

Ferrofluide

Annabelle Weinmüller, SS 12

Gliederung

1	Aufbau	1
2	Magnetische Eigenschaften	2
3	Anwendung	3
3.1	Visualisierung	3
3.2	Lautsprecher	3
3.3	Medizin	3

Einstieg: Das Video zeigt das Verhalten von Ferrofluiden im magnetischen Feld.

Ferrofluid-Eigenschaft

Dabei soll festgestellt werden, dass diese Flüssigkeit dynamisch ist und Strukturen bildet, wie man es sonst von keiner Flüssigkeit kenne. Wenn man z. B. Wasser in eine bestimmte Struktur formen will, ist das nicht möglich (außer man besitzt ein Gefäß von dieser Form). Die Ferrofluide hier bilden Formen wie von selbst und können verschiedene Gestalten annehmen.

Ziel: Problemorientiertes Vorgehen, um sich die Ferrofluide zu erschließen.

1 Aufbau

Ein Ferrofluid ist eine kolloidale Suspension aus magnetischen Partikeln und einer Träger-Flüssigkeit.

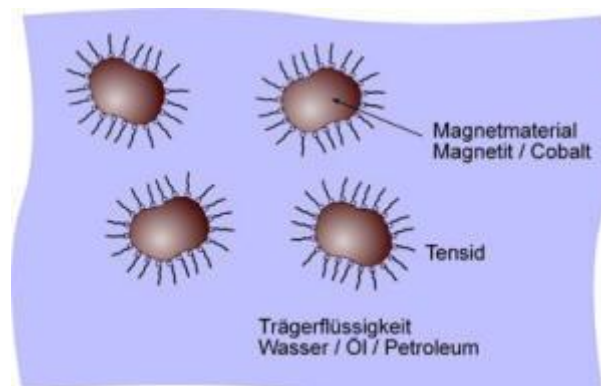


Abb. 1: Aufbau eines Ferrofluids [2]

Ferrofluide bestehen aus **magnetischen Nano-Partikeln**.

Diese haben einen mittleren Durchmesser $d = 2 - 20$ nm und eine annähernd sphärische Form. Meistens bestehen sie aus Magnetit (Fe_3O_4) oder auch Cobalt- und Nickel-Verbindungen.

Die magnetischen Teilchen werden beschichtet mit Tensiden (z. B. Ölsäure). Das hat zur Folge, dass sie langkettigen Tenside Abstand halten (sterische Hinderung) und die Teilchen nicht verklumpen.

Das Verhältnis ist 5% Volumen-Anteil an magnetischen Nano-Partikeln

Träger-Flüssigkeiten sind z. B. Kohlenwasserstoffe (Oktan, Petroleum, Öle) oder auch Wasser.

2 Magnetische Eigenschaften

In Video [1] wird das Verhalten des Ferrofluids gezeigt, wenn ein Magnet-Feld angelegt wird. Ohne Magnet-Feld verhält sich das Ferrofluid wie jede andere Flüssigkeit. Doch beim Anlegen eines Magnet-Felds ist das Ferrofluid bestrebt seine Gestalt dem Feld anzupassen da es sehr stark magnetisierbar ist.

Superparamagnetismus:

Wegen der geringen Größe der Magnet-Teilchen kommt es zu keiner Ausbildung Weiß'scher Bezirke. Jedes Partikel stellt seine eigene magnetische Domäne dar. Beim Anlegen eines Feldes richtet sich jedes Partikel im Feld aus. Dadurch reagieren Ferrofluide sehr viel stärker als alle anderen Flüssigkeiten auf Magnet-Felder.

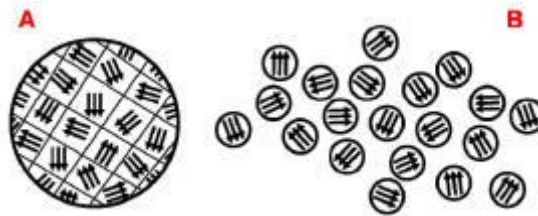


Abb. 2: Ferromagnetismus (A) und Superparamagnetismus (B) [3]

In Abbildung A werden magnetische Domänen in ferromagnetischen Nano-Partikeln dargestellt. In Abbildung B werden magnetische Domänen in superparamagnetischen Nano-Partikeln betrachtet.

Die (Rosensweig-)Instabilität führt dazu, dass die flache Oberfläche nicht mehr stabil ist und sich strukturiert. Der dynamische Prozess führt dann irgendwann zu einem Gleichgewicht und es erscheint der typische „Igel“ (Rosensweig-Stacheln).



Abb. 3: „Igel“ [4].

Es ist ein Gleichgewicht aus:

- Gravitation
- magnetischer Kraft
- Oberflächen-Spannung

3 Anwendung

3.1 Visualisierung

Da sich die Nano-Partikel nach einem Magnet-Feld ausrichten und stabilisieren können, ist es möglich auf magnetischen Medien gespeicherte Information zu visualisieren, z. B. die Daten auf einer Kredit-Karte.

3.2 Lautsprecher

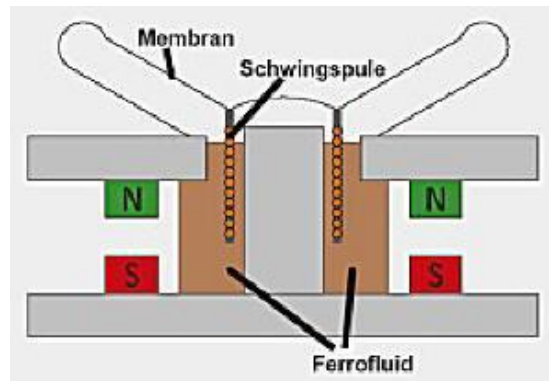


Abb. 4: Lautsprecher [5].

Im Ferrofluid befindet sich die Schwing-Spule, welche eine Membrane entsprechend dem eingespeisten Strom in Bewegung setzt. Die freiwerdende Energie leitet der Ferrofluid an den Permanent-Magnet weiter. Hier hat der Ferrofluid noch einen weiteren Vorteil: ungewollte Eigenschwingungen der Membran werden gedämpft.

3.3 Medizin

Wirk-Substanzen können mit Hilfe von Ferrofluid als Träger an eine gewünschte Stelle im Körper positioniert werden und anschließend durch Magnete wieder aus dem Blut-Kreislauf entfernt werden. Bei der Krebs-Bekämpfung kann das Ferrofluid gezielt durch Injektion in die Krebs-Zelle eingebracht werden und dann durch Überhitzung zerstört werden.

Zusammenfassung:

- Ferrofluid ist eine Suspension aus magnetischen Partikeln und einer Träger-Flüssigkeit
- Beim Anlegen eines Magnet-Feldes ordnen sich die Nano-Magnete und es entsteht eine Struktur, welche ein Gleichgewicht zwischen Gravitation, magnetischer Kraft und Oberflächen-Spannung ist
- Ferrofluide können unter anderen Daten sichtbar machen, Lautsprecher kühlen und dämmen und sie werden auch in der Medizin eingesetzt.

Quellen:

1. <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/ferrofluid/ferrofluid.wmv>
2. <http://www.dr-nethe.de/forschung/ferrofluide/aufbau-1.jpg>; 04.06.12
3. <http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/08/09H024/t3.pdf>; 04.06.12
4. <http://www.dansdata.com/images/magnets/bigspikes440.jpg>; 10.06.12
5. http://www.nanoscience.de/group_r/ausstellung/anwendungen/exponate/images/lautsprecher.jpg; 12.06.12
6. <http://www.uni-saarland.de/fak7/hartmann/cfn/Dokumente/Manuals/Ferrofluide.pdf>; 26.06.12