

1 Das magnetostatische Feld

Student Group

First Name	Surname	Matrikel Nr.

Table of Contents

- 1. Das magnetostatische Feld** 2
 - 1.1 Magnetische Erscheinungen** 2
 - Ziele 2
 - Effekte von Permanentmagneten 2
 - Vergleich von Elektrostatik und Magnetostatik 4
 - Aufgaben 6
 - 1.2 Das Ampere'sche Kraftgesetz, magnetische Flussdichte** 7
 - Ziele 7
 - 1.3 Lorentzkraft** 8
 - Ziele 8
 - Video 8
 - 1.4 Magnetische Feldstärke** 8
 - Ziele 8
 - 1.5 Materie im magnetischen Feld** 9
 - Ziele 9

1. Das magnetostatische Feld

1.1 Magnetische Erscheinungen

Ziele

Nach dieser Lektion sollten Sie:

1. wissen, dass zwischen Magnetpolen Kräfte wirken und die Richtung der Kräfte kennen.
2. wissen, dass sich um einen stromdurchflossenen Leiter ein magnetisches Feld bildet.
3. die Feldlinien des magnetischen Feldes skizzieren können. Dabei wissen Sie welche Richtung das Feld hat und wo das Feld am dichtesten ist.

Effekte von Permanentmagneten

Fig. 1: Erste Näherung an den Magnetismus



Erste Permanentmagnete aus dem Magneteisenstein (Fe_3O_4) wurden in Griechenland in der Region um Magnesia gefunden. Neben den Eisenmaterialien zeigen auch andere Elemente eine ähnliche "starke und dauerhafte magnetische Kraftwirkung", die nach dem Eisen auch Ferromagnetismus genannt wird: Auch Kobalt und Nickel, sowie viele deren Legierungen zeigen einen solchen Effekt. In Kapitel [1.5 Materie im magnetischen Feld](#) wird die Unterteilung der magnetischen Materialien detailliert beschrieben.

Hier soll nun die "magnetische Kraftwirkung" näher betrachtet werden. Dazu werden mit einem Magneteisenstein ein paar Gedankenexperimente durchgegangen [figure 1](#).

1. Aus dem Eisenerz soll nun zunächst ein handliches längliches Teil abgetrennt werden. Hat man Glück, so ist das gefundene Eisenerz bereits von sich aus magnetisch. Dieser Fall soll im Folgenden betrachtet werden. Das längliche Stück soll nun wiederum in zwei kleine Teile zertrennt werden.
2. Sobald die beiden Stücke von einander entfernt werden, so stellt man fest, dass die zwei Teile sich direkt an der Schnittfläche wieder anziehen.
3. Wird eines der beiden Teile gedreht (im Bild rechts das obere), so wirkt eine abstoßende Kraft auf die beiden Teile.

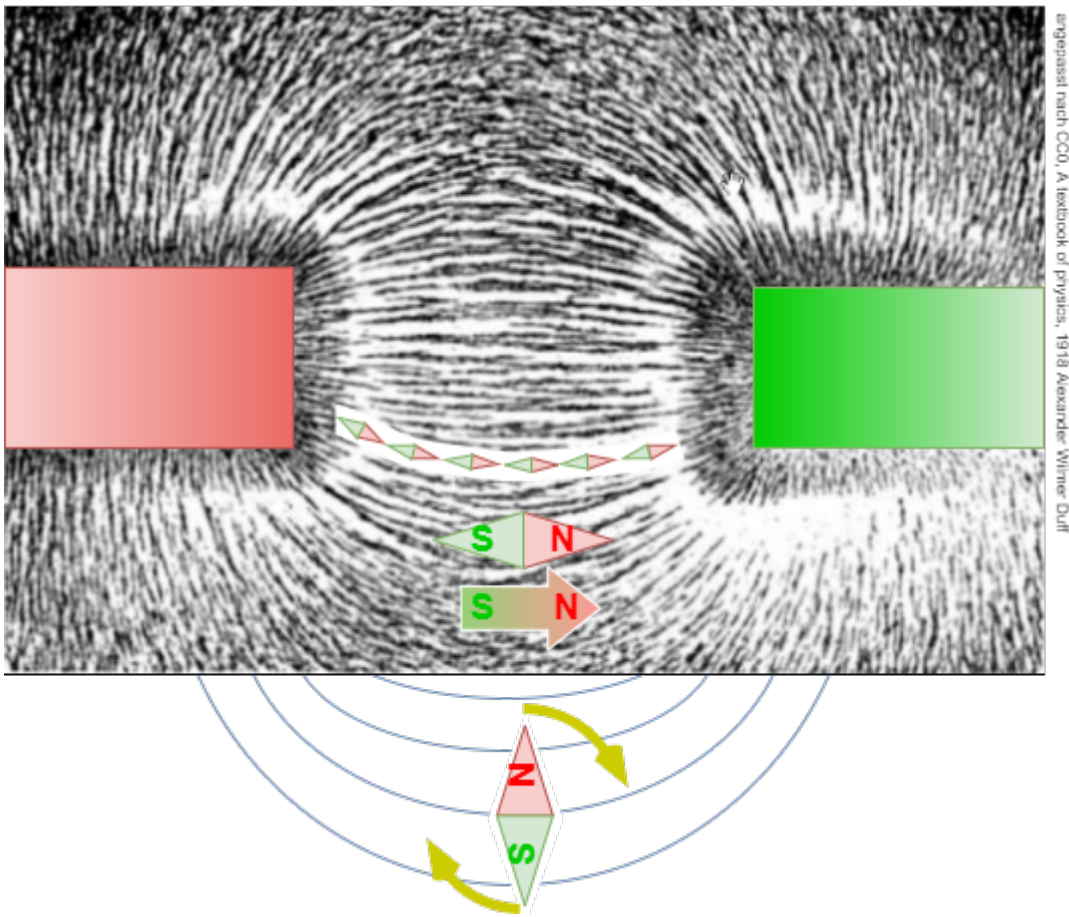
Es scheint also, als ob es eine gerichtete Kraft jeweils in der Umgebung der beiden Teile gibt. Wenn man etwas tiefer nachforscht wird man herausfinden, dass diese Kraft sich auf einem Teil der Außenfläche fokussiert.

Natürlich kennen Sie bereits Magnete und wissen auch, dass es Pole gibt. Das betrachtete Gedankenexperiment soll verdeutlichen, wie man bei einer unbekanntenen Erscheinung hätte vorgehen können. In weiteren Gedankenexperimenten können solche Magneteisensteine auch in andere Richtungen zerschnitten und die Kräfte analysiert werden .

Das Ergebnis hier ist:

1. Es existieren 2 Pole. Diese werden Nordpol und Südpol genannt. Der **N**ordpol wird **rot**, der **S**üdpol **grün** gefärbt.
2. Gleichnamige Pole stoßen sich ab. Ungleichnamige Pole ziehen sich an. Dies ähnelt dem elektrischen Feld (gegensätzliche Ladungen ziehen sich an).
3. Magnete erfahren also eine Kraft in der Umgebung anderer Magnete.
4. Ein Kompass ist ein kleiner drehend gelagerter "Probe" Magnet und kann damit die Wirkung eines Magnetes darstellen.
5. Die Namensgebung der Magnetpole geschah durch den Teil des Kompasses, welcher auf den geografischen Nordpol zeigt. Daher rührt, dass am geografischen Nordpol der magnetische Südpol zu finden ist.
6. Magnetpole sind nicht isolierbar. selbst der kleines Bruchteil eines Magneten zeigt entweder keinen Magnetismus, oder sowohl Nord- als auch Südpol.

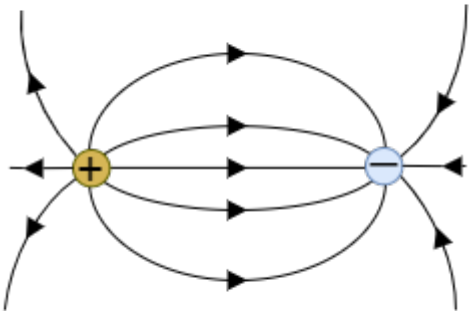

Fig. 2: Magnetfeld wird durch Eisenspäne sichtbar



engestrass nach COO, A textbook of physics, 1918 Alexander-Winner-Duff

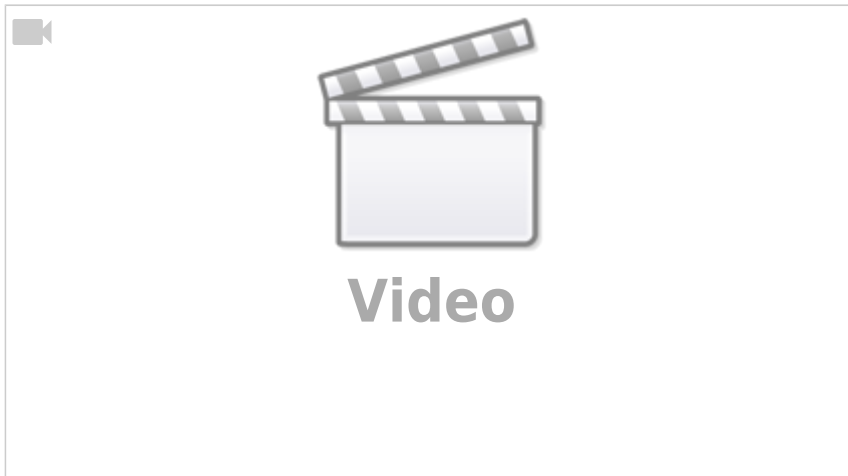
Ein interessanter Aspekt ist, dass selbst nicht magnetisierte, ferromagnetische Materialien im Magnetfeld eine Kraftwirkung erfahren. Ein nichtmagnetischer Nagel wird von einem Permanentmagneten angezogen. Dies geschieht sogar unabhängig vom Magnetpol. Hieraus lässt sich auch die Visualisierung über Eisenspäne (= kleine ferromagnetische Teile) erklären.

Vergleich von Elektrostatik und Magnetostatik

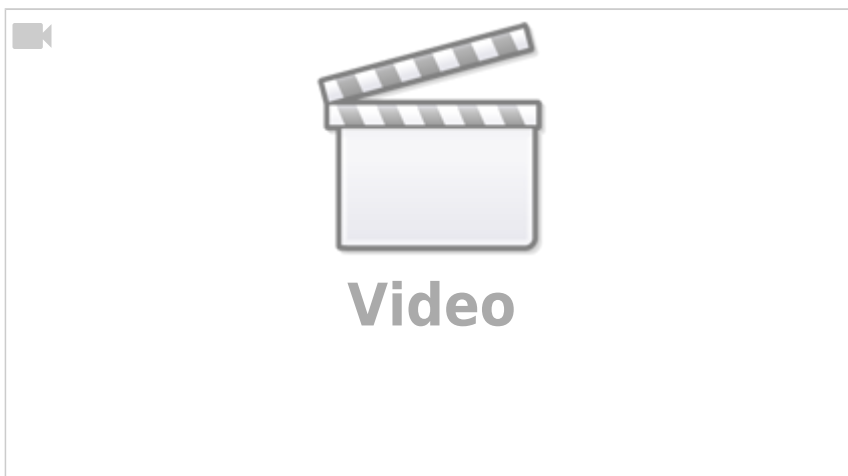
Eigenschaft	Elektrostatik	Magnetostatik
Feldlinienbilder	<p data-bbox="336 1458 778 1491">Fig. 4: Elektrostatische Feldlinien</p> 	<p data-bbox="903 1641 1369 1675">Fig. 5: Mangetostatische Feldlinien</p> 

Eigenschaft	Elektrostatik	Magnetostatik
Feldlinien	- beginnen auf einer positiven Ladung - enden auf einer negativen Ladung	- sind geschlossen \\- haben kein Anfang und kein Ende
Feldlinienenden	Es gibt Quellen und Senken	es gibt <u>keine</u> Quellen und Senken
Feldtyp	wirbelfreies Quellenfeld	quellenfreies Wirbelfeld

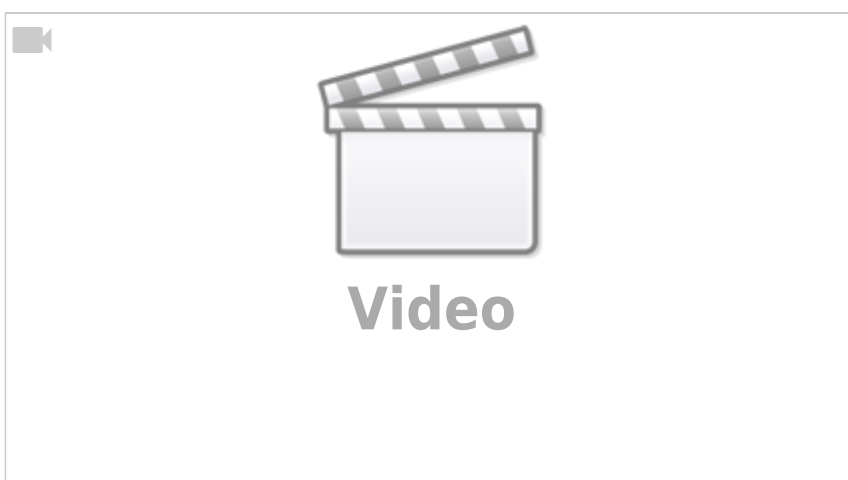
Einführung in magnetische Felder



Visualisierung magnetischer Felder



Überlagerung magnetischer Felder (nur bis 04:08)



Aufgaben

Aufgabe 1

1. Mit welcher Hand lässt sich aus Strömen die Magnetfeldrichtung herleiten?

[Tipp zu 1](#)

- Die rechte Hand
- Die linke Hand

Bei **StR**omfluss nutzt man welche Hand?

2. Wie sind bei der Herleitung aus 1. die Finger zuzuordnen?

[Tipp zu 2](#)

- Daumen für Stromrichtung, restliche Finger für Magnetfeldrichtung
- Daumen für Magnetfeldrichtung, restliche Finger für Stromrichtung
- beide Möglichkeiten sind richtig

- Stellen Sie sich eine Spule mit einer Wicklung bildlich vor, oder malen Sie es auf.
- Nun denken Sie sich ein erzeugtes Feld durch diese dazu. Welche Richtung muss der verursachende Strom haben? Passt dies zur Faustregel?
- Im Anschluss versuchen sie es andersherum: Wenn ein Strom gegeben ist, wo gehen dann die Feldlinien hinein und wo heraus? Welche Pole entstehen dort?

3. Zwei stromdurchflossene Leiter liegen parallel und nahe beieinander. Der Strom in beiden fließt in die gleiche Richtung. Welche Kraftwirkung ist zu sehen?

- keine
- Die Leiter ziehen sich an
- Die Leiter stoßen sich ab

4. Zwei stromdurchflossene Leiter liegen rechtwinklig aufeinander. Durch beide fließt Strom. Welche Kraftwirkung ist zu sehen?

[Tipp zu 3](#)

- keine
- Die Leiter ziehen sich an
- Die Leiter stoßen sich ab

Siehe 3. Video

- Stellen Sie sich die beiden Drähte bildlich vor, oder malen Sie es auf.
- In welche Richtung würde das äußere Feld jeweils laufen?
- Das Feld ist ein lineares Vektorfeld. Aus mehreren Einzelfeldern kann also durch Addition das Gesamtfeld erzeugt werden. Wird die Addition des Feldes dazwischen größer, oder kleiner?

5. Wie verläuft das Magnetfeld im Inneren der Erde bzw. eines Permanentmagneten?

- vom magnetischen Nordpol zum Südpol
- vom magnetischen Südpol zum Nordpol
- das Innere ist feldfrei

6. An welchem Ort einer stromdurchflossenen Spule sind die Feldlinien am dichtesten?

[Tipp zu 4](#)

- am magnetischen Nordpol
- am magnetischen Südpol
- im Inneren der Spule
- an beiden Polen

- Stellen Sie sich zunächst nochmal die parallelen Drähte vor. Was passiert bei gleich und was bei entgegen gerichteten Stromfluss? Sind die entstehenden Kräfte betragsmäßig gleich?
- Die Stromrichtungsumkehr kann man nun auch statt durch ändern des Stroms durch

Check Answers

You Scored % - /

- Drehen des Drahtes erzeugen - gerade so, dass beim Drehen zwischenzeitlich die Drähte senkrecht aufeinander liegen.
- Wenn nun bei parallelen Drähten und unterschiedlicher Stromrichtung die betragsmäßig gleiche Kraft entsteht. so ist dies auch bei jedem Winkel dazwischen (Ausführlich über Integration der Kraft über einzelne Drahtstücke).
 - Dann muss es aber einen Punkt geben bei der die Kraft 0 wird.

Tipp zu 5

- Die magnetischen Feldlinien müssen geschlossen sein.
- Vergleichen Sie den Feldverlauf zwischen Spule und Permanentmagnet.

Tipp zu 6

- Im Video 1 ist der Verlauf außerhalb und innerhalb der Spule zu sehen.

1.2 Das Ampere'sche Kraftgesetz, magnetische Flussdichte

Ziele

Nach dieser Lektion sollten Sie:

1. das Kraftgesetz für stromdurchflossene Leiter kennen.
2. die Richtung der Kräfte anhand gegebener Stromrichtungen und gegebenenfalls Flussdichte bestimmen können.
3. die wirkenden Kraftvektoren in einer Skizze darstellen können.
4. in der Lage sein, einen Kraftvektor durch Überlagerung mehrerer Kraftvektoren mit Hilfe der Vektorrechnung zu bestimmen
5. in der Lage sein, für einen Kraftvektor folgende Größen anzugeben:
 1. Kraftvektor in Koordinatendarstellung
 2. Betrag des Kraftvektors
 3. Winkel des Kraftvektors

Bitte sehen Sie sich auf der Seite des [KIT-Brückenkurs >> 3.2.2 Magnetisches Feld](#) die Inhalte (Text, Videos, Übungen) an. Achten Sie darauf, dass in der Auswahlleiste oben "Gesamt" ausgewählt wurde. Der letzte Teil zu "Magnetfeld mit Materie" kann übersprungen werden - dieser kommt erst in 2-3 Terminen.

1.3 Lorentzkraft

Ziele

Nach dieser Lektion sollten Sie:

1. in der Lage sein, bei Vorgabe mehrerer stromdurchflossener Leiter die Vektoren der magnetischen Flussdichte in einer Skizze darzustellen.
2. durch Überlagerung mehrerer Vektoren mit Hilfe der Vektorrechnung den resultierenden Vektor der magnetischen Flussdichte bestimmen können.
3. durch Anwendung des Kraftgesetzes für stromdurchflossene Leiter im magnetischen Feld die Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter in einem magnetostatischen Feld bestimmen können:
 1. Kraftvektor in Koordinatendarstellung
 2. Betrag des Kraftvektors
 3. Winkel des Kraftvektors

Video

Bitte sehen Sie sich auf der Seite des [KIT-Brückenkurs >> 3.2.3 Lorentz-Kraft](#) die Inhalte (Text, Videos, Übungen) an. Achten Sie darauf, dass in der Auswahlleiste oben "Gesamt" ausgewählt wurde. Der letzte Teil zu "Magnetfeld mit Materie" kann übersprungen werden.

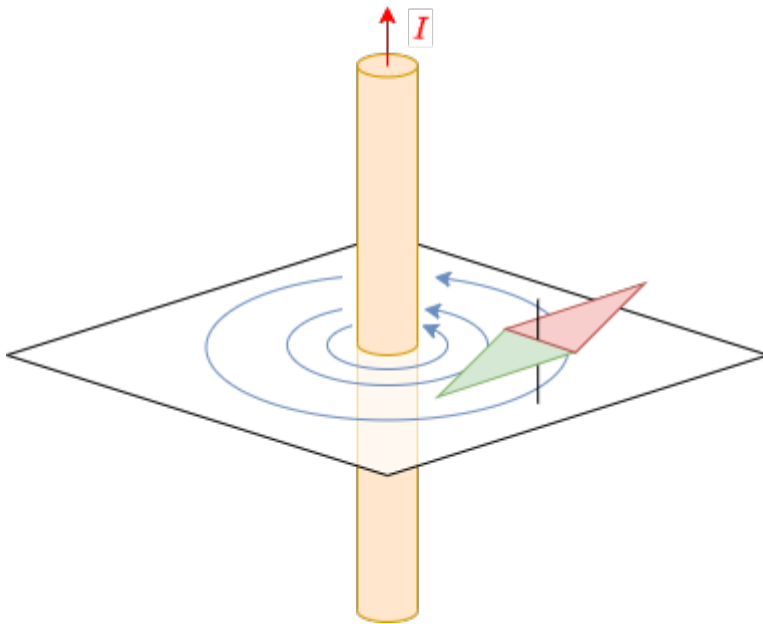
1.4 Magnetische Feldstärke

1. Erregerfeld

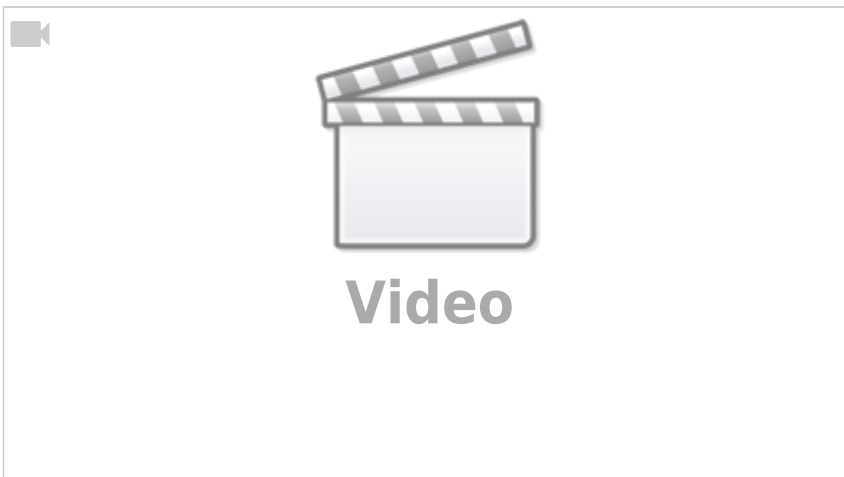
Ziele

Nach dieser Lektion sollten Sie:

1. die beiden feldbeschreibenden Größen des magnetischen Feldes kennen.
2. in der Lage sein, den Zusammenhang dieser beiden Größen zu beschreiben und anzuwenden.



(Elektret)



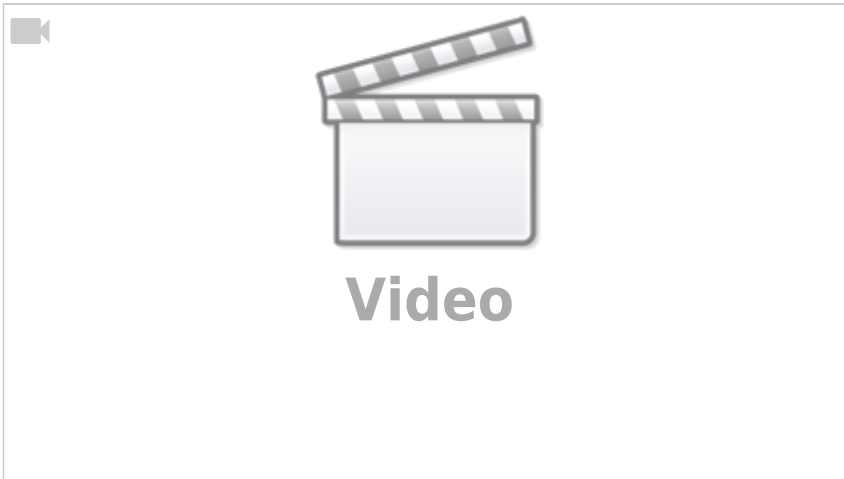
1.5 Materie im magnetischen Feld

Ziele

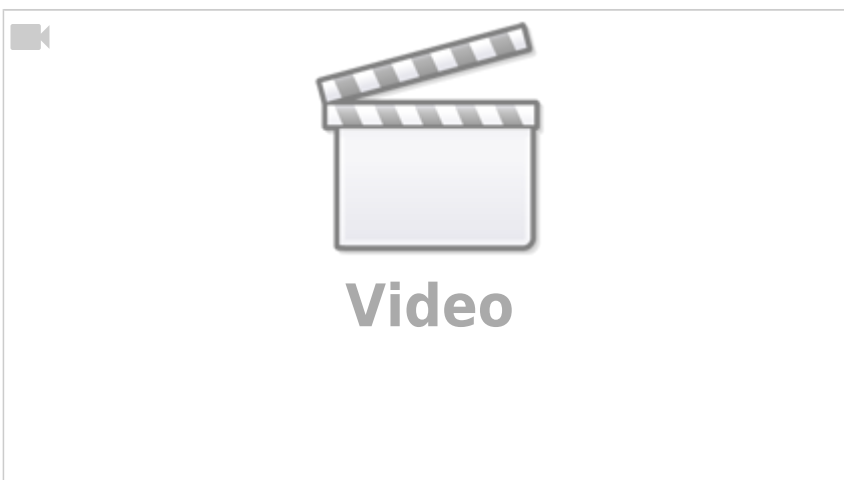
Nach dieser Lektion sollten Sie:

1. die beiden feldbeschreibenden Größen des magnetostatischen Feldes kennen.
2. in der Lage sein, den Zusammenhang dieser beiden Größen über das Materialgesetz zu beschreiben und anzuwenden.
3. die Einteilung der magnetischen Werkstoffe kennen.
4. in der Lage sein, aus einer Magnetisierungskennlinie die relevanten Daten abzulesen

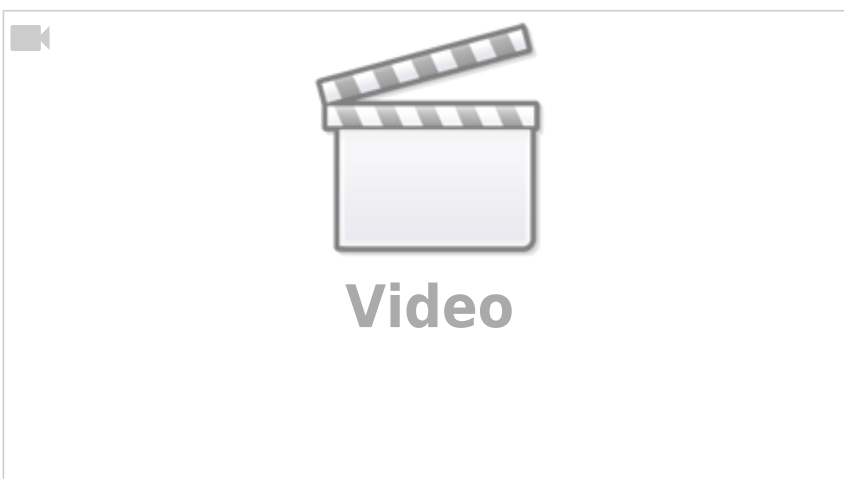
Kraftwirkung auf dia- und paramagnetische Stoffe im Magnetfeld



Ein lebendiger Frosch ("Diamagnet") schwebt in einem sehr starken Magnetfeld



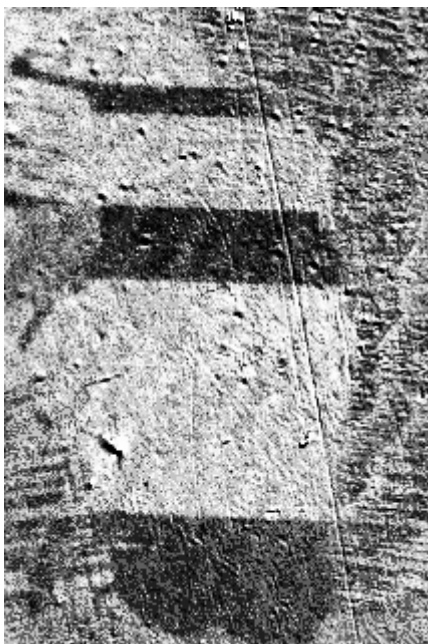
Erklärung der Hysteresekurve



Schöne Darstellung von Magnetisierung und Entmagnetisierung von weichmagnetischen Material



Wandernde magnetische Domänen in einem ferromagnetischen Material (von Zureks@en.wikipedia.org unter [CC-BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/))



From:
<https://mexle.te.hs-heilbronn.de/> - **MEXLE Wiki**

Permanent link:
https://mexle.te.hs-heilbronn.de/elektrotechnik_2/das_magnetostatische_feld?rev=1614816291

Last update: **2021/05/09 09:58**

