

}essentials{

Klaus Stierstadt

# Ferrofluide im Überblick

Eigenschaften, Herstellung und  
Anwendung von magnetischen  
Flüssigkeiten



Springer Spektrum

---

**essentials**

*essentials* liefern aktuelles Wissen in konzentrierter Form. Die Essenz dessen, worauf es als „State-of-the-Art“ in der gegenwärtigen Fachdiskussion oder in der Praxis ankommt. *essentials* informieren schnell, unkompliziert und verständlich

- als Einführung in ein aktuelles Thema aus Ihrem Fachgebiet
- als Einstieg in ein für Sie noch unbekanntes Themenfeld
- als Einblick, um zum Thema mitreden zu können

Die Bücher in elektronischer und gedruckter Form bringen das Expertenwissen von Springer-Fachautoren kompakt zur Darstellung. Sie sind besonders für die Nutzung als eBook auf Tablet-PCs, eBook-Readern und Smartphones geeignet. *essentials*: Wissensbausteine aus den Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften, aus Technik und Naturwissenschaften sowie aus Medizin, Psychologie und Gesundheitsberufen. Von renommierten Autoren aller Springer-Verlagsmarken.

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/13088>

---

Klaus Stierstadt

# Ferrofluide im Überblick

Eigenschaften, Herstellung und  
Anwendung von magnetischen  
Flüssigkeiten



**Springer** Spektrum

Klaus Stierstadt  
Universität München, München, Deutschland

ISSN 2197-6708  
essentials

ISSN 2197-6716 (electronic)

ISBN 978-3-658-32707-1

ISBN 978-3-658-32708-8 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-32708-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung der Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geographische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Margit Maly

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

---

## Was Sie in diesem *essential* finden können

- Sie erhalten einen Überblick über die Struktur und die Eigenschaften magnetischer Flüssigkeiten.
- Sie lernen, wie man solche Flüssigkeiten herstellt und wie man sie mit Magnetfeldern bewegen kann.
- Sie erfahren, welche technischen Möglichkeiten in diesen Substanzen stecken, und Sie lernen eine Reihe von Geräten und Vorrichtungen kennen, die damit arbeiten.
- Sie bekommen einen Überblick über die medizinischen Verwendungsmöglichkeiten magnetischer Flüssigkeiten zur Krebsbekämpfung und in der Medizintechnik.

---

## Vorwort

Die magnetische Kraft hat uns Menschen schon seit einigen tausend Jahren fasziniert. Sie ist eine Eigenschaft aller Materie, aber sie ist nur bei wenigen Stoffen so stark, dass sie im Alltag merkbar wird. Das sind Eisen, Nickel, einige andere Metalle und deren Verbindungen. Als eine große Überraschung kam daher vor 50 Jahren die Erfindung magnetischer Flüssigkeiten auf der Basis von Wasser, Ölen, Estern usw. Als Physiker und Ingenieur ist man natürlich besonders interessiert an solchen Substanzen mit neuartigen Eigenschaften.

Um 1970 bekam ich von einem Kollegen aus den USA ein kleines Fläschchen mit einer rabenschwarzen Flüssigkeit geschenkt, die sich mit einem normalen Dauermagneten bewegen ließ. Dieses Fläschchen stand etwa zehn Jahre auf meinem Schreibtisch. Und alle paar Tage berührte ich es mit dem Magneten und freute mich an den bizarren Mustern, welche die Flüssigkeit dabei bildete. Um 1980 kam mir dann die Idee, damit etwas ganz Neues zu machen, was mit normalen Flüssigkeiten nicht möglich war, zum Beispiel Konvektion im schwerelosen Zustand.

Aber ich war nicht der Einzige, der mit solchen Fläschchen gespielt hat. Viele Kollegen auf der ganzen Welt hatten Ideen, was man mit einem flüssigen magnetischen Stoff alles machen könnte. Und bald kamen auch die ersten Produkte auf den Markt, in denen technische Probleme mit magnetischen Flüssigkeiten gelöst wurden. Das waren Lautsprecher mit erheblich verbesserter Klangqualität oder vakuumdichte Drehdurchführungen für Aufdampfanlagen und Satelliten, ferner Bremsen und Kupplungen auf der Basis magnetischer Flüssigkeiten. Im Lauf der letzten Jahrzehnte wuchs dann die Zahl der möglichen Anwendungen solcher Substanzen in der Technik und in der Medizin rapide an. Heute findet alle drei Jahre eine Internationale Konferenz (ICMF) über magnetische Flüssigkeiten statt, die