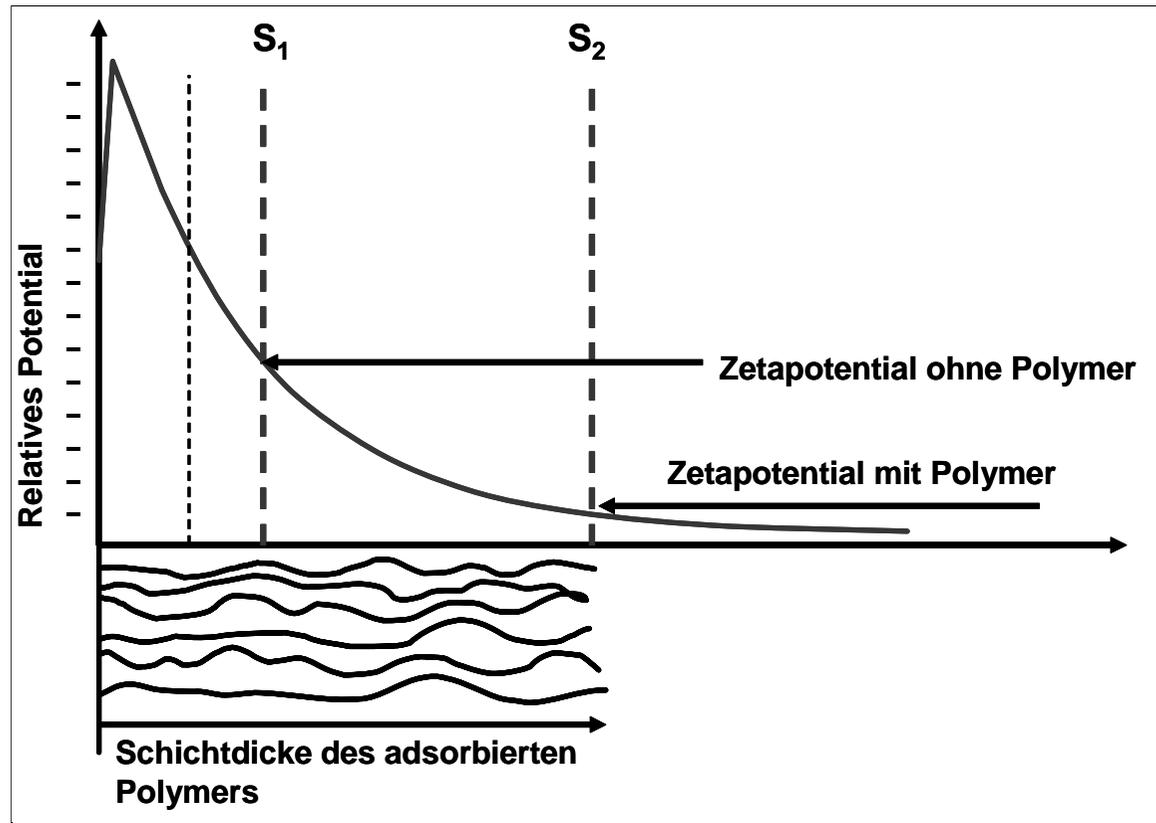


e Einflussfaktoren auf das Oberflächenpotential



Einfluss der Adsorption eines positiv geladenen Polymers auf das Zeta-Potential eines negativ geladenen Teilchens

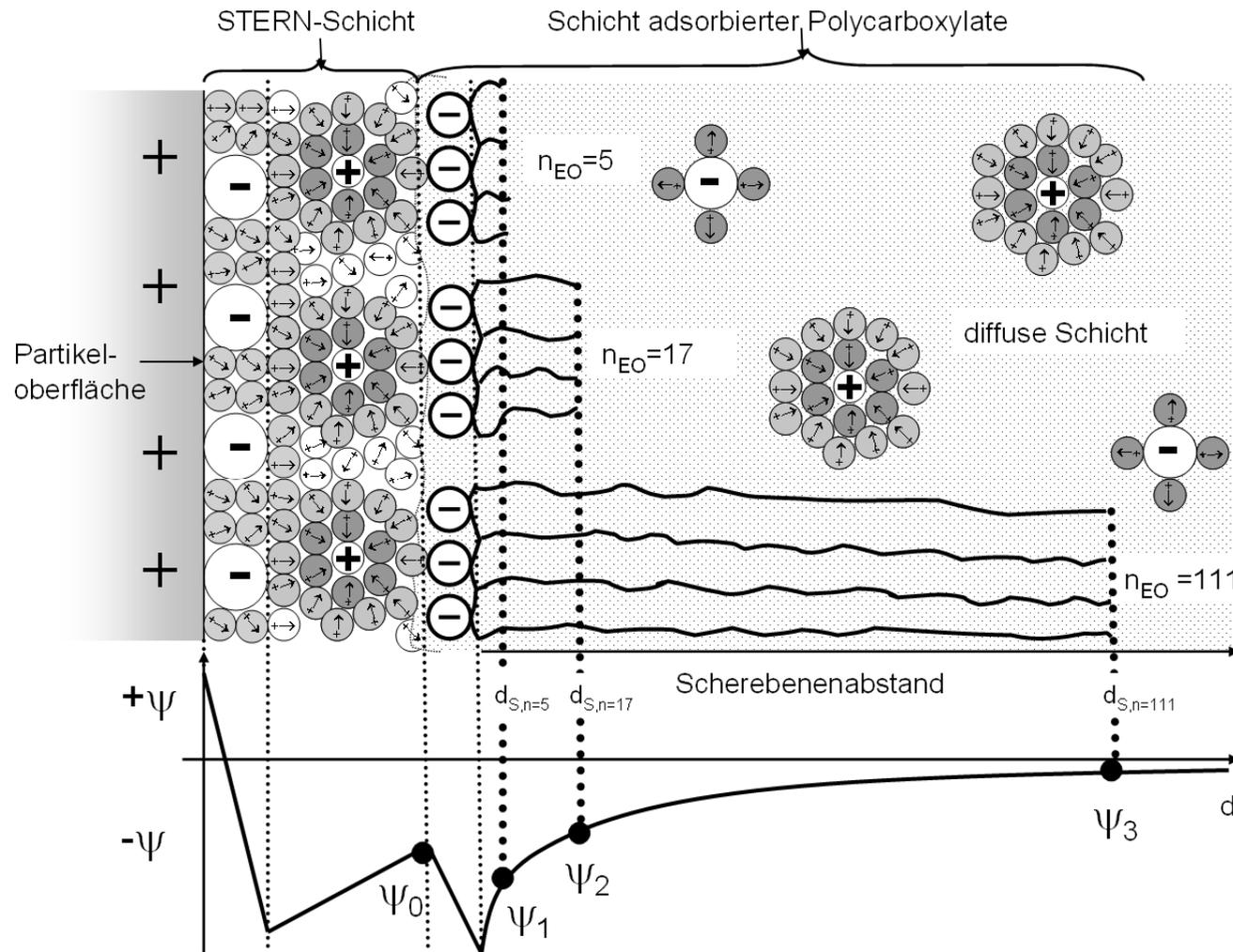
→ Umladung möglich



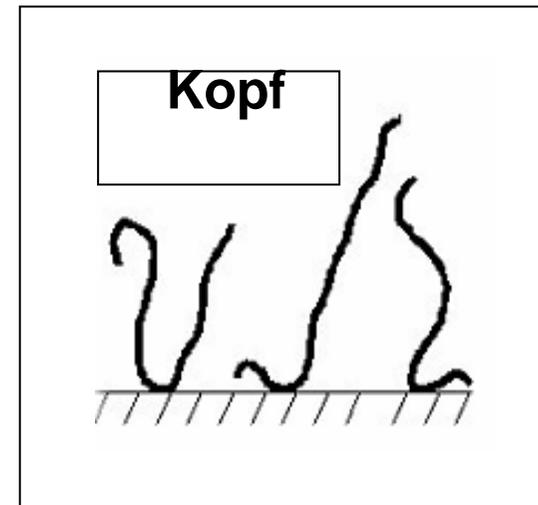
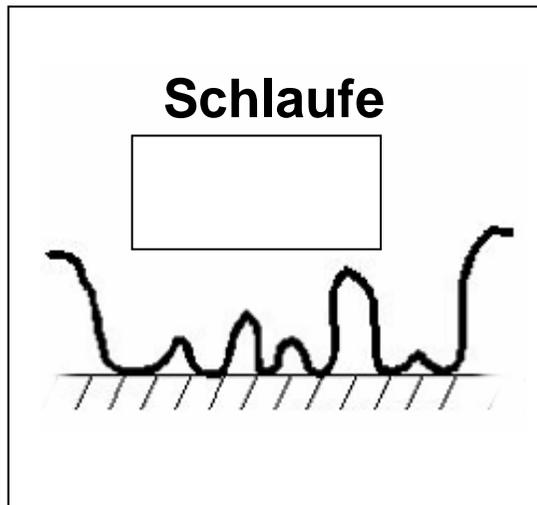
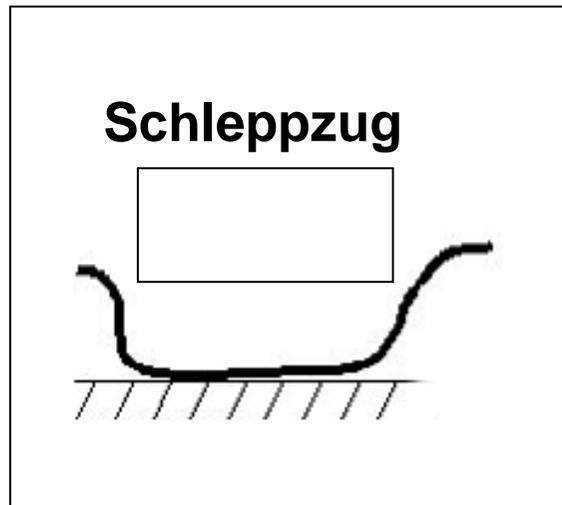
Einfluss der Adsorption eines ungeladenen Polymers auf das Zetapotential

→ Reduzierung des messbaren Zetapotentials

Elektrochemische Doppelschicht bei Adsorption von Polycarboxylaten



Adsorptionskonformationen von Polyelektrolyten auf einer geladenen Oberfläche



Allylether-basierte Fließmittel



$n_{EO} = 0$
main chain: 36.1 nm



$n_{EO} = 7$
main chain: 19.4 nm
side chain: 2.0 nm



$n_{EO} = 10$
main chain: 18.8 nm
side chain: 3.5 nm



$n_{EO} = 34$
main chain: 6.5 nm
side chain: 12.0 nm



$n_{EO} = 90$
main chain: 5.7 nm
side chain: 31.9 nm

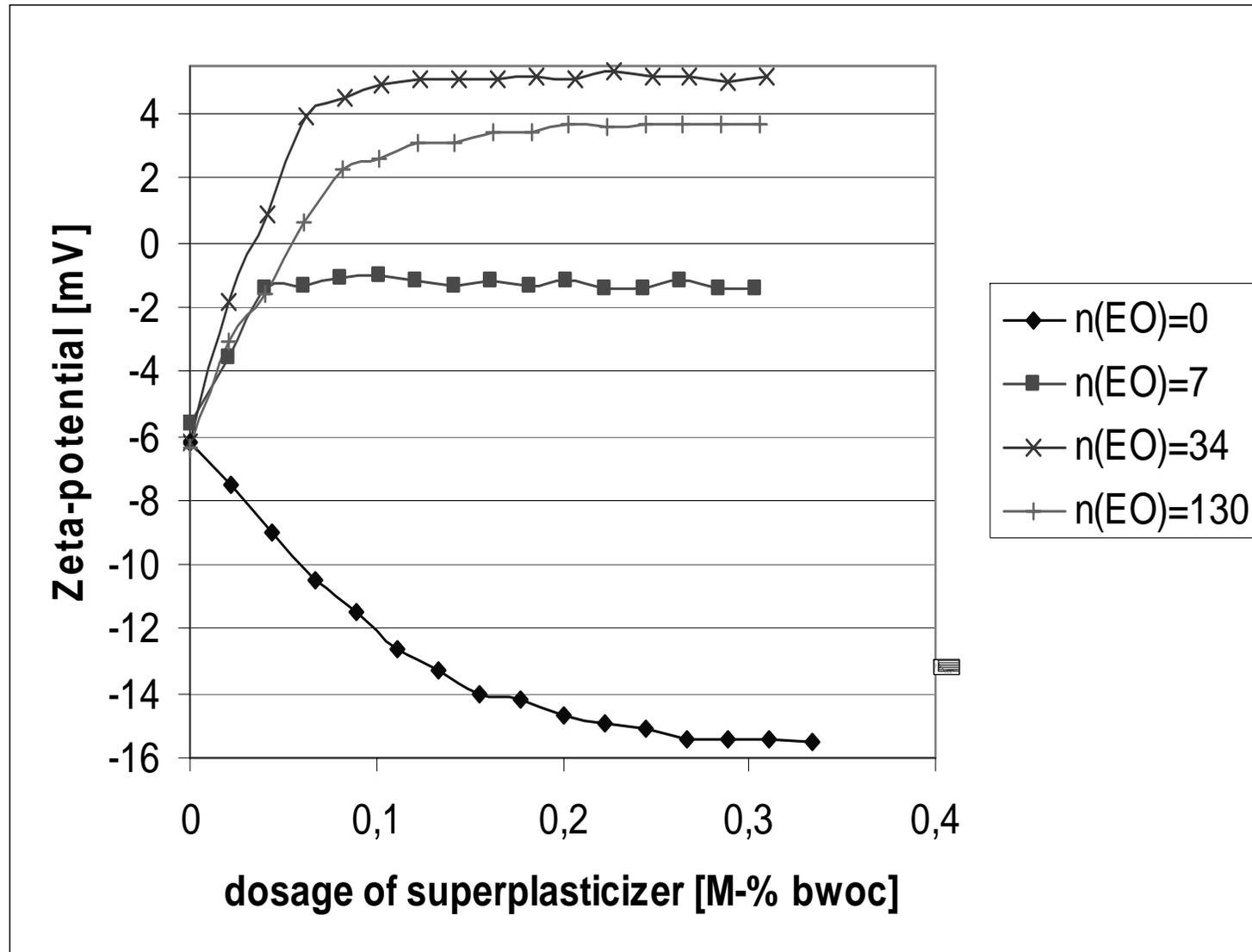


$n_{EO} = 130$
main chain: 4.6 nm
side chain: 46.0 nm

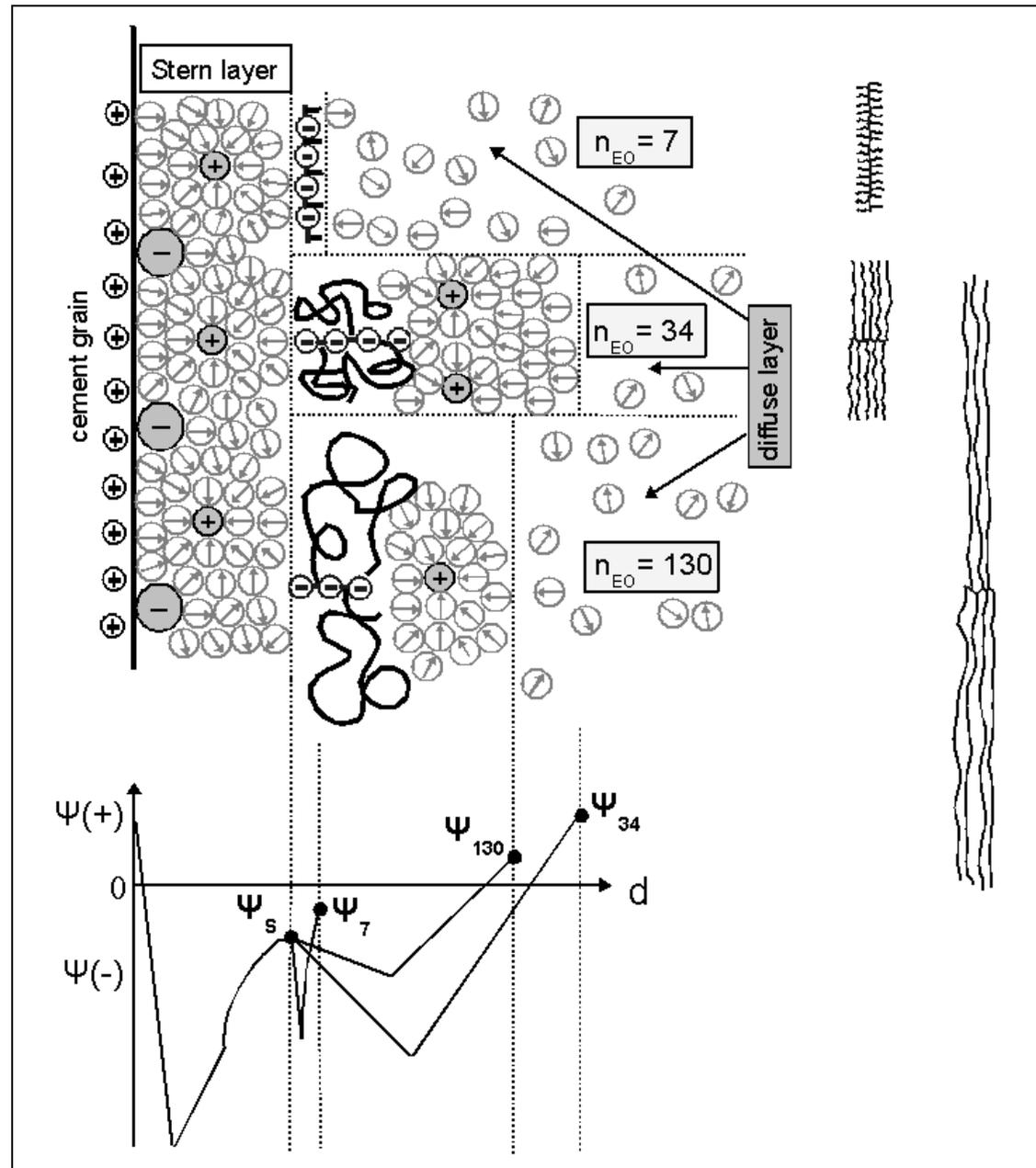


$n_{EO} = 70$
main chain: 8.0 nm
side chain: 24.8 nm

Zeta-Potentiale von Allylether-Copolymeren

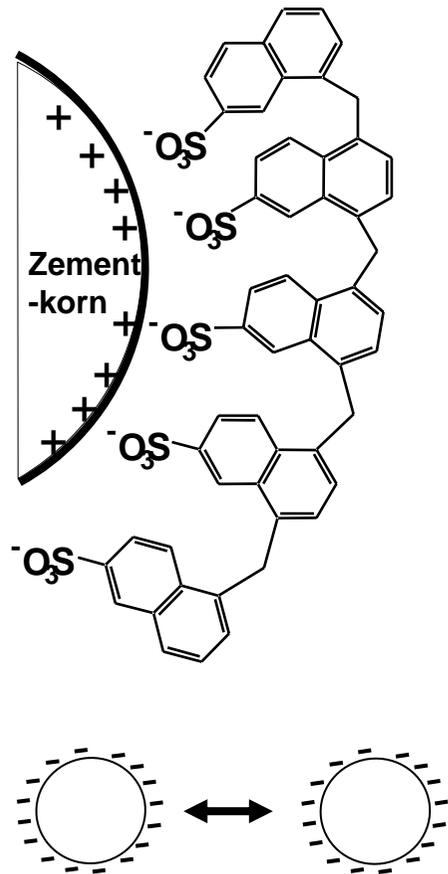


Adsorptionskonformation und Zeta-Potential



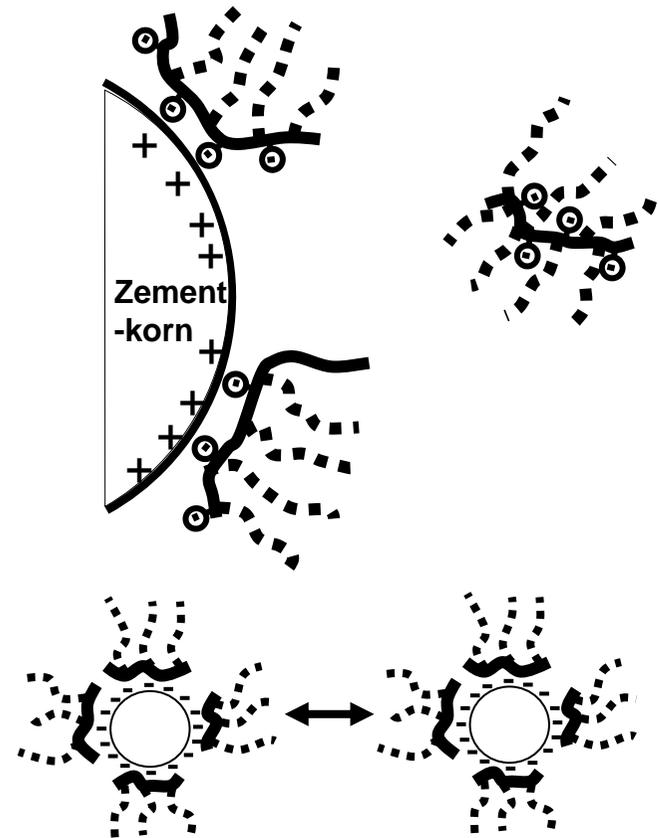
Elektrostatische und sterische Stabilisierung von Kolloidsuspensionen durch adsorbierte Polymere

Polykondensate



• Elektrostatischer Effekt

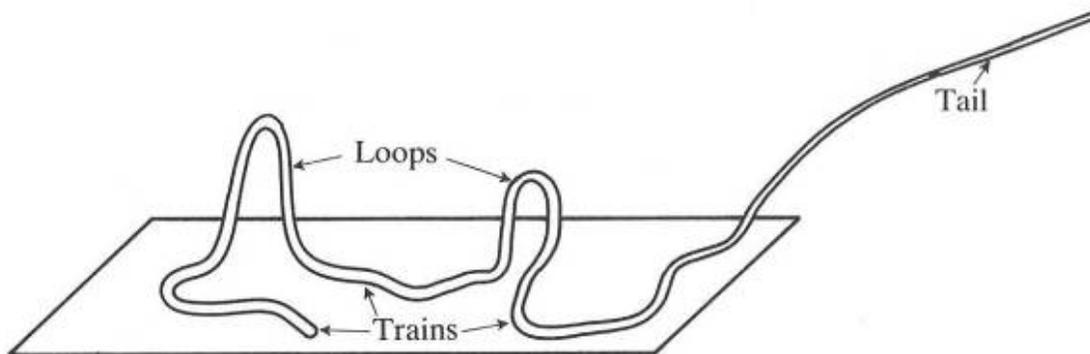
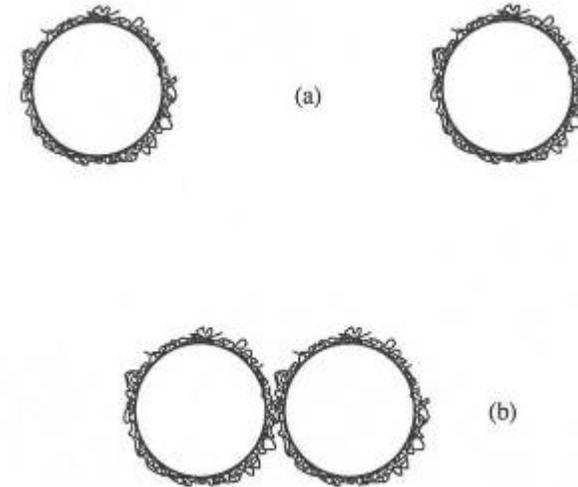
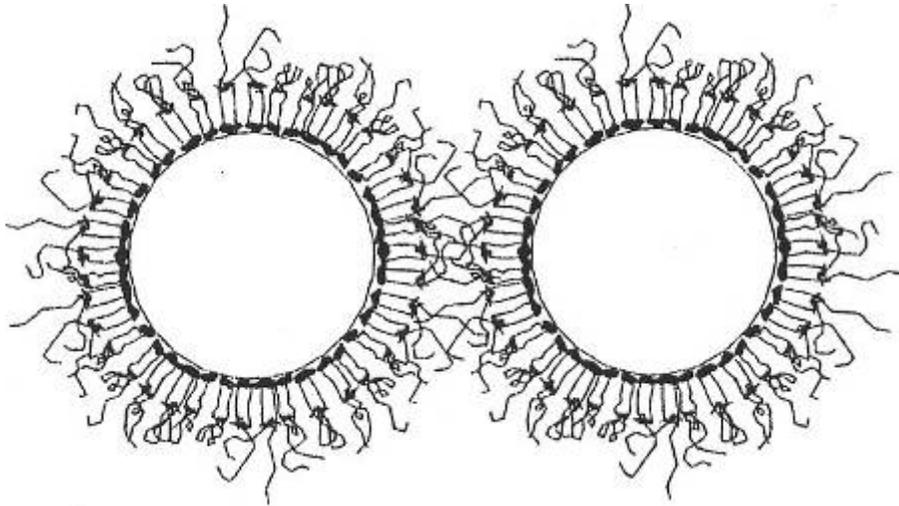
Polycarboxylate



• Sterischer Effekt

Sterische Einflussfaktoren auf das Oberflächenpotential

„Sterische“ Stabilisierung

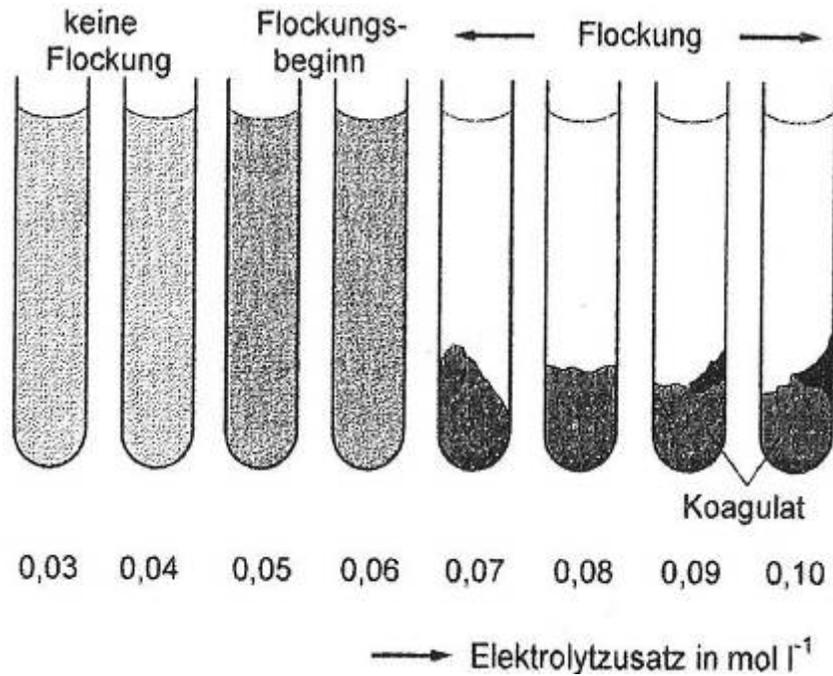


Sterische Stabilisierung durch:

- osmotischen Effekt
- entropischen Effekt
- enthalpischen Effekt

f Koagulation und Flockung – Stabilität, Instabilität und Aggregation

Einfluss der Elektrolytkonzentration auf die Stabilität von Dispersionen
 → kritische Koagulationskonzentration



„Reagensglastest“

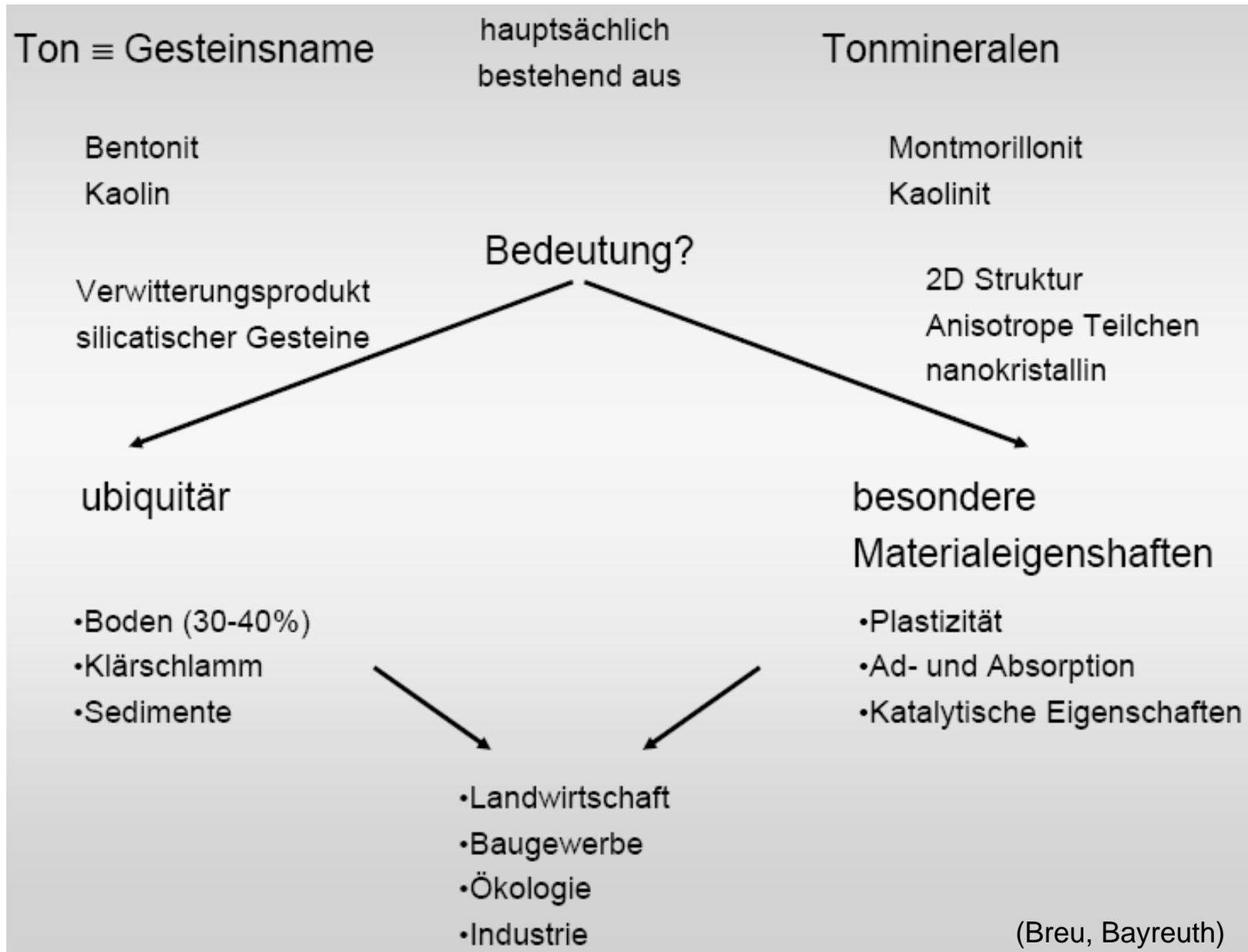
Table 2.1 Coagulation concentrations of simple electrolytes (millimole l⁻¹). (From Overbeek in Kruyt (1952, p. 82), with permission.)

Valency	As ₂ S ₃ sol (Negative)		Au sol (Negative)		Fe(OH) ₃ (Positive)	
Monovalent	LiCl	58			NaCl	9.25
	NaCl	51	NaCl	24	½ BaCl ₂	9.65
	KNO ₃	50	KNO ₃	23	KNO ₃	12
Divalent	MgCl ₂	0.72	CaCl ₂	0.41	K ₂ SO ₄	0.205
	MgSO ₄	0.81	BaCl ₂	0.35	MgSO ₄	0.22
	ZnCl ₂	0.69			K ₂ Cr ₂ O ₇	0.195
Trivalent	AlCl ₃	0.093				
	½ Al ₂ (SO ₄) ₃	0.096	½ Al ₂ (SO ₄) ₃	0.009		
	Ce(NO ₃) ₃	0.080	Ce(NO ₃) ₃	0.003		

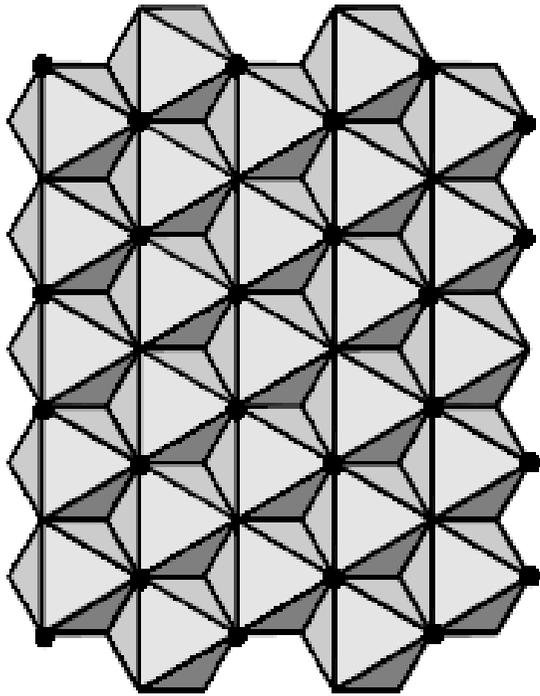
Koagulationskonzentration für Elektrolyten

III Anorganische Kolloide a Natürliche Kolloide

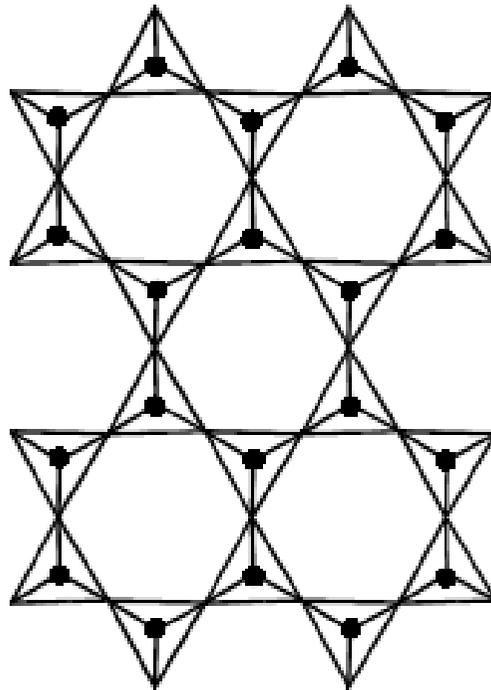
a Ton ist ein Alumosilikat



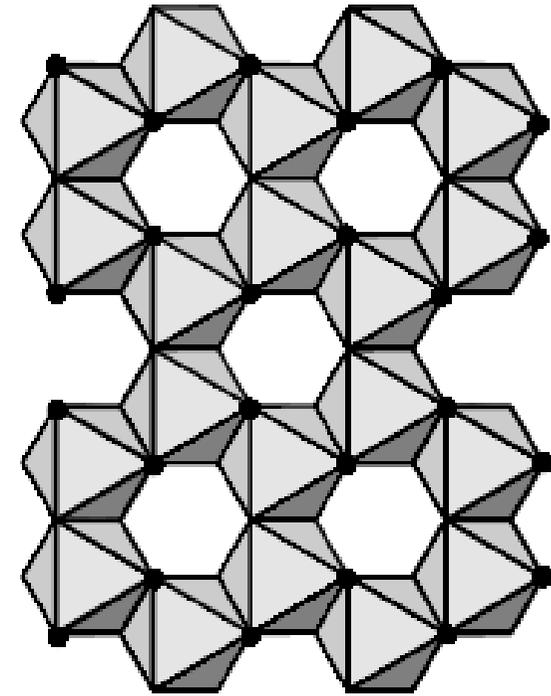
a Natürliche Kolloide: Alumosilikate



a



b

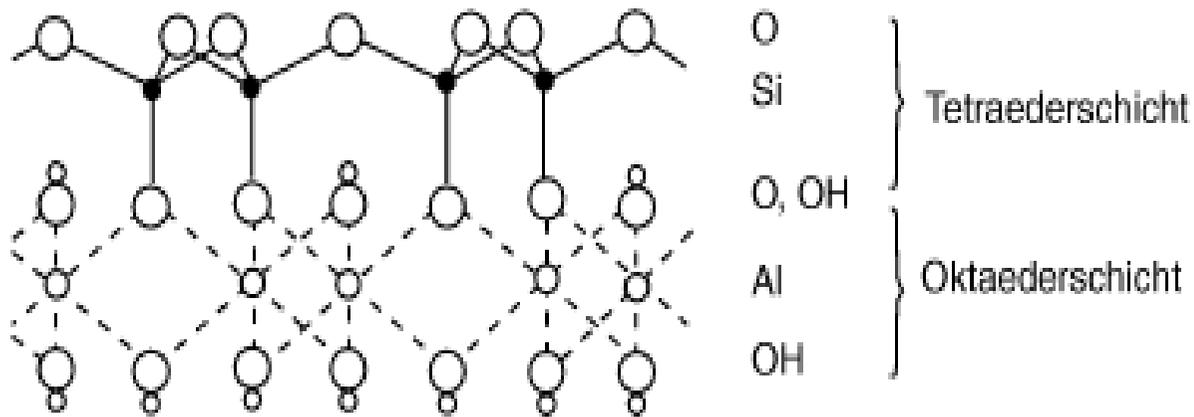


c

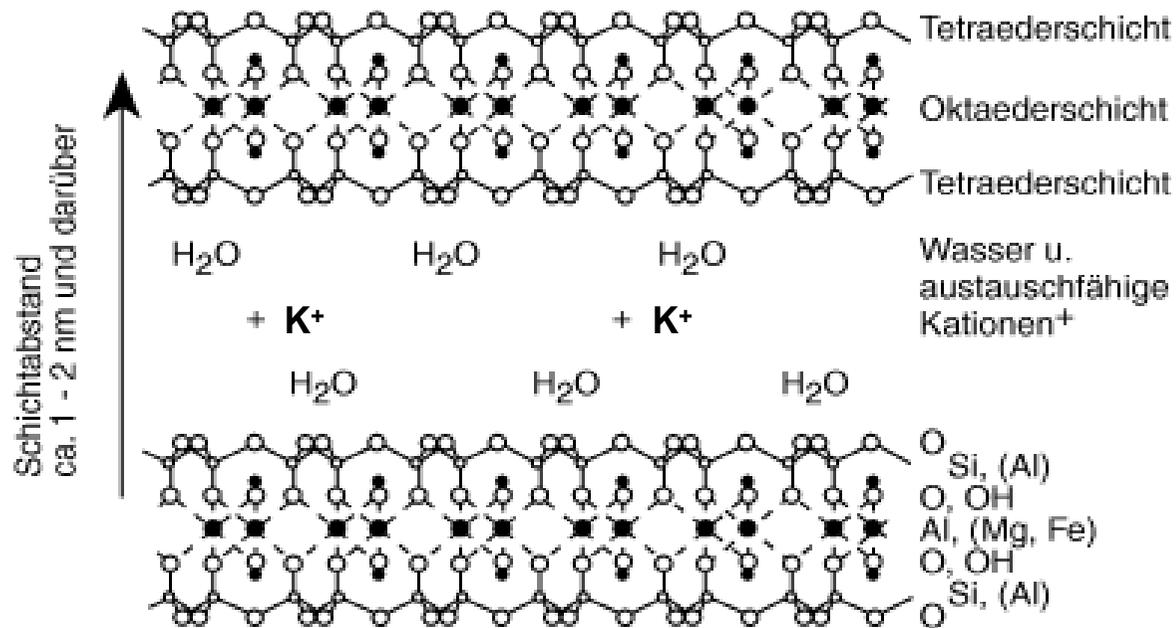
Aufbau Schichtsilicate:

- a) brucitische Oktaederschicht aus AlO_6 -Einheiten wie im Mg-hydroxid
- b) Tetraederschicht wie in Blattsilikaten
- c) gibbsitische Oktaederschicht mit Verknüpfung zur Tetraederschicht (sw. Punkte) wie im Al-hydroxid

a Natürliche Kolloide

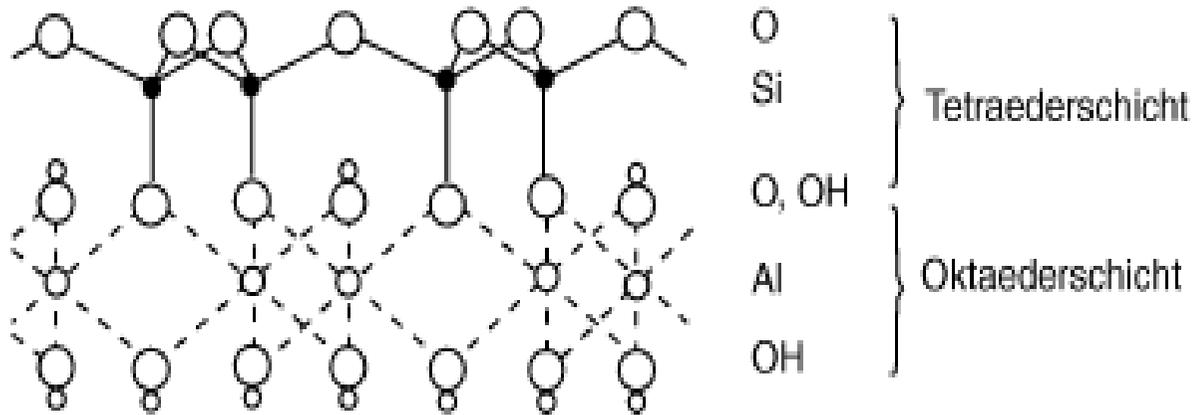


Kaolinit (Zweischicht-Struktur)

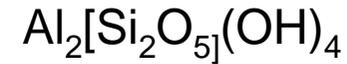


Montmorillonit (Dreischicht-Struktur)

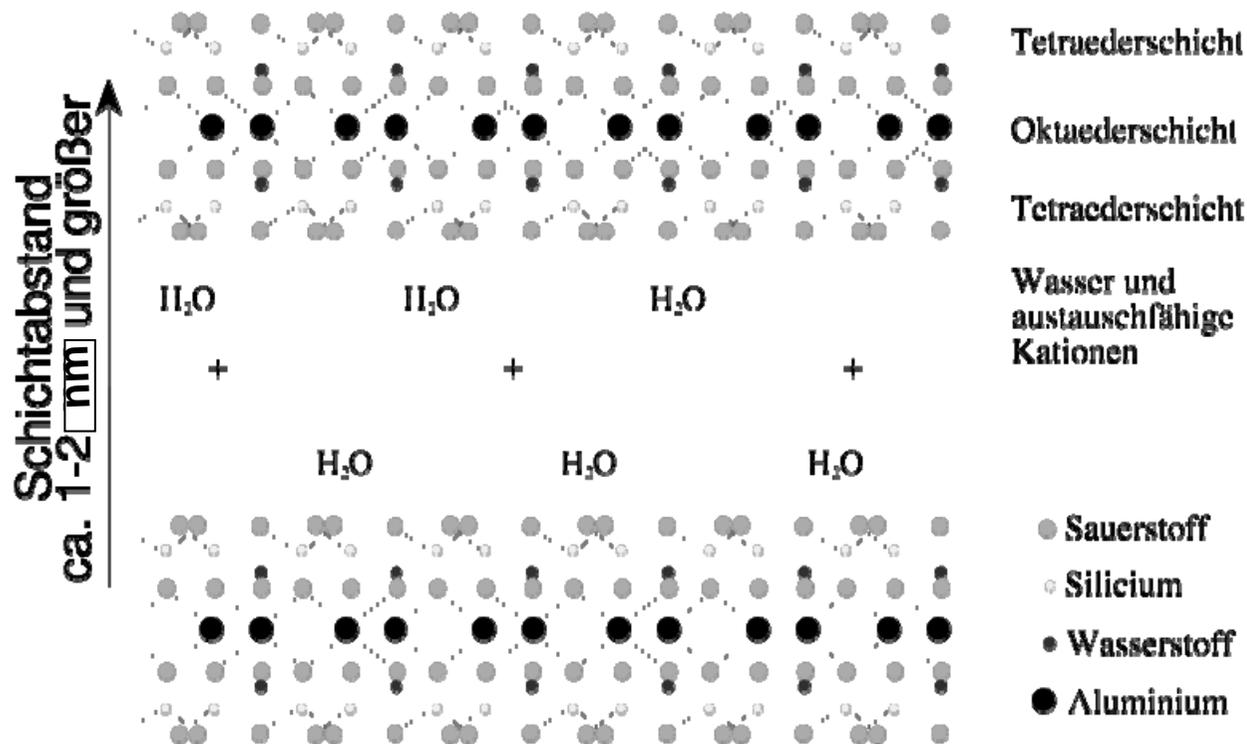
a Natürliche Kolloide



Kaolinit
(Zweischicht-Struktur)



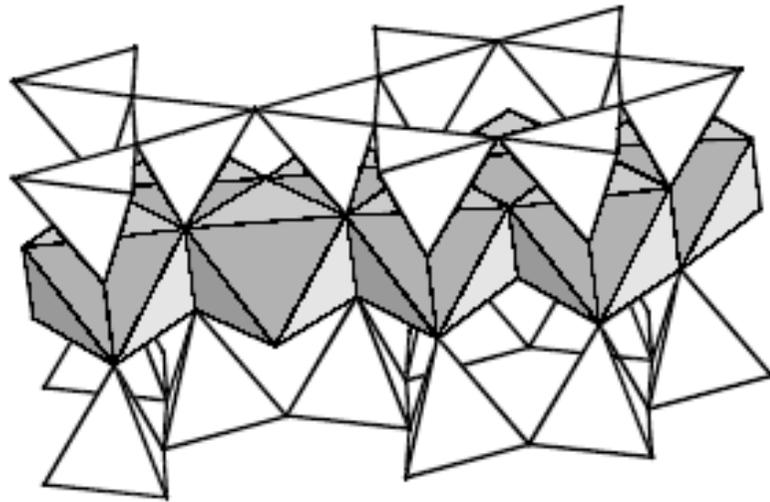
ein Silikat mit Blattstruktur



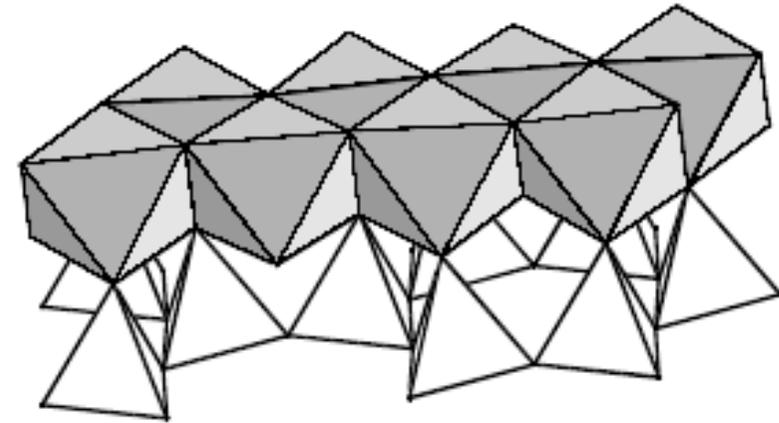
Montmorillonit
(Dreischicht-Struktur)



a Natürliche Kolloide



a)



b)

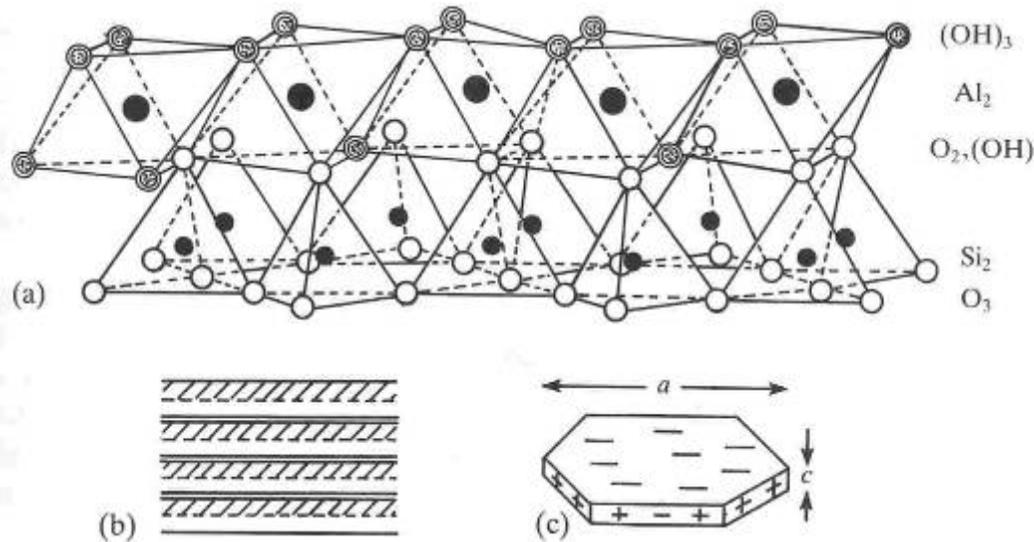
Verknüpfung von Oktaeder- und Tetraederschichten:

a) Dreischichttonmineral (2:1 Ton)

b) Zweischichttonmineral (1:1 Ton)

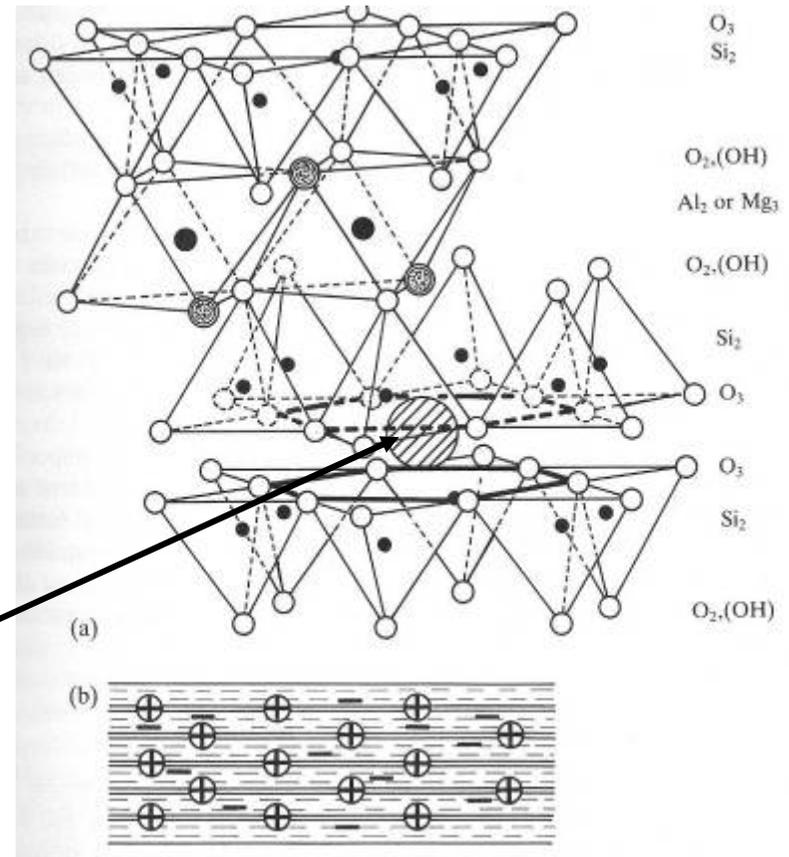
→ Oktaederecken ohne gemeinsame Ecken zu Tetraedern werden durch OH^- eingenommen

a Natürliche Kolloide



Ausschnitt aus der Kaolinit-Struktur
 $(Al(OH)_2)_2 \cdot O \cdot (SiO_2)_2$

Einbau eines Kations in die
 Zwischenschicht zum Ladungsausgleich
 für die anionischen Hauptschichten



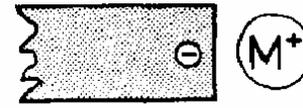
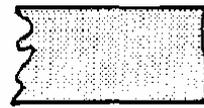
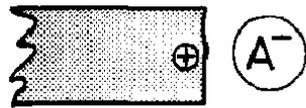
Schichtaufbau eines 2:1 Alumosilikates

a Natürliche Kolloide

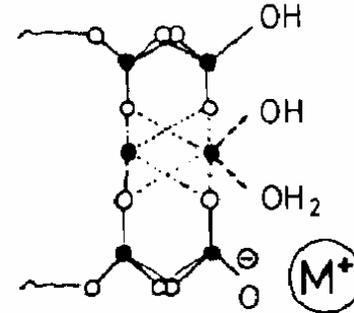
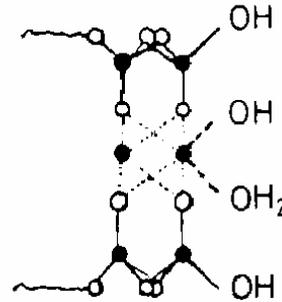
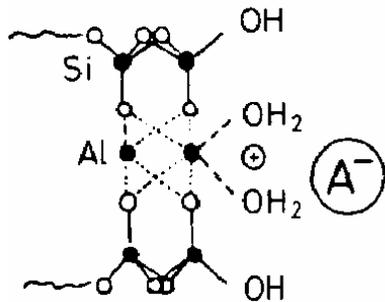
Beispiele für 2:1-Tonmineralien:

	Schichtladung	Oberflächenladungsdichte
..... Hectorit	0,23	0,076
..... Montmorillonit	0,24 – 0,4	0,086 – 0,137
..... Vermiculite	0,6 – 0,8	0,194 – 0,259
..... Muscovit	1,0	0,343
..... Biotit	1,0	0,326
..... Clintonit	2,0	0,685

a Natürliche Kolloide

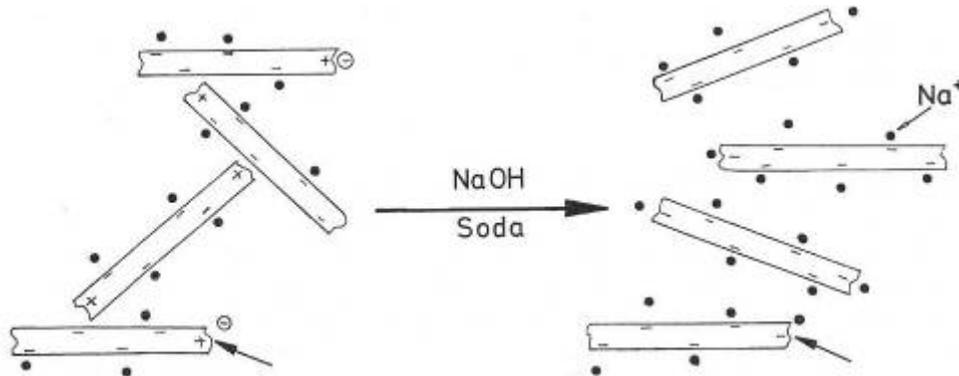


Änderung der Kantenladung von Tonmineralen durch pH-Änderung

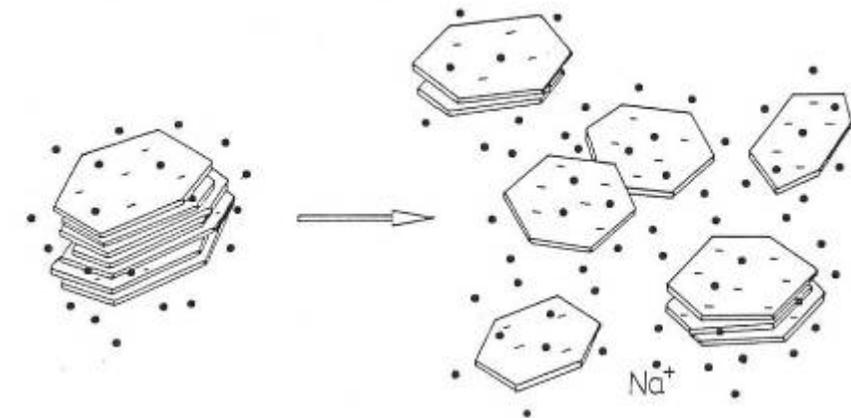


Änderung der Oberflächenladung durch Adsorption von Na-Ionen (geht nicht mit Ca!)

pH →

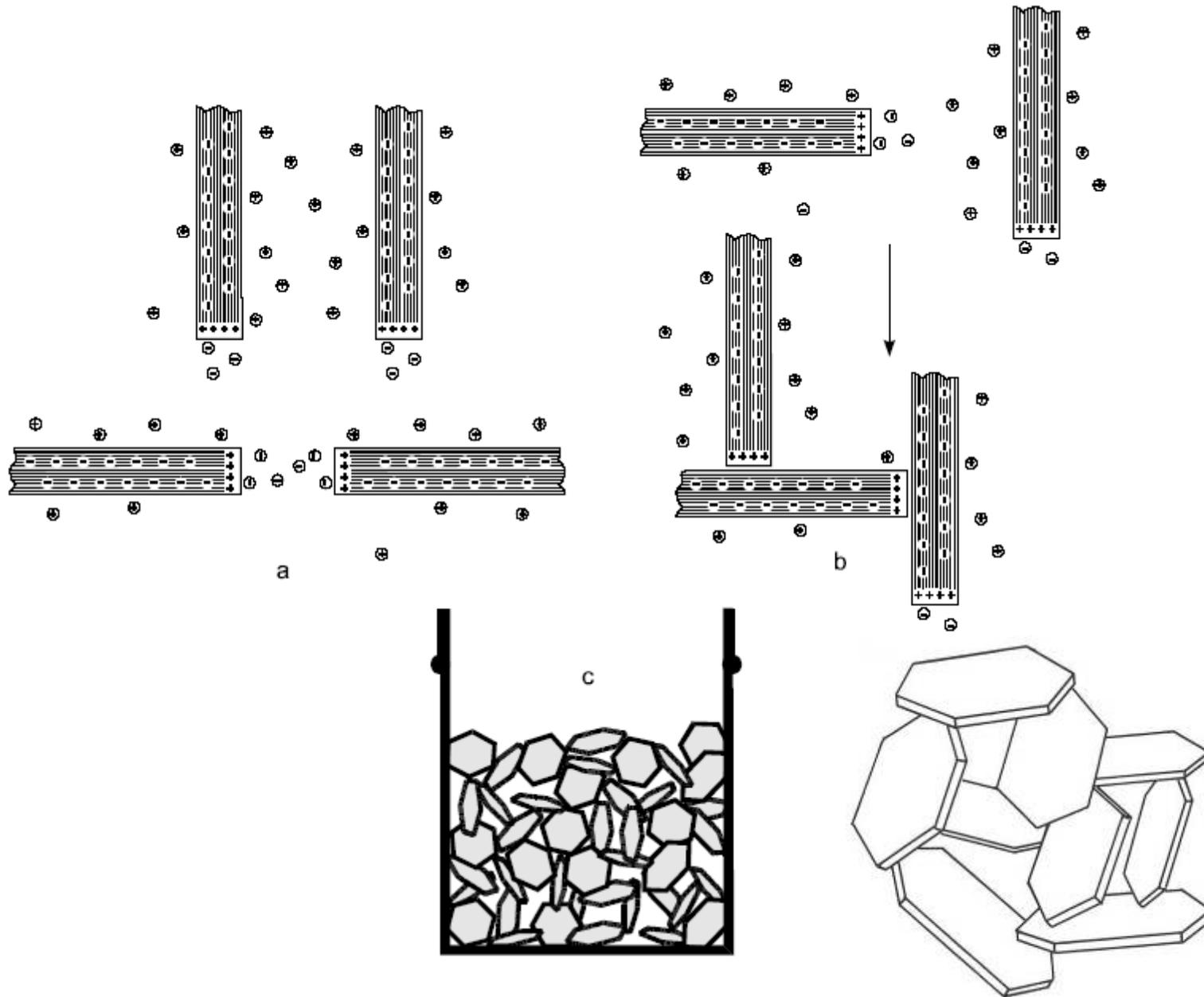


Abnahme der Kanten-Flächen-Wechselwirkung durch pH-Änderung



Zerfall von Natriummontmorillonit bei Dispergierung in Wasser

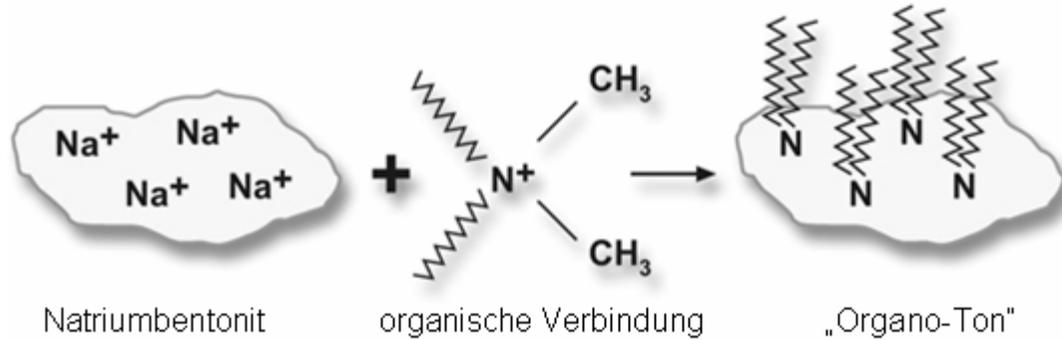
a Natürliche Kolloide: Kartenhausstruktur von Bentonit



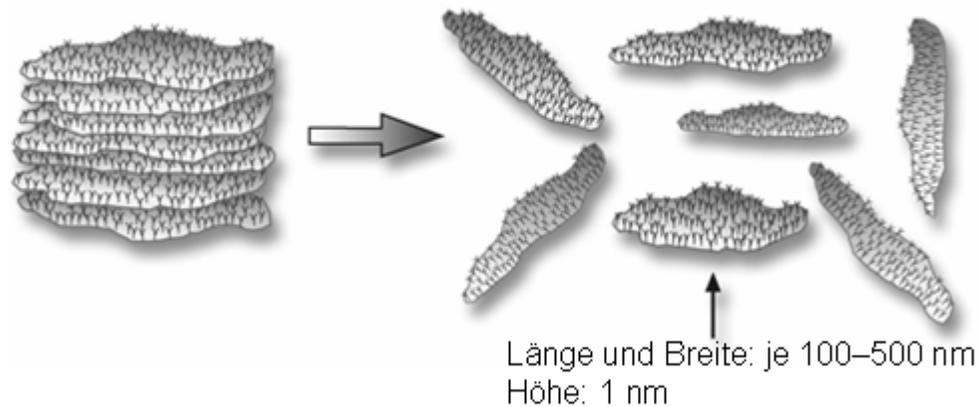
a Natürliche Kolloide

Verwendung von Tonmineralen

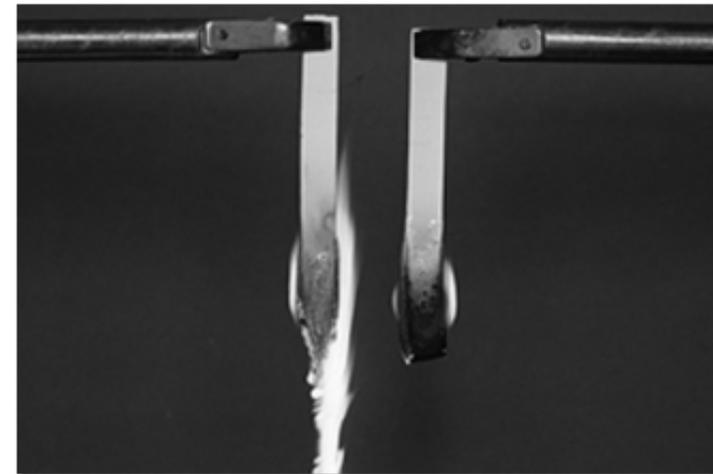
(1) Organische Modifikation der Oberfläche durch Ionenaustausch



(2) „Entblätterung“ (Exfolierung) der Stapel aus Organobentonitplättchen und gleichmäßige Verteilung im Kunststoff



(3) Flammschutz durch Nanobentonit



ohne Nanobentonit

mit 5 % Nanobentonit

a Natürliche Kolloide

Verwendung von Tonmineralen

- Herstellung von Ziegelsteinen und Dachziegeln (stabile Rohlinge, hohe Reaktiv.)
- Herstellung von Keramiken
- Mit Kalkstein und anderen Zusätzen zur Zement-Herstellung
- Tonmodell (positiv) und als Form für Abgüsse (negativ)
- Säuberung von Trinkwasser und zum Entfärben von Lösungen (Ionentauscher)
- Raffinierung von Öl und Getränken (entfernen feiner Schwebstoffe)
- Papierherstellung (Kaolinit macht Papieroberflächen glatt und nimmt Tinte auf)
- Blähton (poröser gebrannter Ton) als isolierender Baustoff und für Hydrokultur
- Abdichtung von Deponien, Schlitzwandbau
- Katzenstreu
- Füll- und Zuschlagstoffe in Farben und pharmazeutischen Produkten (reversibler Sol-Gel-Übergang, thixotropes Verhalten)
- Katalysatoren

III Anorganische Kolloide

Grundlegende Herstellverfahren für Kolloid- und Nanoteilchen



Break-down-Verfahren
(Top-down-Verfahren)

Bottom-up-Verfahren

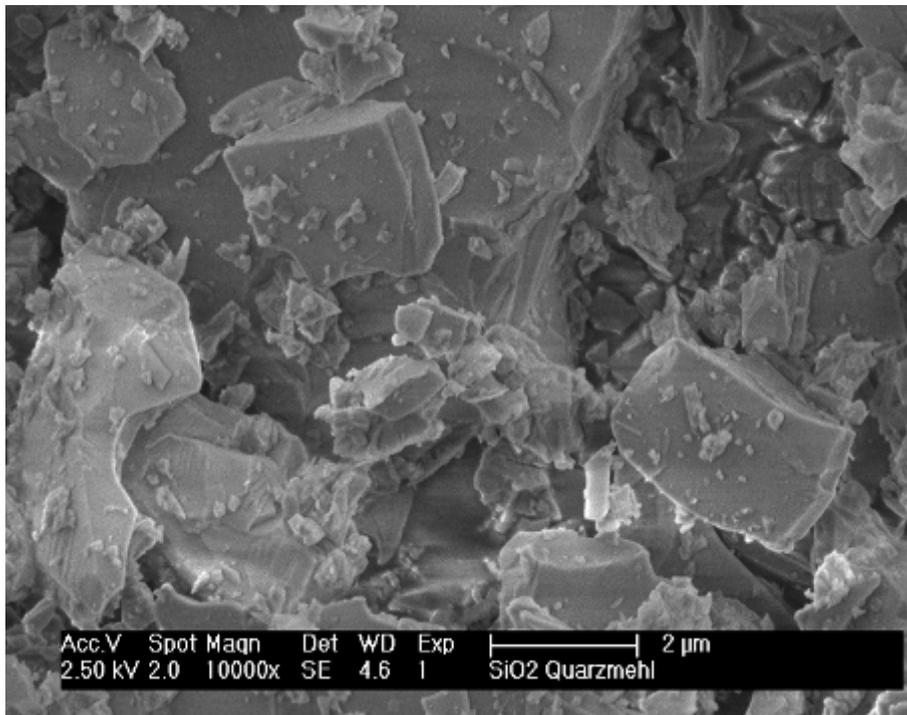
b Dispergierung – Break-down-Verfahren

Grenzen der technischen Mahlbarkeit:

Trockenmahlung: ca. 3 μm

Nassmahlung: ca. 200 nm

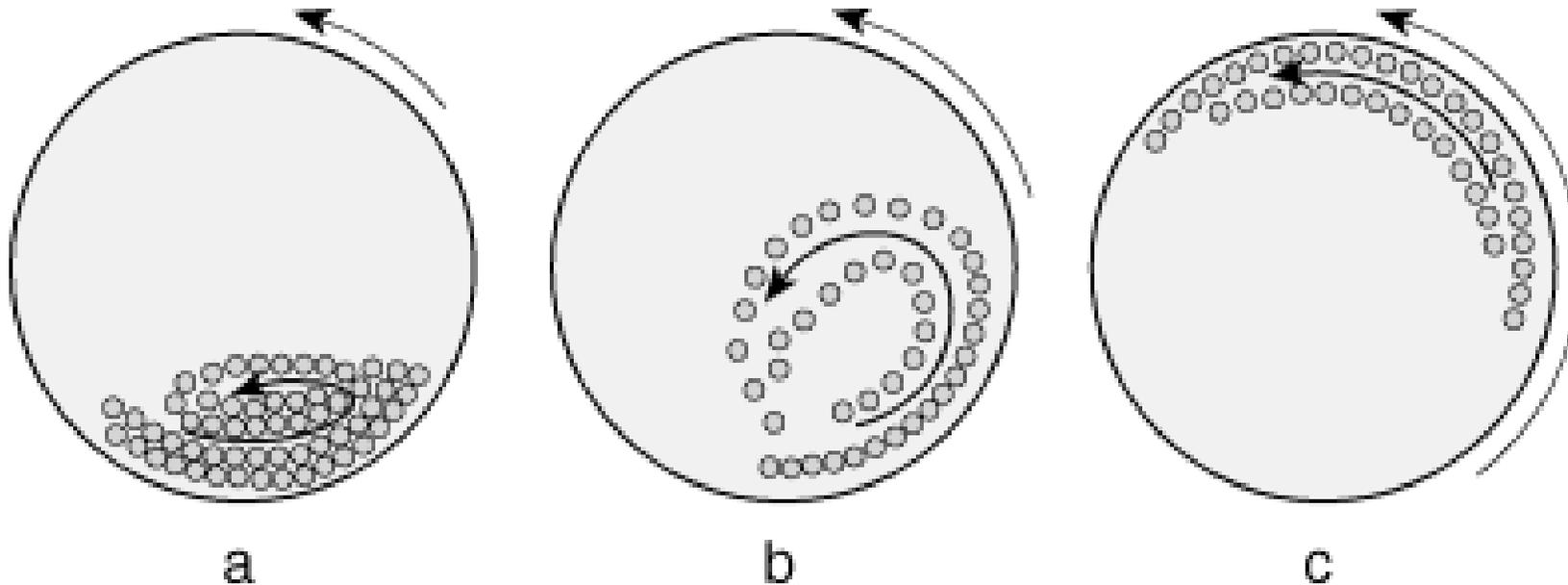
Agglomeration verhindert weitere
Zerkleinerung



Quarzmehl
 d_{50} ca. 3,5 μm

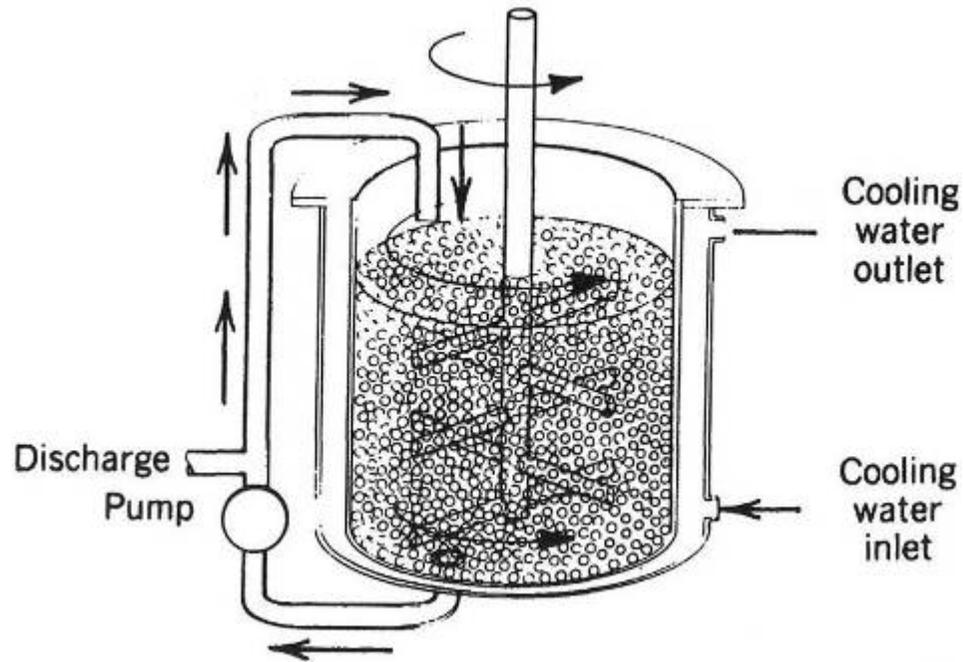
b Dispergierung – Break-down-Verfahren

Herstellung von Kolloiden durch Mahlung



- a) Reibende Dispergierung (geringe Drehzahl) in Drehmühle
- b) Schlagende Dispergierung (mittlere Drehzahl) in Kugelmühle
- c) Schleudern, keine Dispergierung (hohe Drehzahl)

b Dispergierung – Break-down-Verfahren



„stirred ball mill“

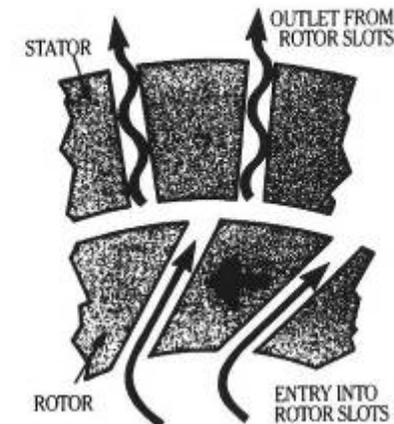
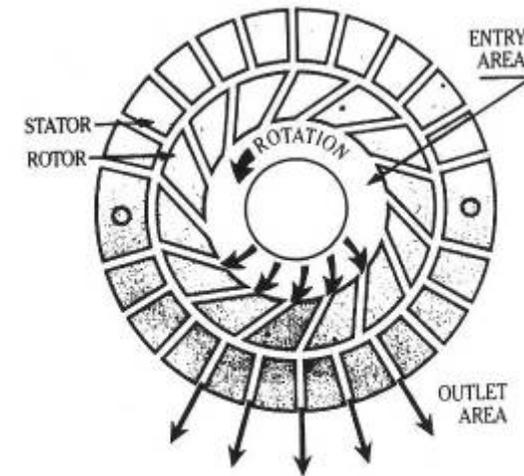
Grenzen der technischen Mahlbarkeit:

Trockenmahlung: ca. 3 μm
Nassmahlung: ca. 200 nm

Agglomeration verhindert weitere
Zerkleinerung

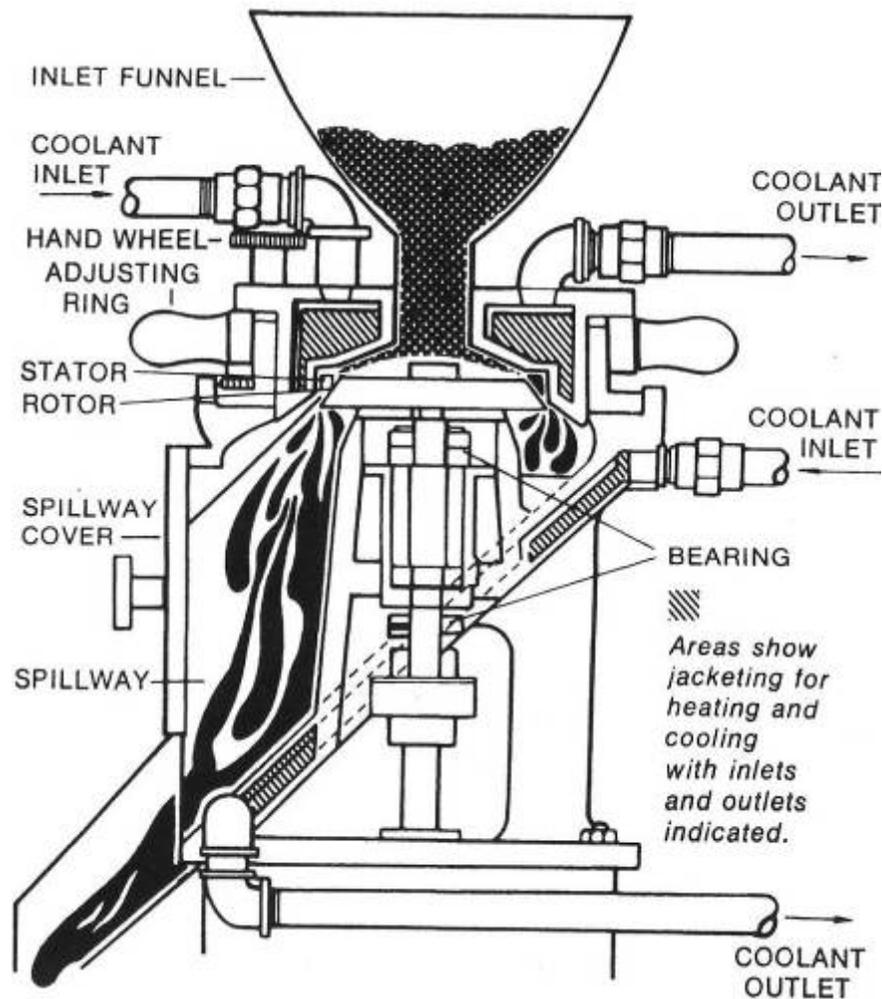
b Dispergierung – Break-down-Verfahren

Dispergierung mittels einer Kolloidmühle



Dispergierer und Dispergierwerkzeuge (Ultra Turrax) Funktionsprinzip Dispergierer
Drehzahl ca. 4.000 – 30.000 min⁻¹

B Dispergierung – Break Down-Verfahren



Vertikale Kolloidmühle

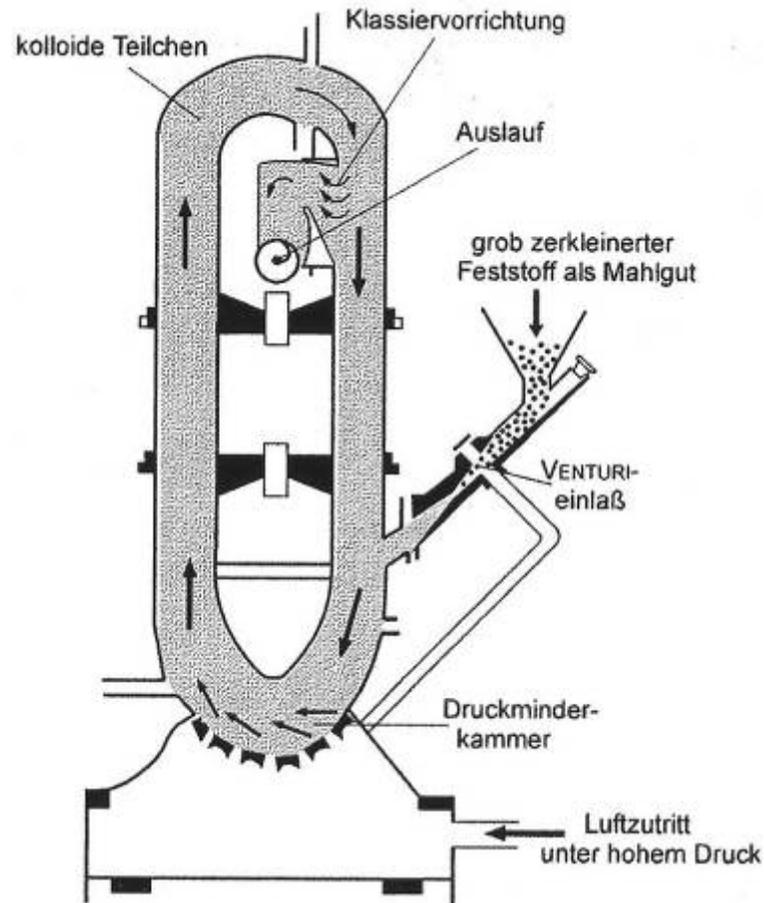
(Drehzahl 1.000 – 20.000 min⁻¹)

→ Stator/Rotor-Abstand einstellbar

→ Wasserkühlung!!!

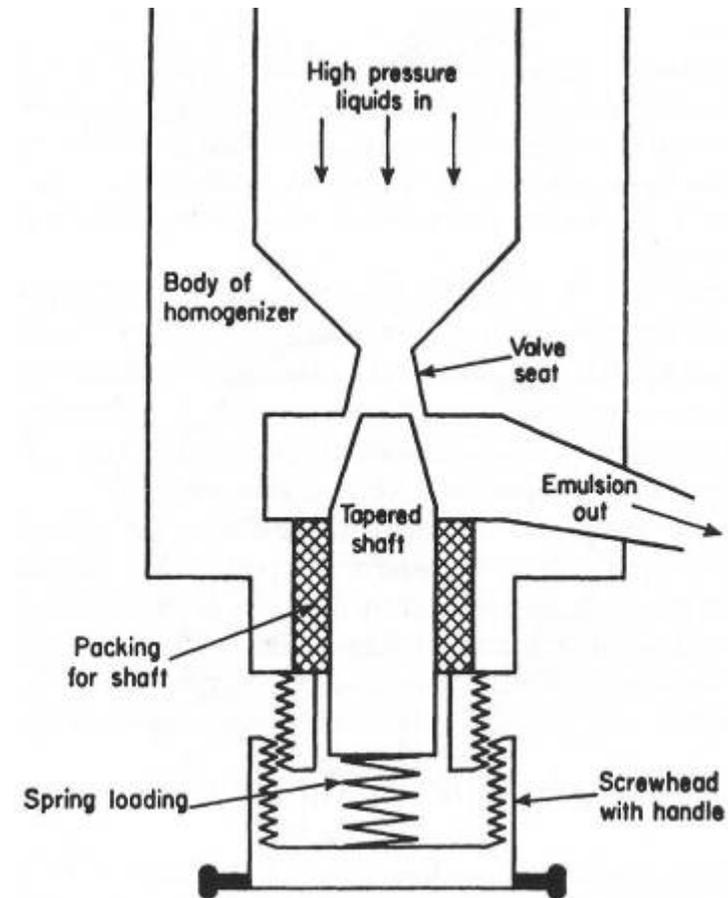
b Dispergierung – Break-down-Verfahren

Scherzerkleinerung



Düsenmühle

Beschleunigung Mahlgut auf 250-700 km/h
Mahlung durch Aufeinandertreffen der Partikel (autogene Mahlung)



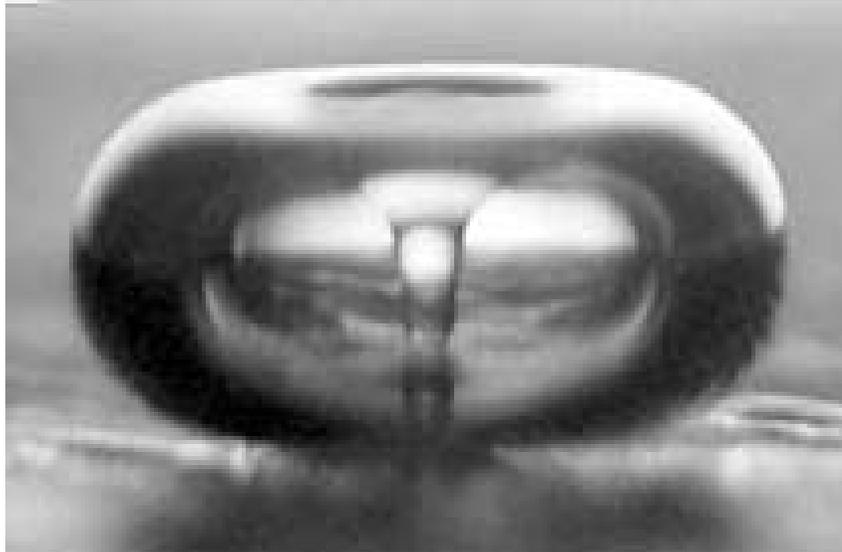
„single-stage homogenizer“

Emulsion wird durch engen Spalt gepresst:
→ hohe Scherkräfte
→ keine mechanischen Teile
→ z. B. homogenisierte Milch

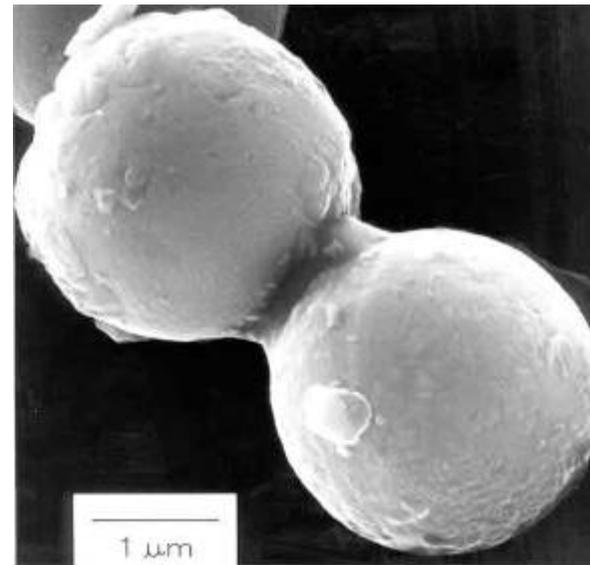
b Dispergierung – Break-down-Verfahren

Zerkleinerung durch Ultraschall

- In Flüssigkeiten kommt es durch Ultraschall zu Gasblasen (Kavitation)
- Gasblasen kollabieren, Flüssigkeitsstrahl schießt von einer Seite durch das Gasbläschen (ca. 500 m/s)
- Drücke bis 1 GPa
- Temperaturen bis 10.000 K (Produkte wie bei Hochtemperaturchemie)
- Dissoziation, Radikalbildung, Ladungstrennung (→ Ultraschallchemie)



Zerfall einer Kavitationsblase



Zn-Partikel aus Ultraschallzerkleinerung