ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

D CHAB
Department of Chemistry and Applied Biosciences

ICB
Institute for Chemical and Bioengineering

MAGNETIC GELATION

Bastian Brand, Marco Furlan, Marco Lattuada, Massimo Morbidelli

Institute for Chemical and Bioengineering, ETH Zürich

Visp, 27. Mai 2010

Überblick

- Hintergrund
  - Magnetische Partikel
  - Magnetic Gelation
- Experimentelles & Ergebnisse
  - Erste Gelierungen
  - Simulationsergebnisse
  - Verstärkung der Magnetisierung der Partikel
  - Letzte Gelierungen
- Zusammenfassung und Ausblick

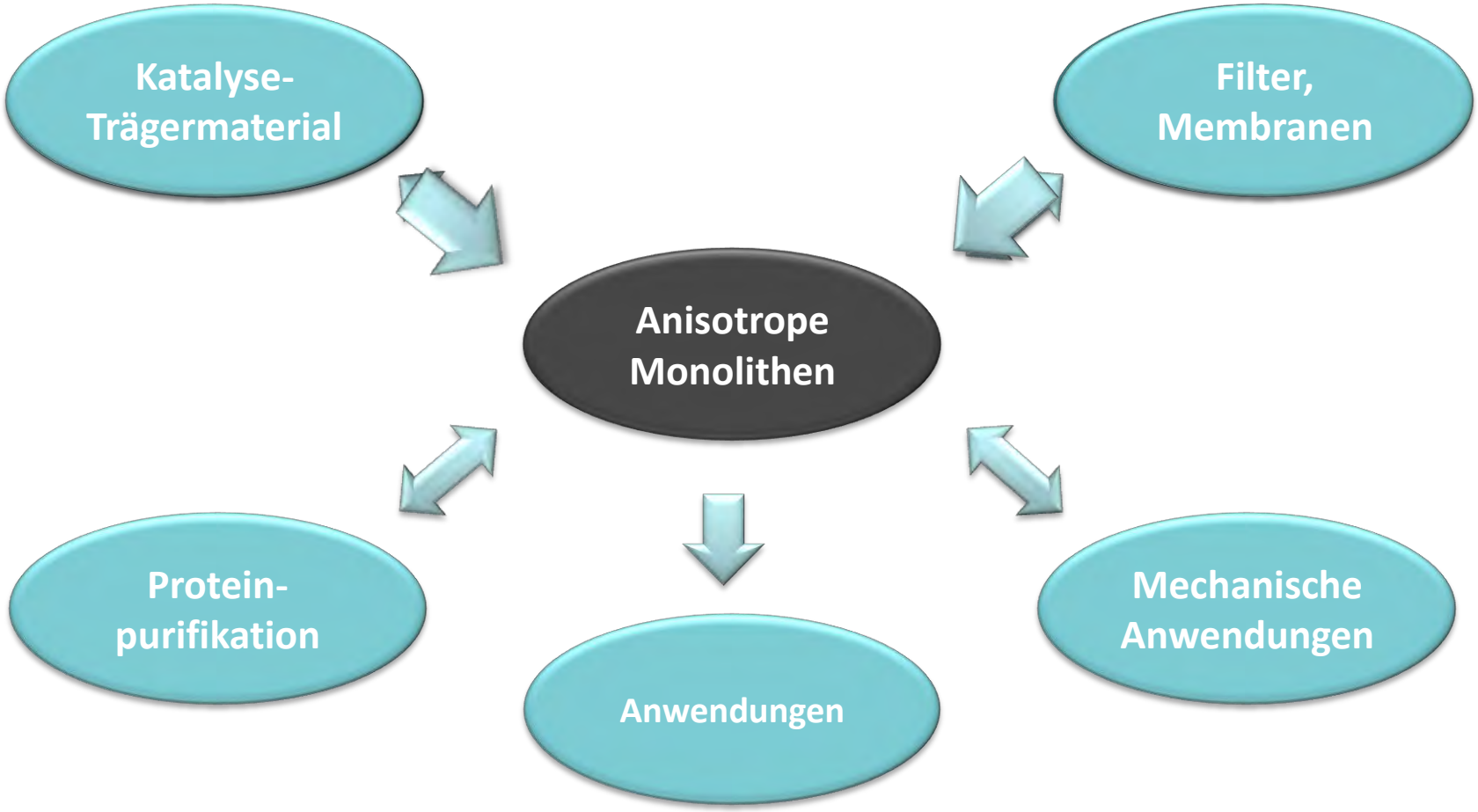
Überblick

- Hintergrund
  - Magnetische Partikel
  - Magnetic Gelation
- Experimentelles & Ergebnisse
  - Erste Gelierungen
  - Simulationsergebnisse
  - Verstärkung der Magnetisierung der Partikel
  - Letzte Gelierungen
- Zusammenfassung und Ausblick

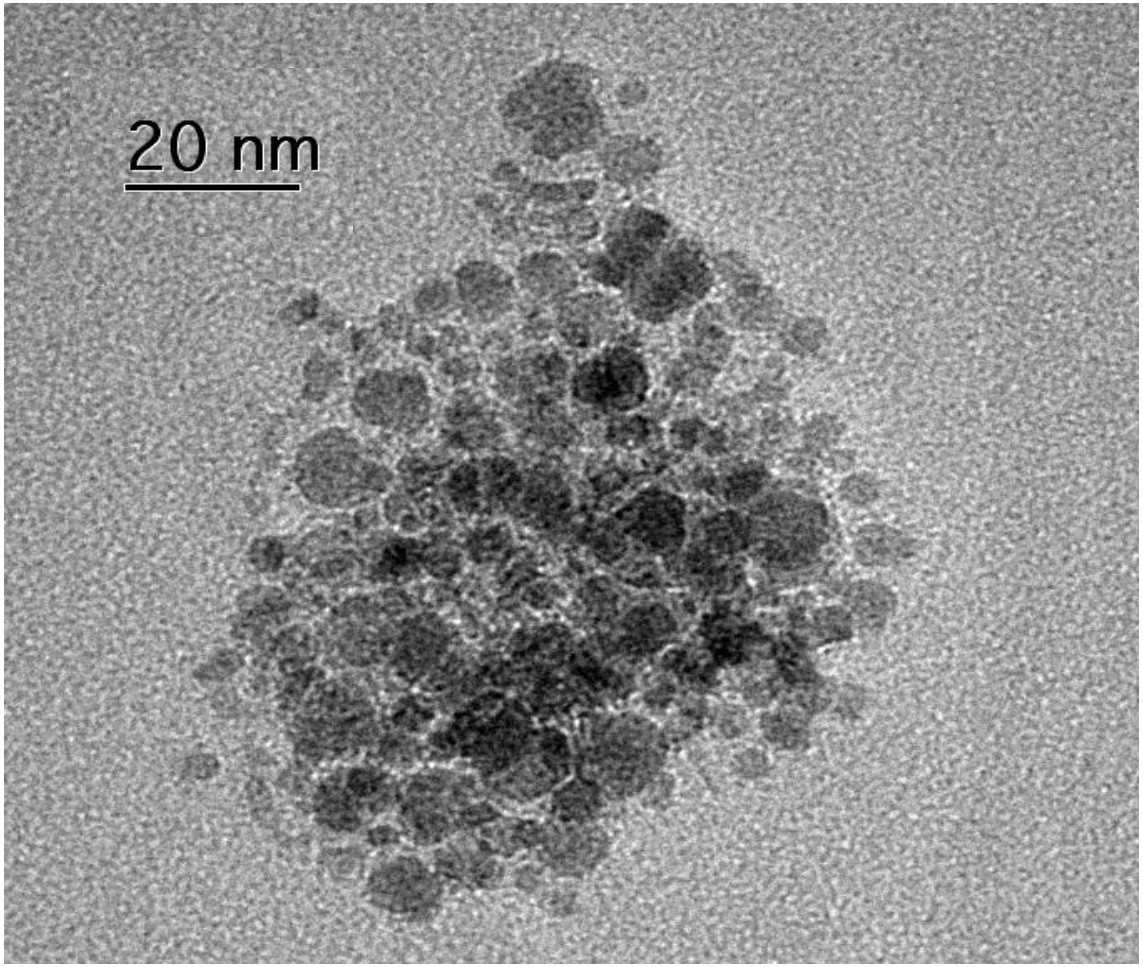
Ziel der Arbeit

- Entwicklung einer Methode zur Herstellung anisotroper Monolithen unter Verwendung magnetischer Partikel

Anisotrope, poröse Monolithen



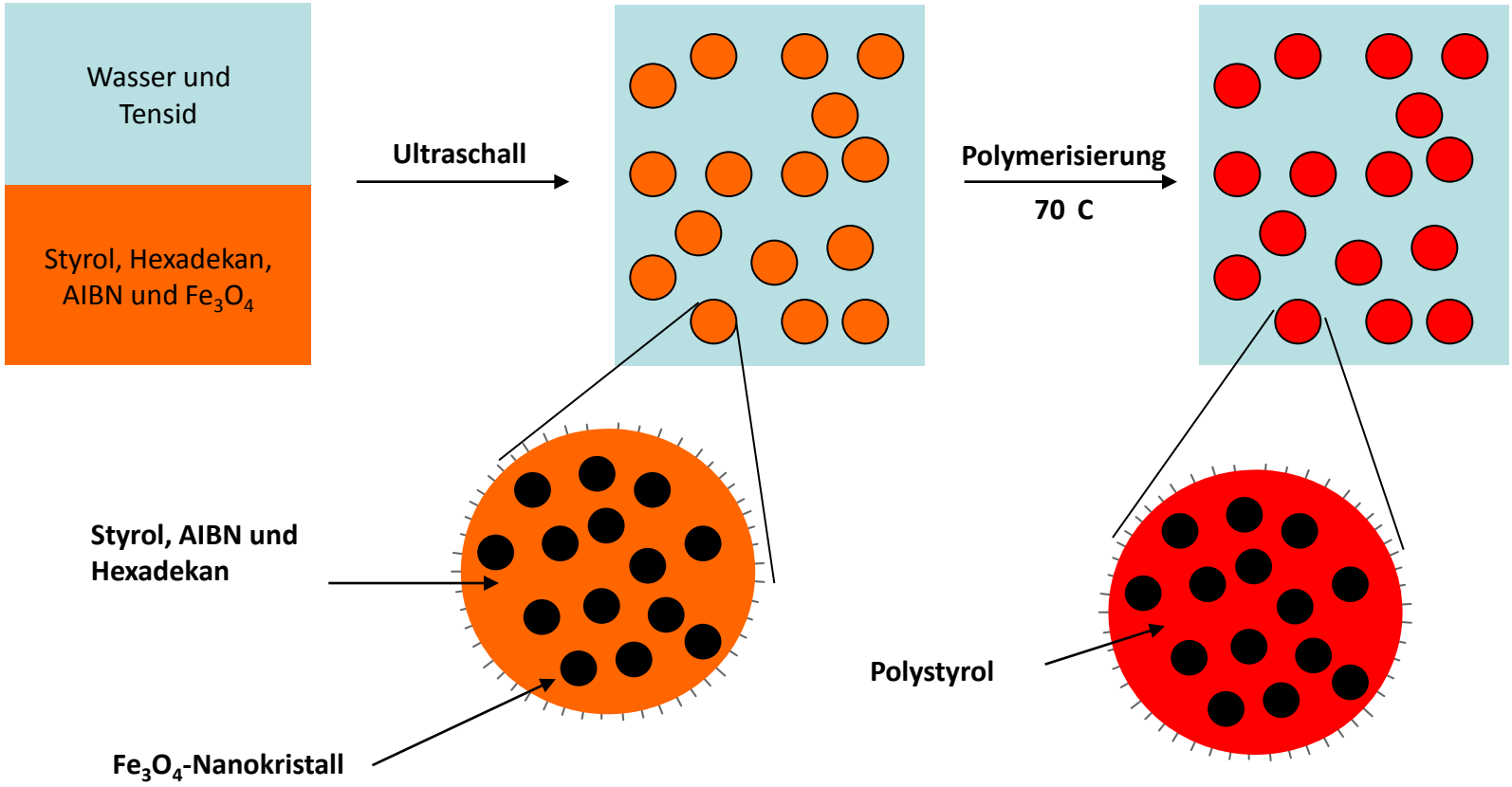
Fe_3O_4-Nanokristalle



Magnetit-Nanokristalle

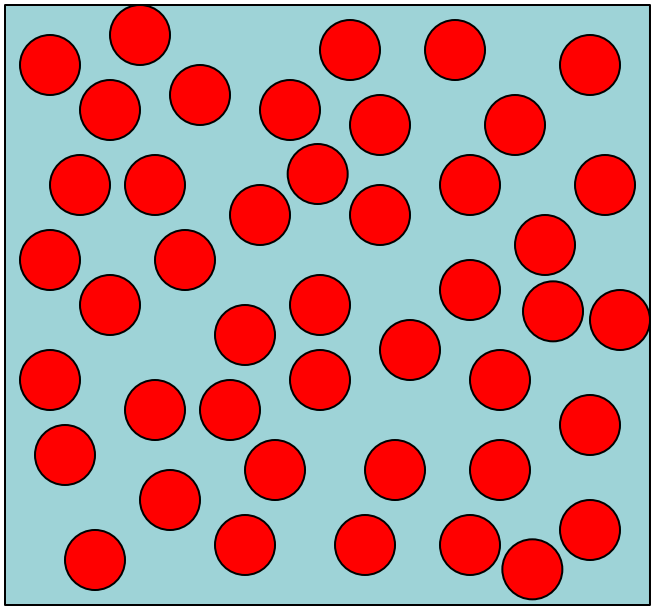
- Superparamagnetisch
- Stabilisiert mit Rizinolsäure
- Grösse zwischen 5 und 20 nm
- ✓ Robust, schnell und grosse Mengen

Präparation der Fe_3O_4-Polymer-Kolloide: Miniemulsion

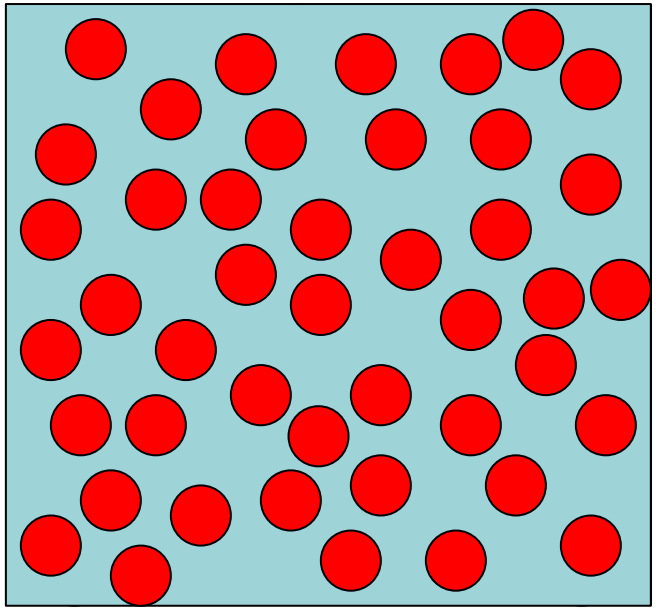


Die Anzahl Tröpfchen entspricht der Anzahl Polymerpartikel.

Magnetische Kompositpartikel



Anwendung eines externen Magnetfelds

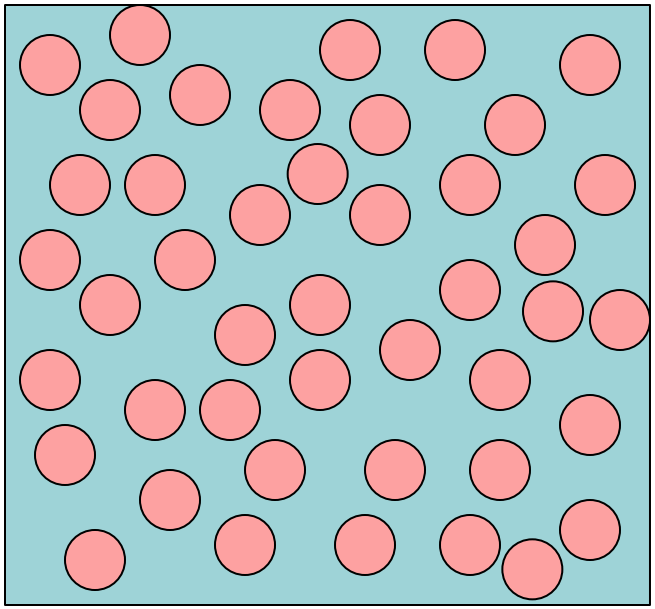


Suspension magnetischer Partikel

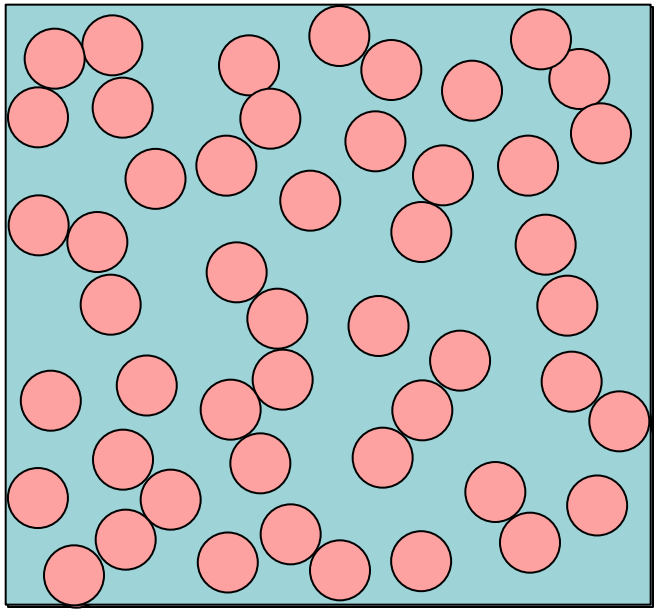
Ketten (Säulen) nach dem Magnetfeld ausgerichteter Partikel

Anisotropische Struktur

Aggregation



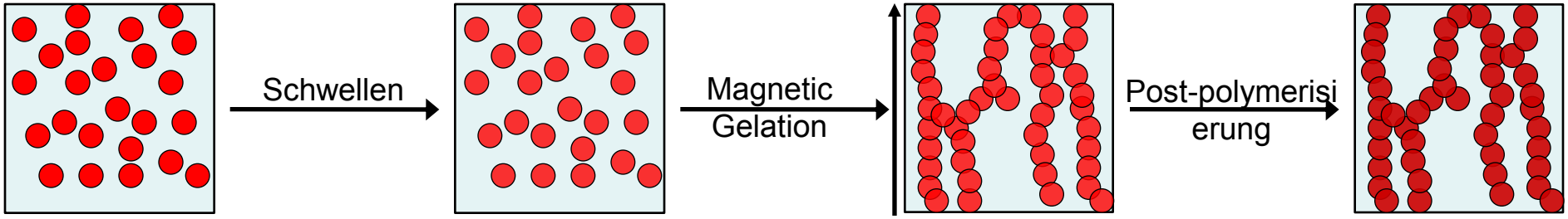
Salzaddition



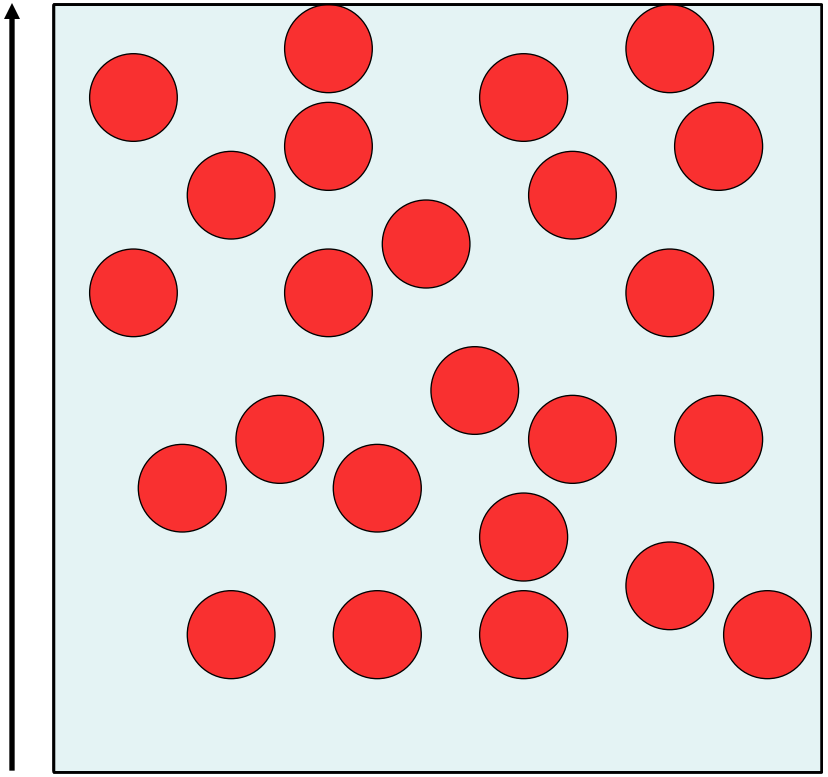
Suspension ladungsstabilisierter Partikel → **Aggregation-fraktale Cluster** → **Kolloidales Gel (stark ungeordnete poröse Struktur)**

Sehr poröses, aber schwaches, Material (Van der Waals-Kräfte)

Magnetic Gelation



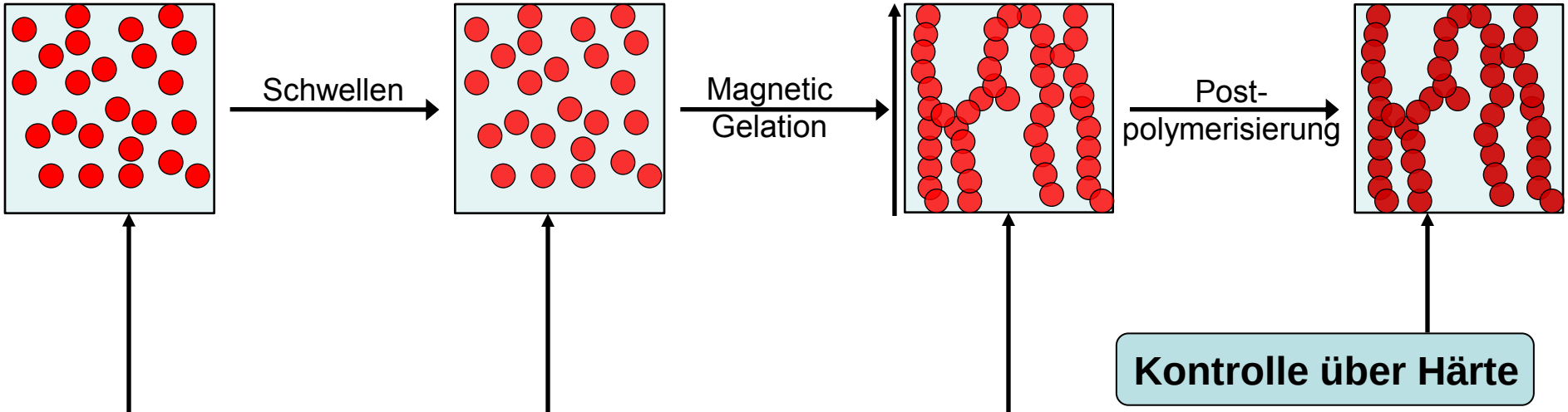
Magnet-feld



Rezept:

- [illegible] Monomer
- [illegible]
- Magnetit
- Wasser

Magnetic Gelation



Kontrolle über Härte

Kontrolle über Dichte, Porenstruktur und Anisotropie

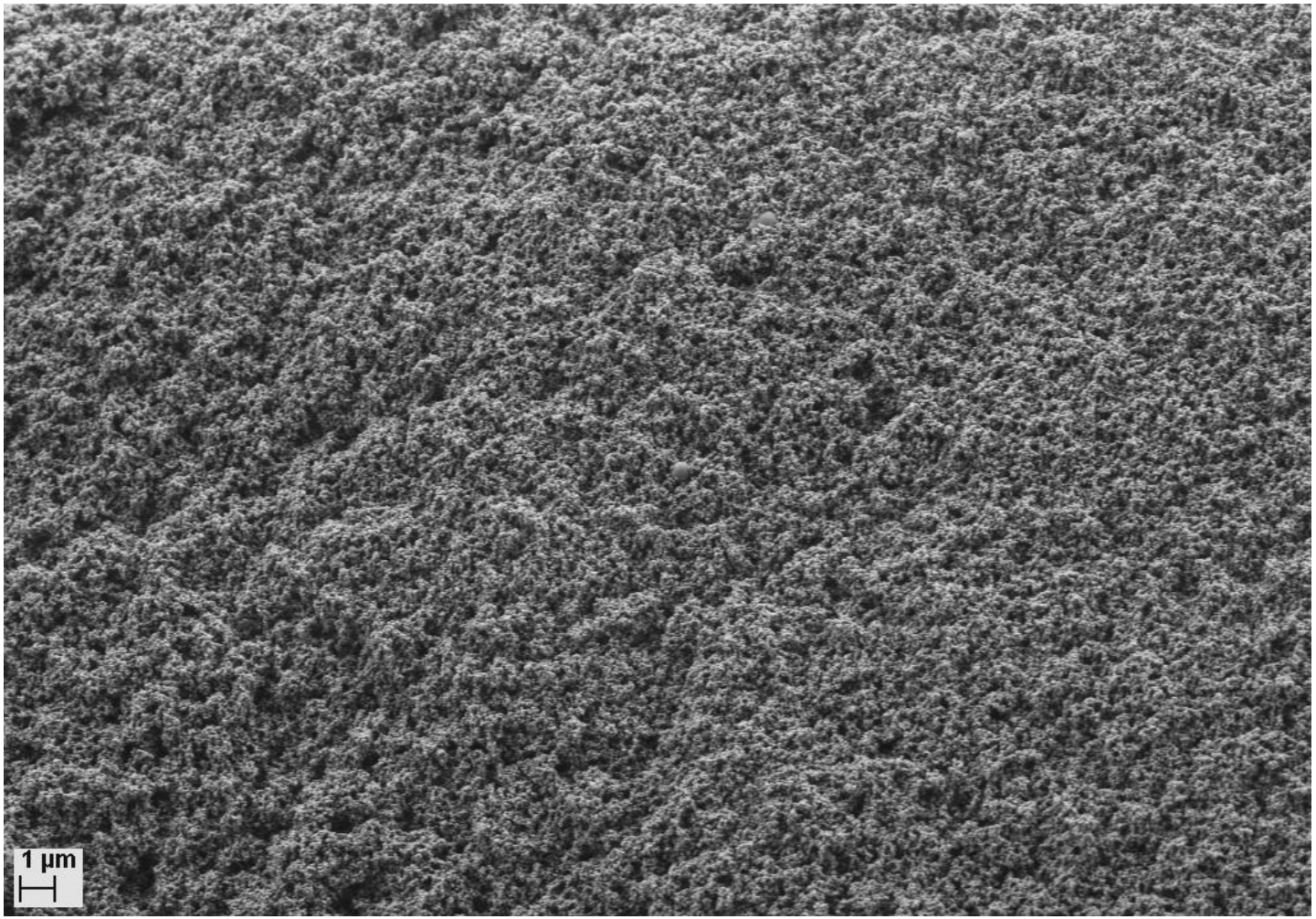
Kontrolle über Oberfläche

Kontrolle über Morphologie und Zusammensetzung

Überblick

- Hintergrund
  - Magnetische Partikel
  - Magnetic Gelation
- Experimentelles & Ergebnisse
  - Erste Gelierungen
  - Simulationsergebnisse
  - Verstärkung der Magnetisierung der Partikel
  - Letzte Gelierungen
- Zusammenfassung und Ausblick

Erste Gelierungen im Magnetfeld, 10% Magnetit

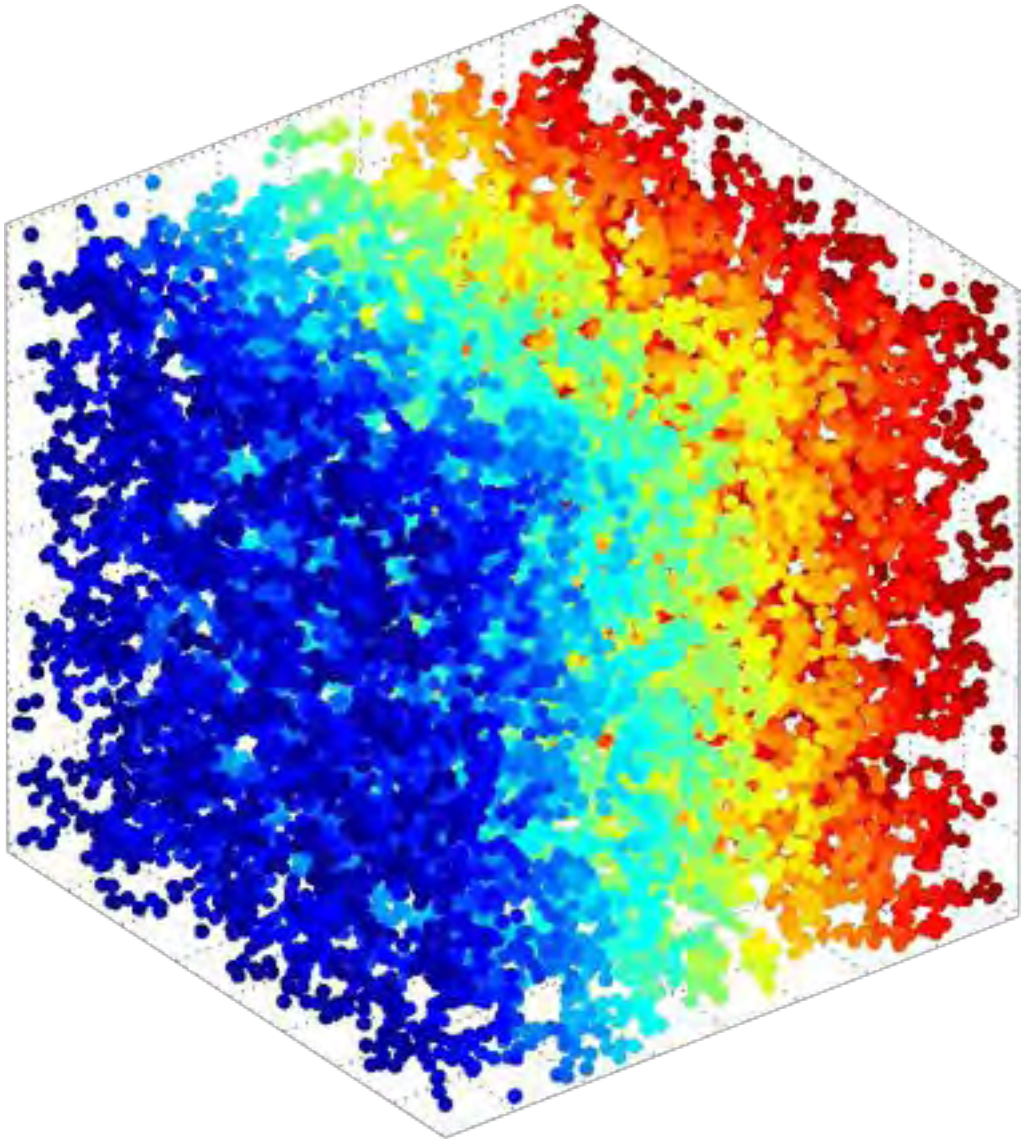


Simulation

Magnetitgehalt:

Null

Magnetfeld

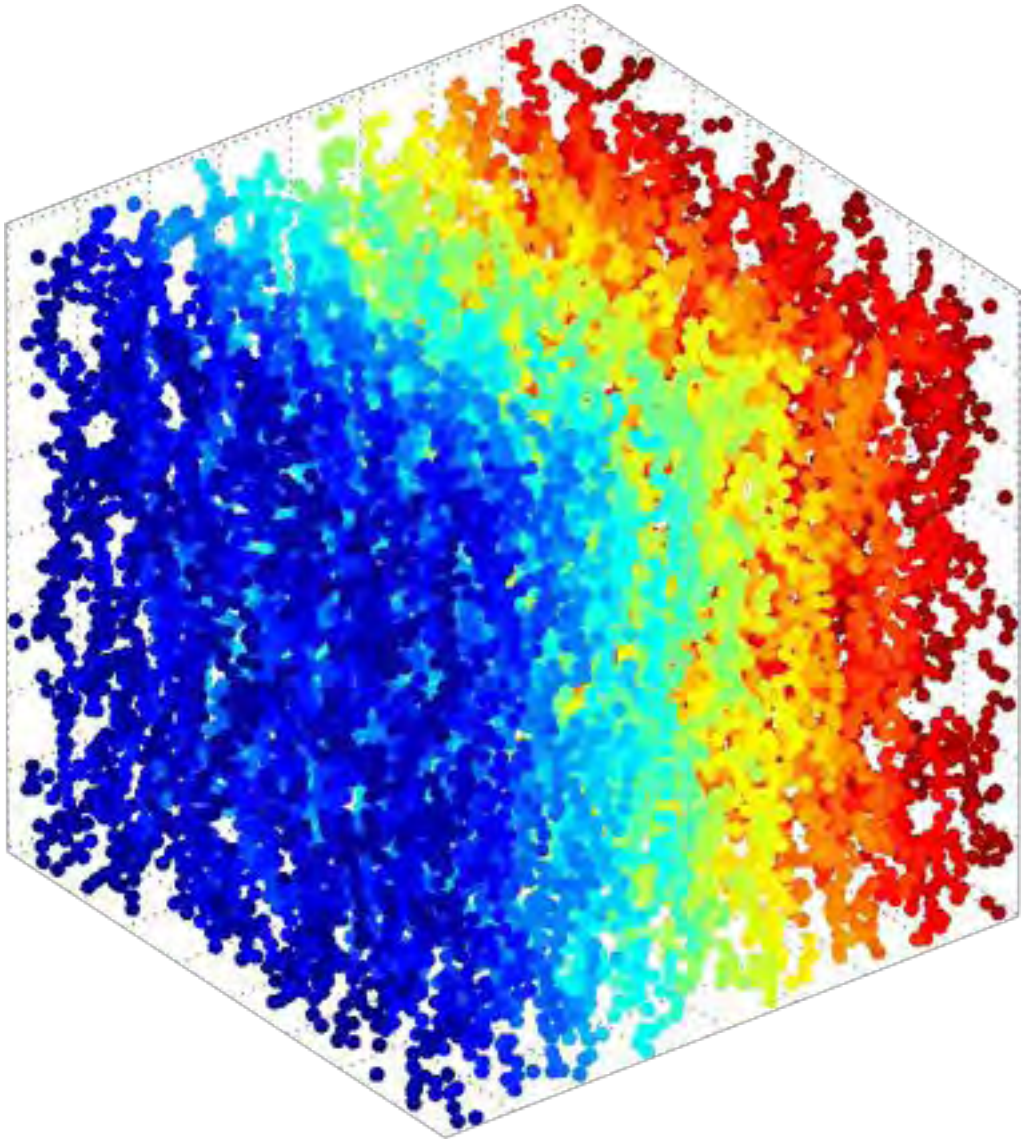


Simulation

Magnetitgehalt:

15%

Magnetfeld

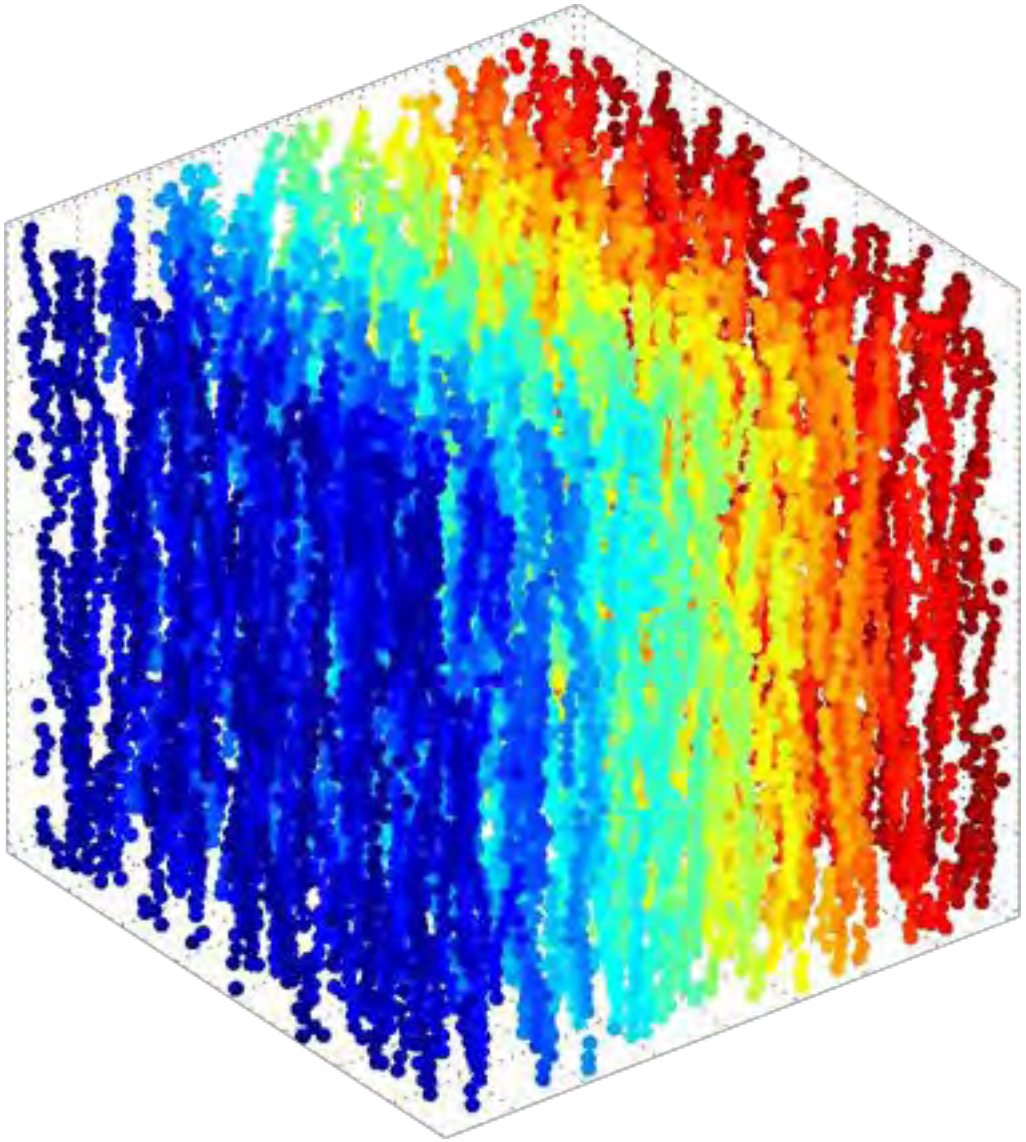


Simulation

Magnetitgehalt:

50%

Magnetfeld



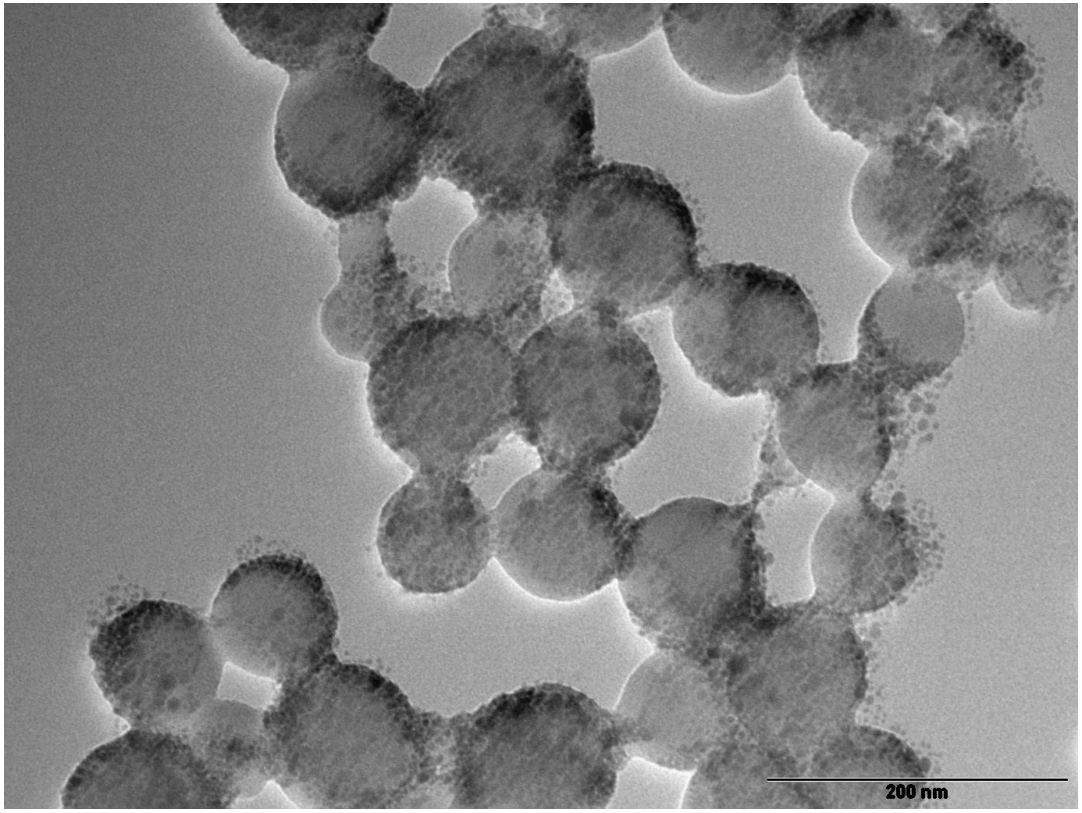
Schlussfolgerungen aus der Simulation

<u>Die Reaktion der Partikel auf das Magnetfeld muss verstärkt werden</u>

- Erhöhung des Magnetitgehalts der Partikel
- Erhöhung der Partikelgrösse bei gleichem Magnetitgehalt

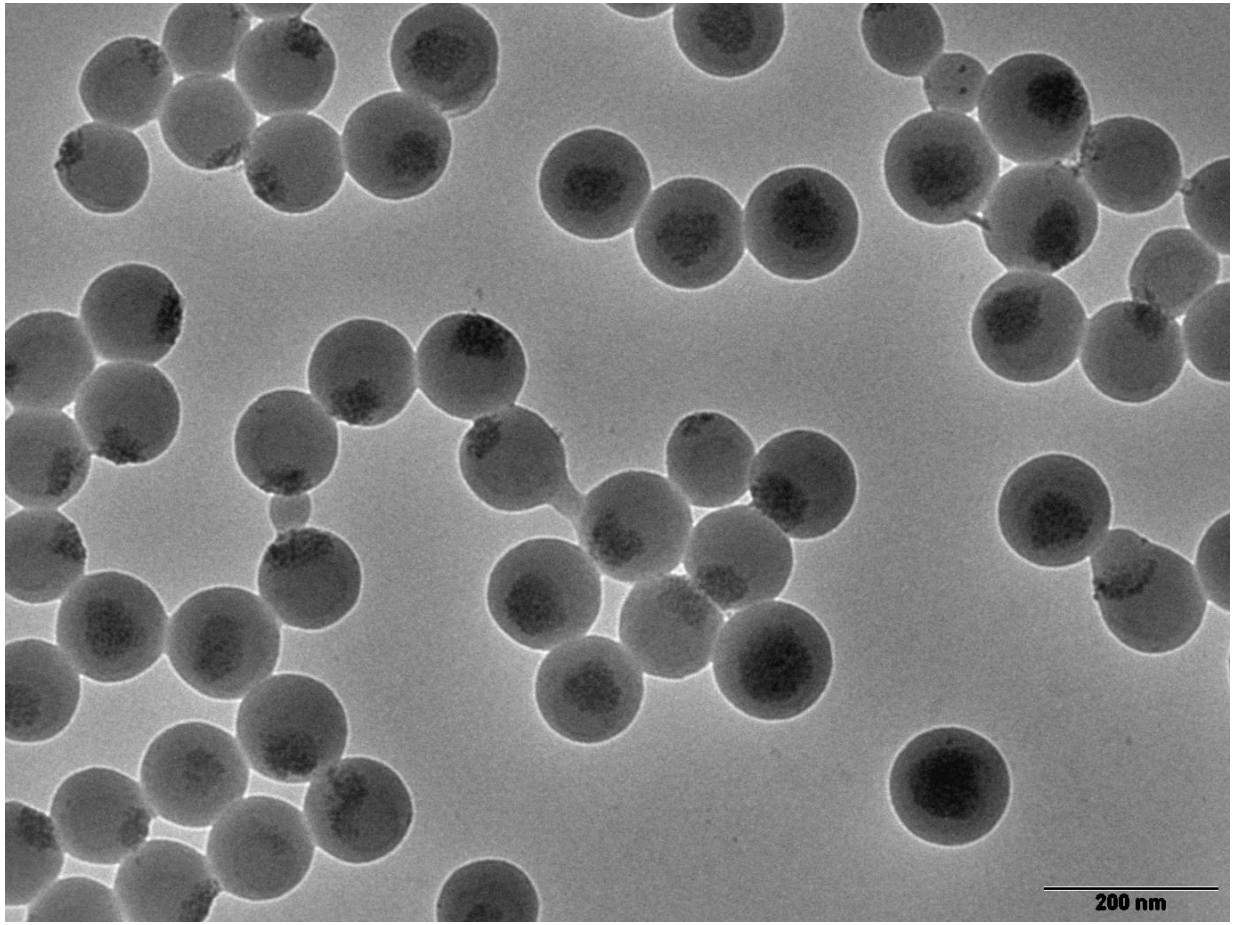
Hoher Magnetitgehalt

- 50% Magnetit
- 100 nm Durchmesser

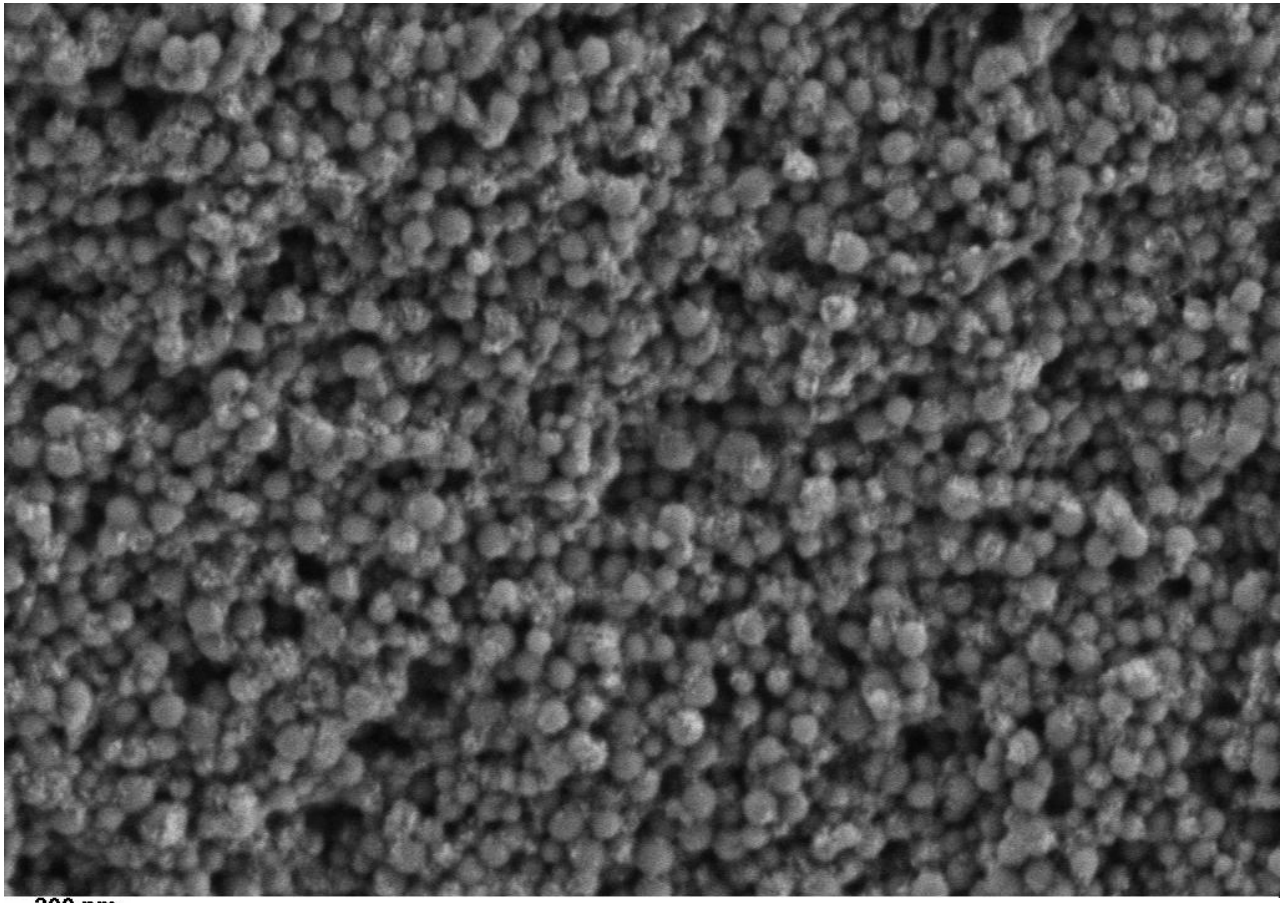


Grosse Partikel

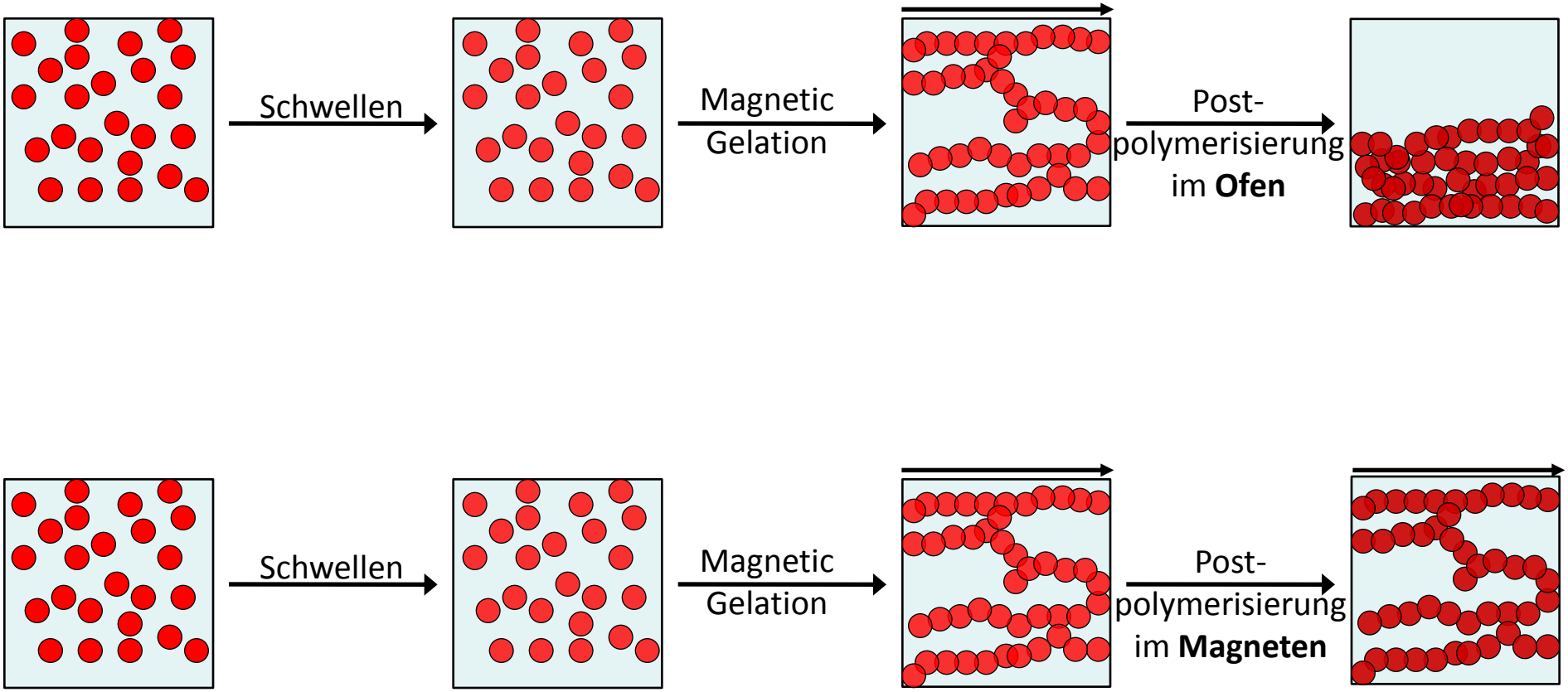
- 20% Magnetit
- 150 nm Durchmesser



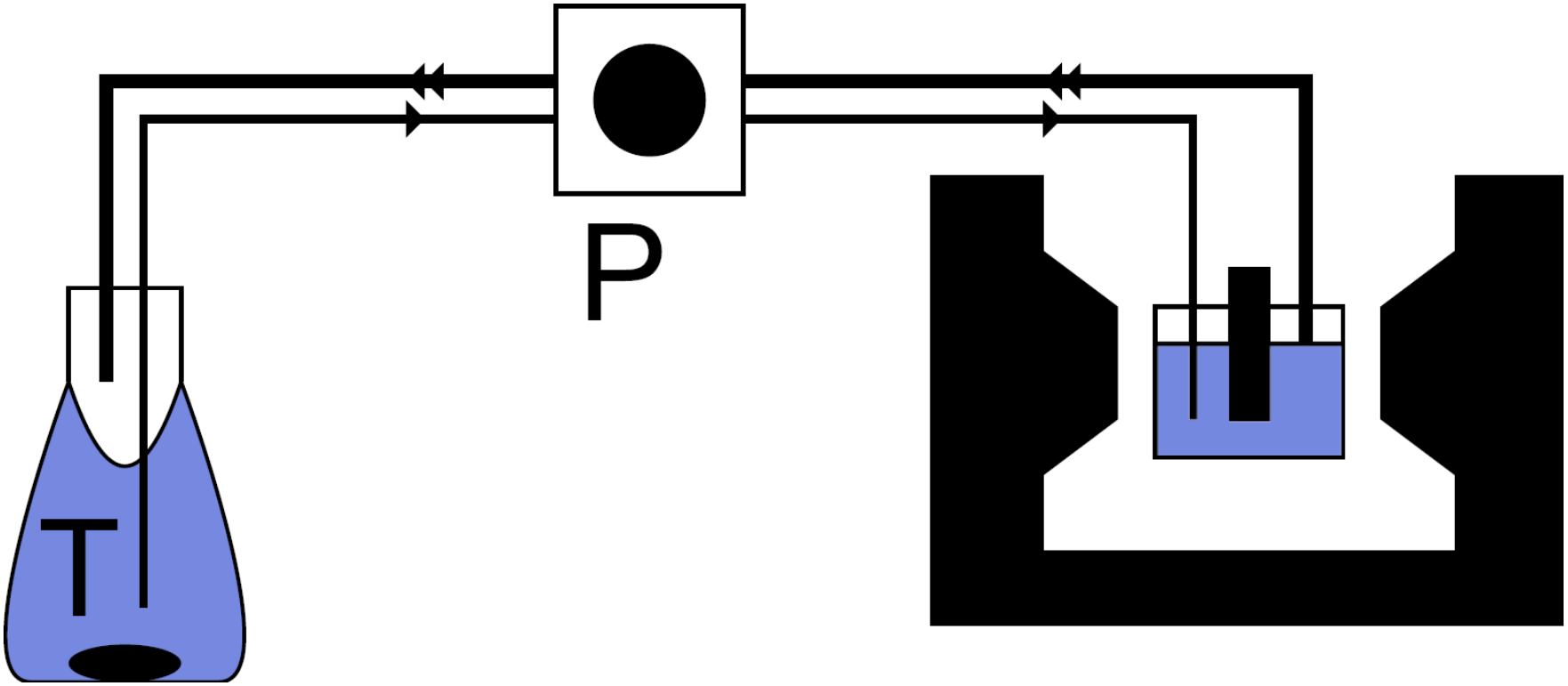
Gelierung der verbesserten Latexe



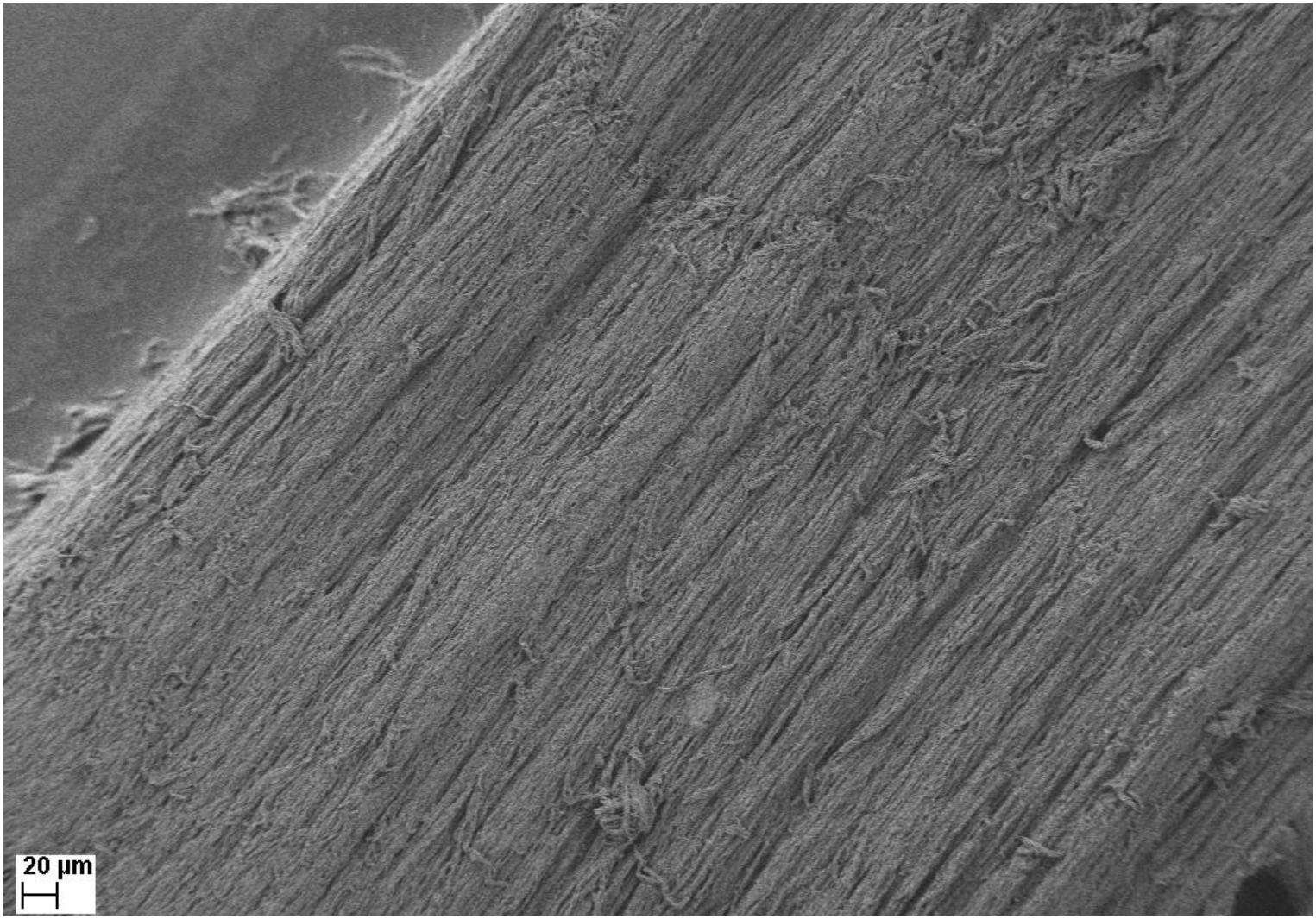
Magnetic Gelation



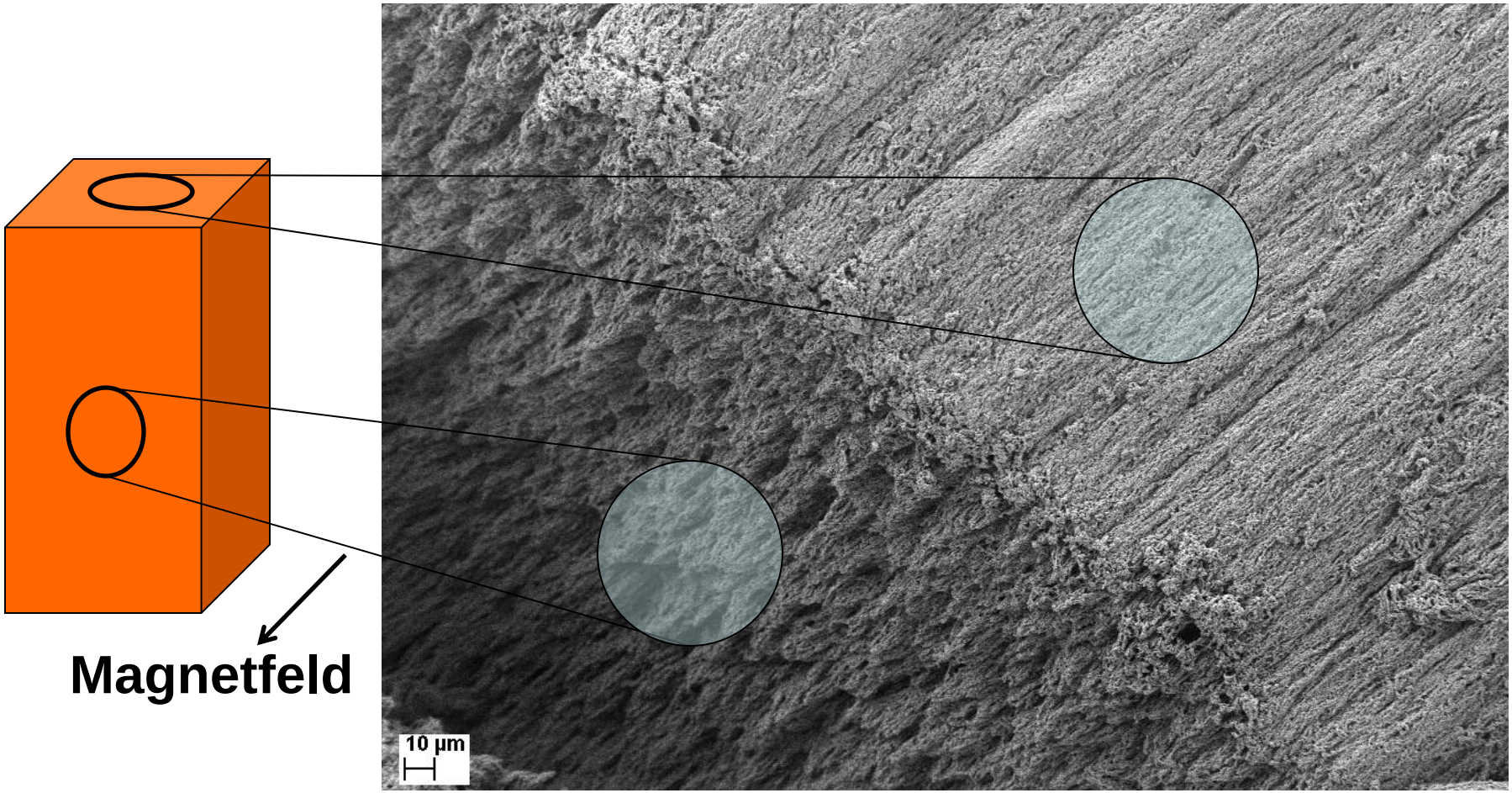
Verbesserte Nachbehandlung der Gele



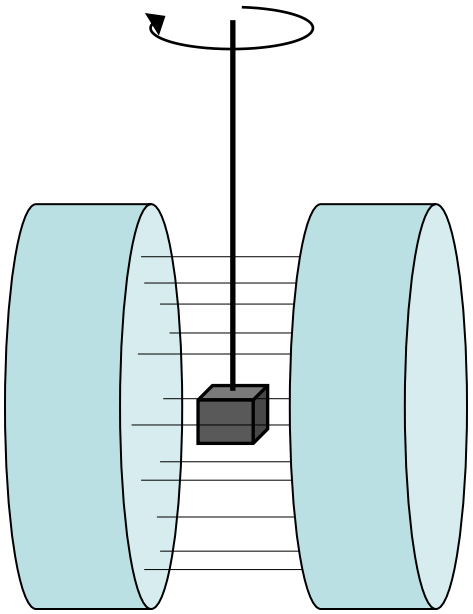
SEM eines Gels basierend auf hohem Magnetitgehalt-Latex



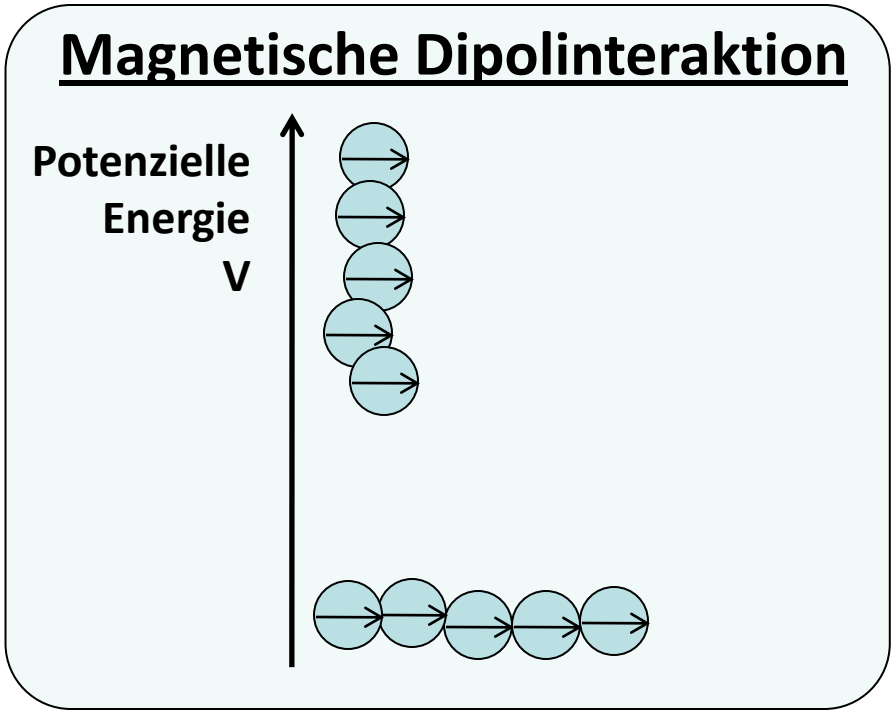
SEM eines Gels basierend auf hohem Magnetitgehalt-Latex



Drehmomentmagnetometrie

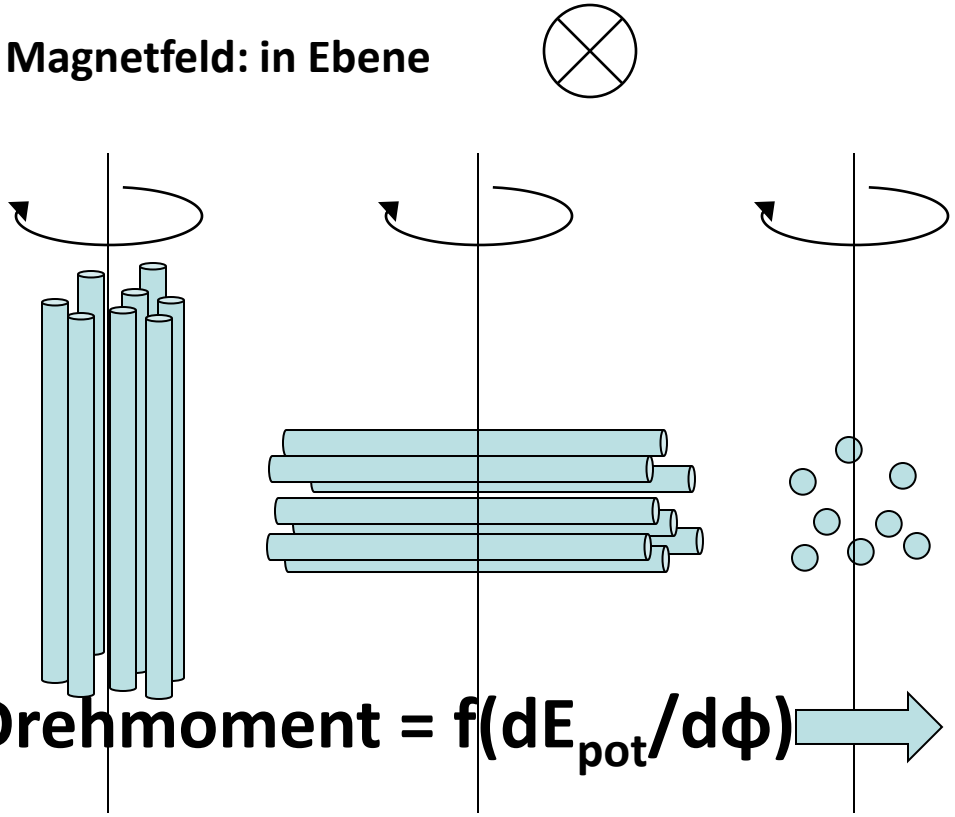


Magnetisierung drückt Probenhalter in günstigere Position
→ Kraft ausgeübt



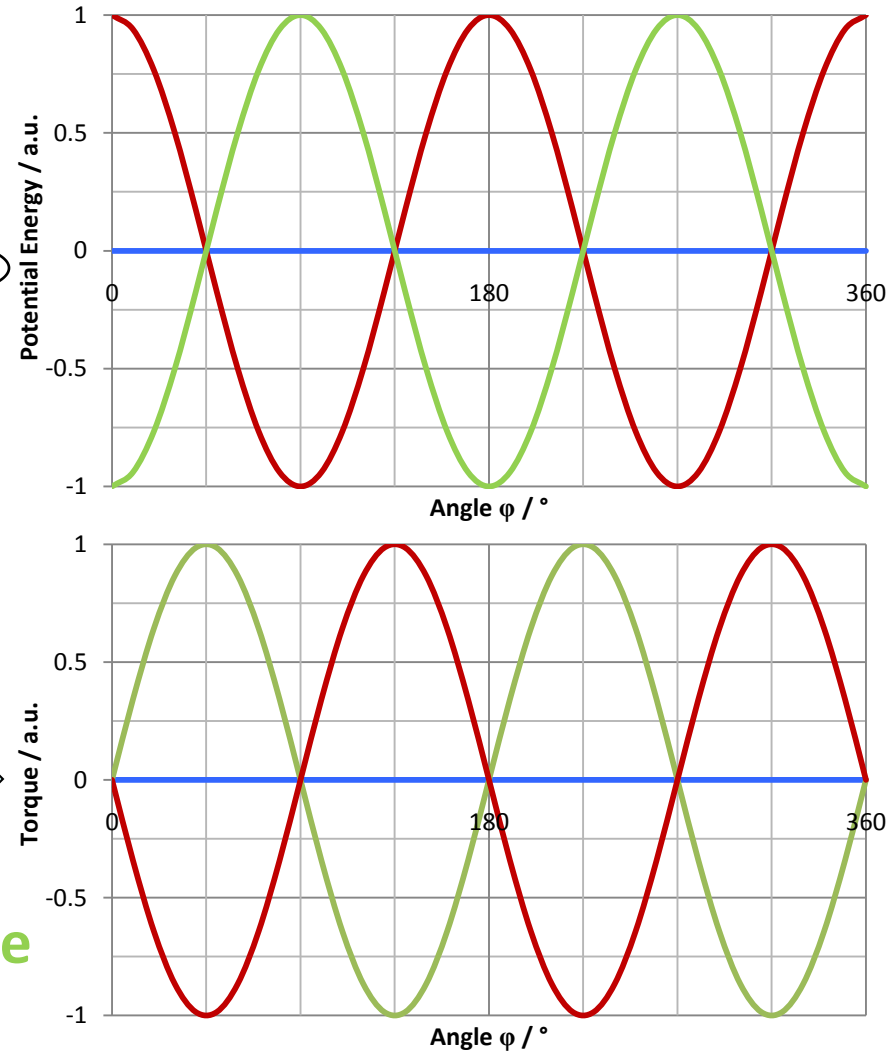
Drehmomentmagnetometrie – Theorie

Magnetfeld: in Ebene

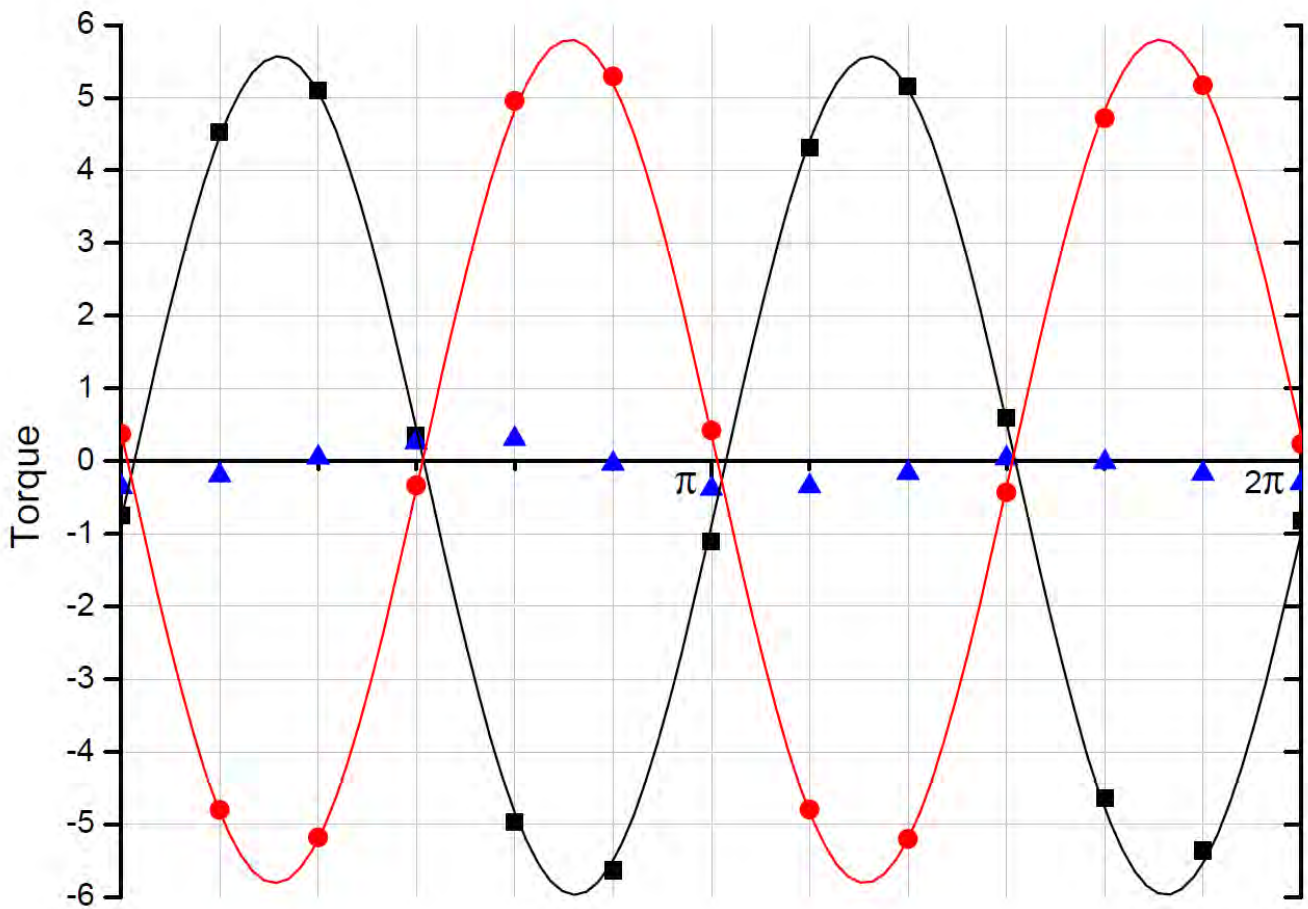


Drehmoment = f(dE$_{pot}$/dϕ)

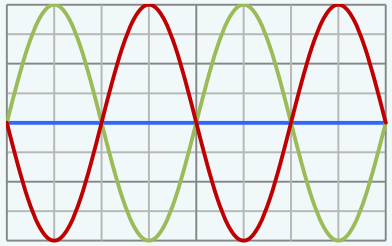
z-Achse x-Achse y-Achse



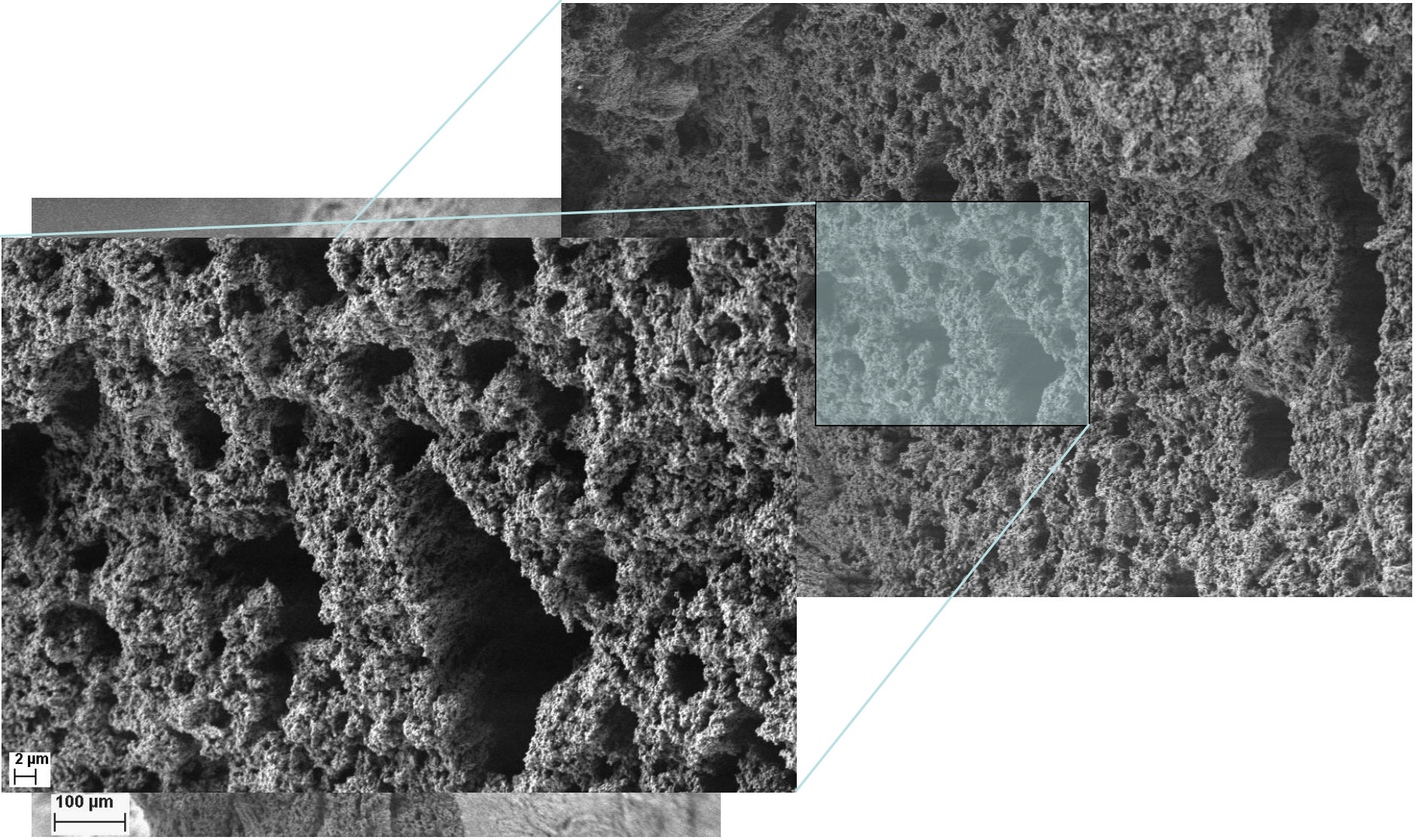
Drehmomentmagnetometrie des Gels mit hohem Magnetitgehalt



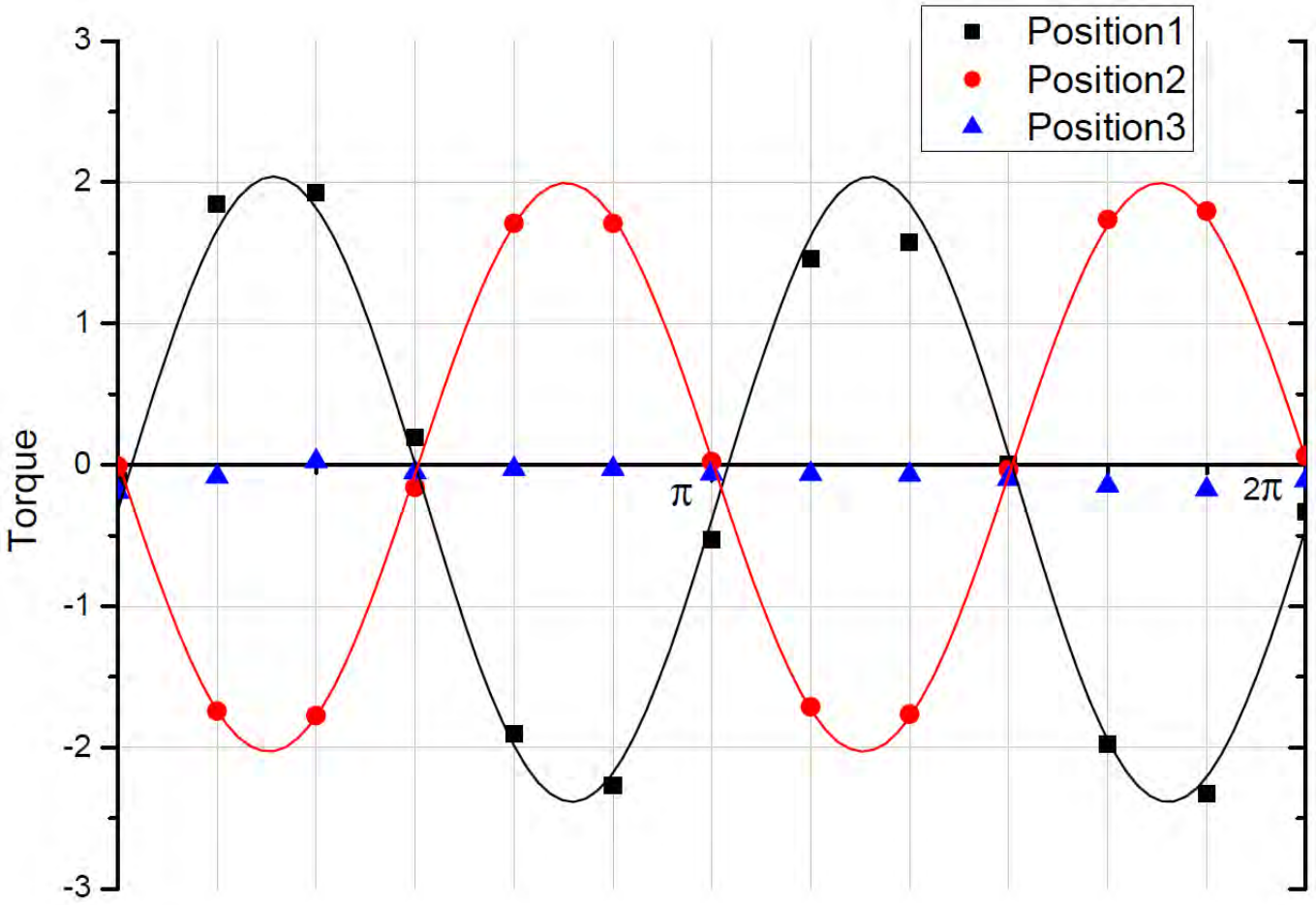
Erinnerung aus Theorie



SEM des Gels basierend auf grossen Partikeln



Drehmomentmagnetometrie des Gels basierend auf grossen Partikeln



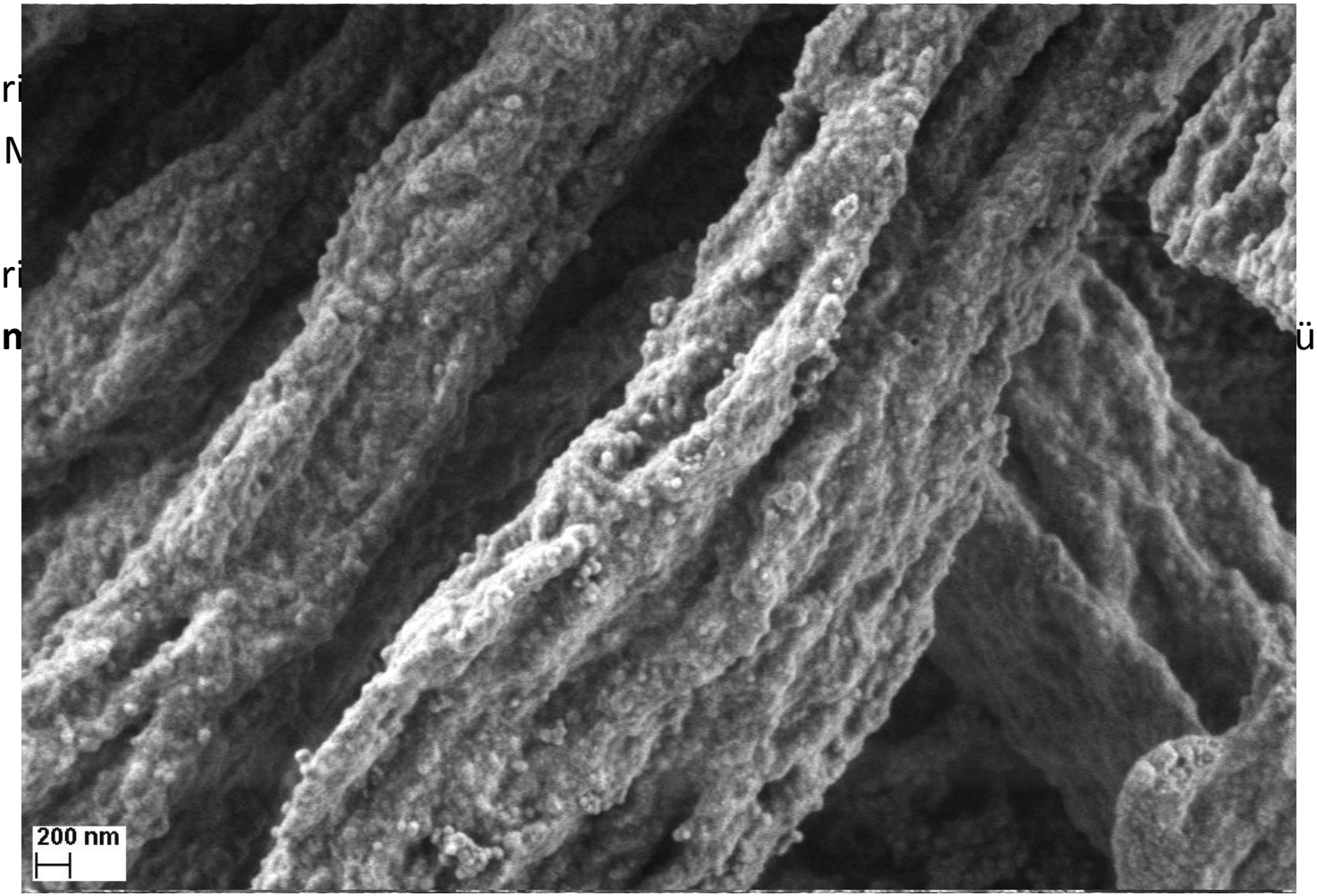
Magnetic Gelation

- ✓ Anisotropes Gel aus Latex mit hohem Magnetitgehalt
- ✓ Anisotropes Gel aus Latex mit grossen Partikeln

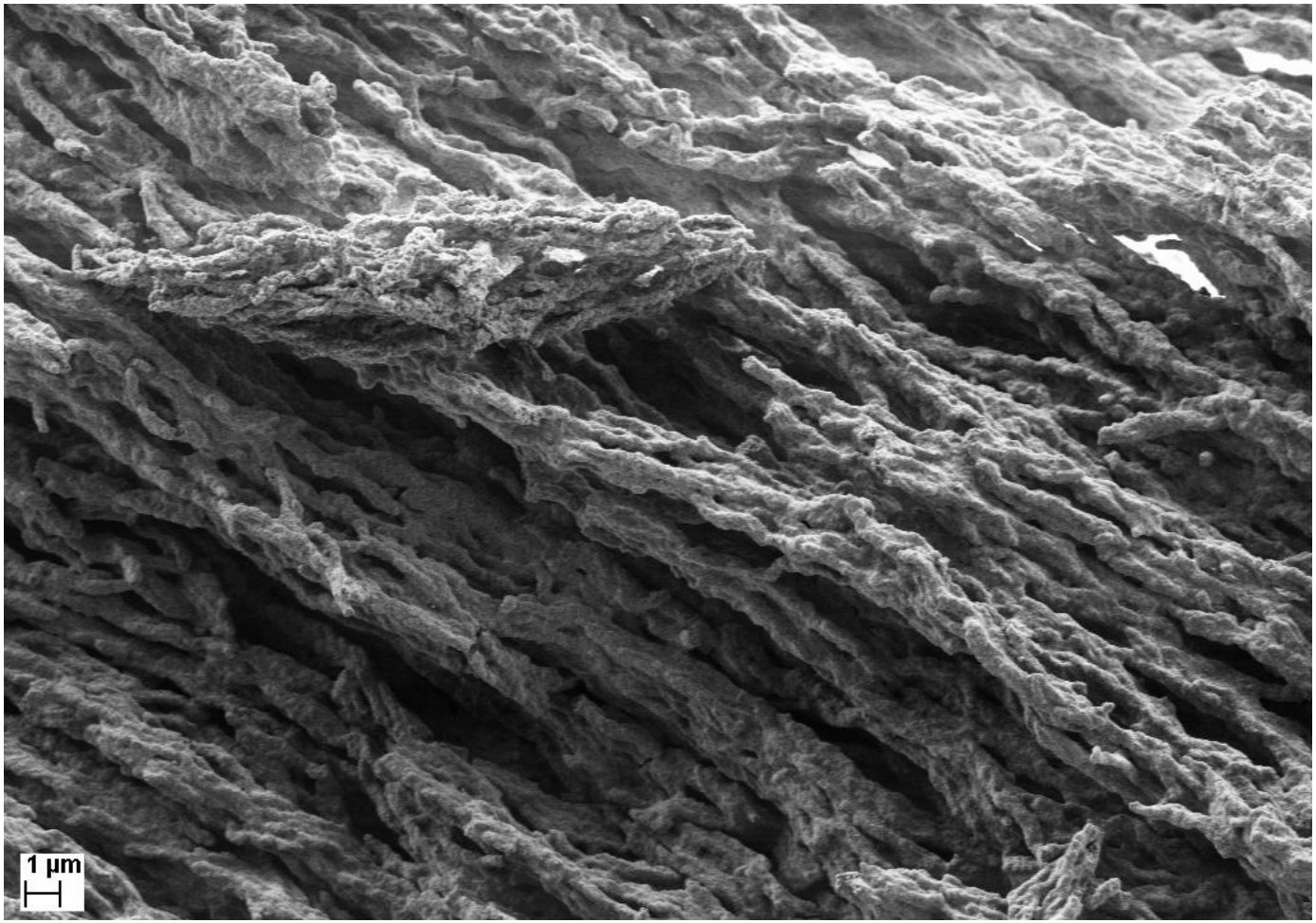
Ein neues Latex mit niedrigem Schmelzpunkt

- Niedri
- 50% M

➢ Niedri
➢ **Zusan** üssig

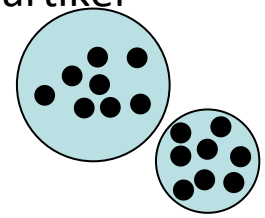


Grosse Mengen Monomer beim Schwellen

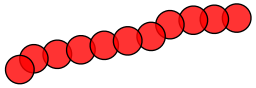


Zusammenfassung

- ✓ Erhöhte magnetische Reaktion der Partikel
  - durch grösseren Durchmesser
  - durch höheren Magnetitgehalt

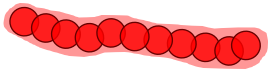


- ✓ Zwei Arten anisotroper Monolithen:
  - Ketten aus Polymerperlen



  - Glatte Fasern
    - durch Schmelzen der Partikel

    - durch die Verwendung grosser Mengen Monomer als Füllung der Partikelzwischenräume



Ausblick

- Einfluss der Magnetfeldstärke während Magnetic Gelation
- Schwellen des Latex mit Monomermischung mit hohem DVB-Gehalt (übligerweise nur 5%)
- Untersuchung von Möglichkeiten zur Kontrolle der Porengrösse und der Porengrössenverteilung

Danksagungen

- Dr. Frank Krumeich für SEM-Aufnahmen
- Prof. Dr. Ann Hirt & Hanspeter Hächler für Drehmomentmagnetometriemessungen

Vielen Dank!