Magnetics 4 Freaks: Alles rund um den Elektromagnetismus SS 2026
146‘te Veranstaltung

Bitte

Danke!

Willkommen an der Reinhold-Würth-Hochschule in Künzelsau

Die Kolloquiumsreihe von Institut und Industrie

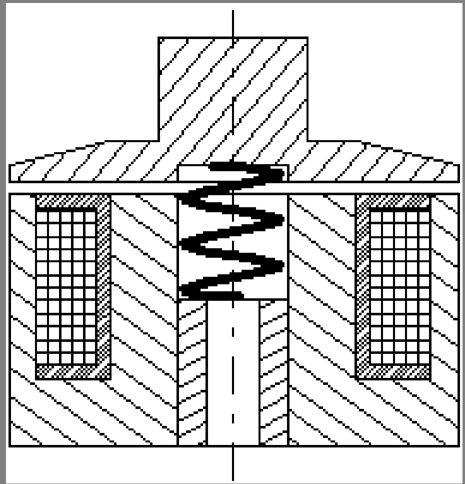


Foto: Wilhelm Feucht

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Institut für schnelle mechatronische Systeme (ISM)
Institut für Digitalisierung und elektrische Antriebe (IDA)

Programm Sommersemester 2025/26:

Mittwoch, 6. Mai 2026
16.30 bis 18.00 Uhr

Mathematische Grundlagen, Maxwellgleichungen, magnetisches und unmagnetisches. Geklärt wird zudem die Frage:
„Was haben ein Festtagsbraten und ein Elektromagnet gemeinsam?“

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Hochschule Heilbronn, Campus Künzelsau, Reinhold-Würth-Hochschule

Schwerpunktgebiet in der Theorie der elektromagnetischen Felder und der elektromagneto-mechanischen Wandler im Masterschwerpunkt Elektromagnetische Systeme (EMS).

Mittwoch, 27. Mai 2026
16.30 bis 18.00 Uhr

Grundlagen Ferritmaterialien für passive Bauteile

Dipl.-Ing. Steffen Schulze
Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Als Applikationsingenieur berät er Hardware-Entwickler bei der Auswahl von passiven Bauteilen und zu EMV-Thematiken.

Mittwoch, 17. Juni 2026
16.30 bis 18.00 Uhr

Grundlagen von Induktivitäten und deren Messtechnik

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Hochschule Heilbronn, Campus Künzelsau, Reinhold-Würth-Hochschule

Schwerpunktgebiet in der Theorie der elektromagnetischen Felder und der elektromagneto-mechanischen Wandler im Masterschwerpunkt Elektromagnetische Systeme (EMS).

Mittwoch, 1. Juli 2026
16.30 bis 18.00 Uhr

Wicklungsauslegung und Wicklungsqualitäten

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Hochschule Heilbronn, Campus Künzelsau, Reinhold-Würth-Hochschule

Schwerpunktgebiet in der Theorie der elektromagnetischen Felder und der elektromagneto-mechanischen Wandler im Masterschwerpunkt Elektromagnetische Systeme (EMS).

Campus:

INSTITUT FÜR DIGITALISIERUNG UND ELEKTRISCHE ANTRIEBE -News

Durchgeführter IDA-Infotag am 03.03.26:

- Derzeitiger Jahresbericht erhältlich unter
  https://www.hs-heilbronn.de/ida

Unter Federführung von Institutsassistentin

Dr. Anna Konyev
Telefon: +49 7940 1306 163
E-Mail: anna.konyev@hs-heilbronn.de
Büroadresse: C207
Postadresse: Daimlerstr. 22, 74653 Künzelsau

Veranstaltungen:

Symposium Elektromagnetismus

11 und 12 März 2027

am Campus Künzelsau

Veranstaltungen:

Workshop Elektrische Maschinen

Theoretische Grundlagen und Laborübungen am Prüfplatz für elektrische Maschinen

Beginn:
16.07.2026 - 09:00 Uhr

Ende:
17.07.2026 - 15:00 Uhr

Dauer:
2,0 Tage

Inhouse anfragen

Künzelsau

Veranstaltungsnr.: 35695.00.005

Leitung

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Hochschule Heilbronn

Alle Referent:innen

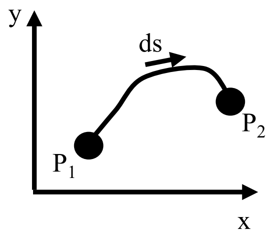
Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

1. Mathematische Grundlagen: Linien, Flächen und Volumen

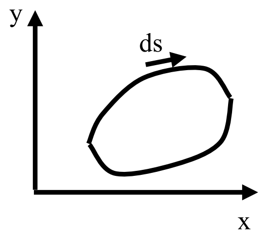
Linien:

Kurven- Linienintegral:
Der Integrationsweg ist eine Kurve.



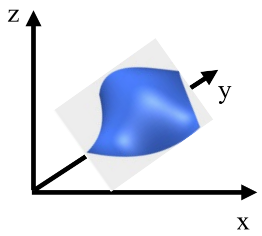
$$W = \int_{P1}^{P2} F ds$$

Umlauf- Kreisintegral:
Ein Umlaufintegral ist ein Kurvenintegral über einen geschlossenen Integrationsweg.

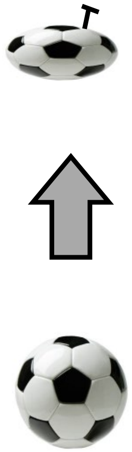


$$S = \oint_s \vec{A}\, d\vec{s}$$

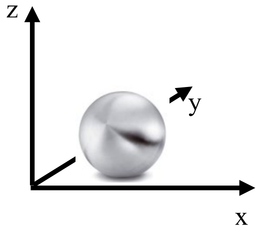
Integral über eine Fläche:



$$O = \iint_s f(x, y) dxdy$$

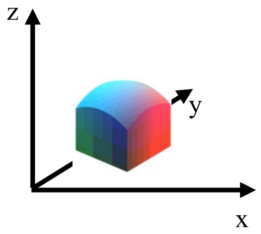


Integral über eine geschlossene Fläche:



$$O = \oiint_A ...dA$$

Volumen- Dreifachintegral:

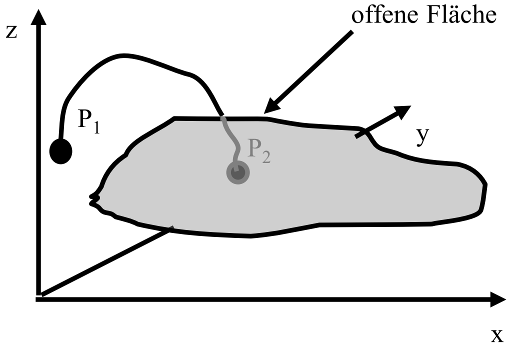


$$V = \int_x \int_y \int_z f(x, y, z) dzdydx$$

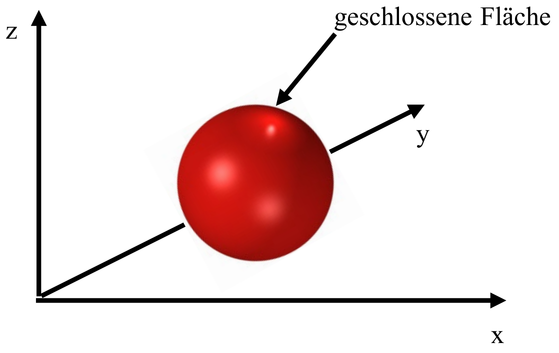
1. Mathematische Grundlagen: Linien, Flächen und Volumen

Flächen:

Offene Fläche:
Ein Fläche heißt offen, wenn zwei Punkte, die nicht auf der Fläche liegen, durch eine Kurve verbunden werden können.



Geschlossene Fläche:
Eine Fläche heißt geschlossen, wenn sie den Raum in zwei getrennte Bereiche teilt.

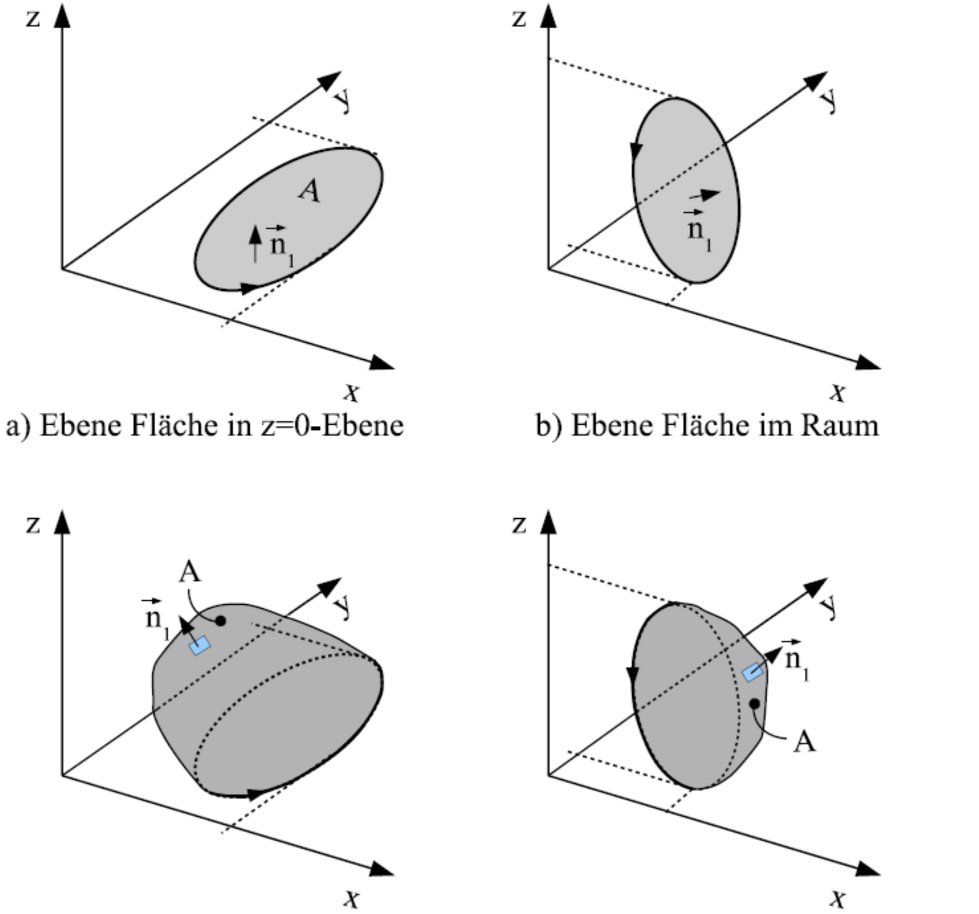


Beispiel: Kugel

1. Mathematische Grundlagen: Linien, Flächen und Volumen

Flächen:

Ränder und deren Flächen.



a) Ebene Fläche in z=0-Ebene

b) Ebene Fläche im Raum

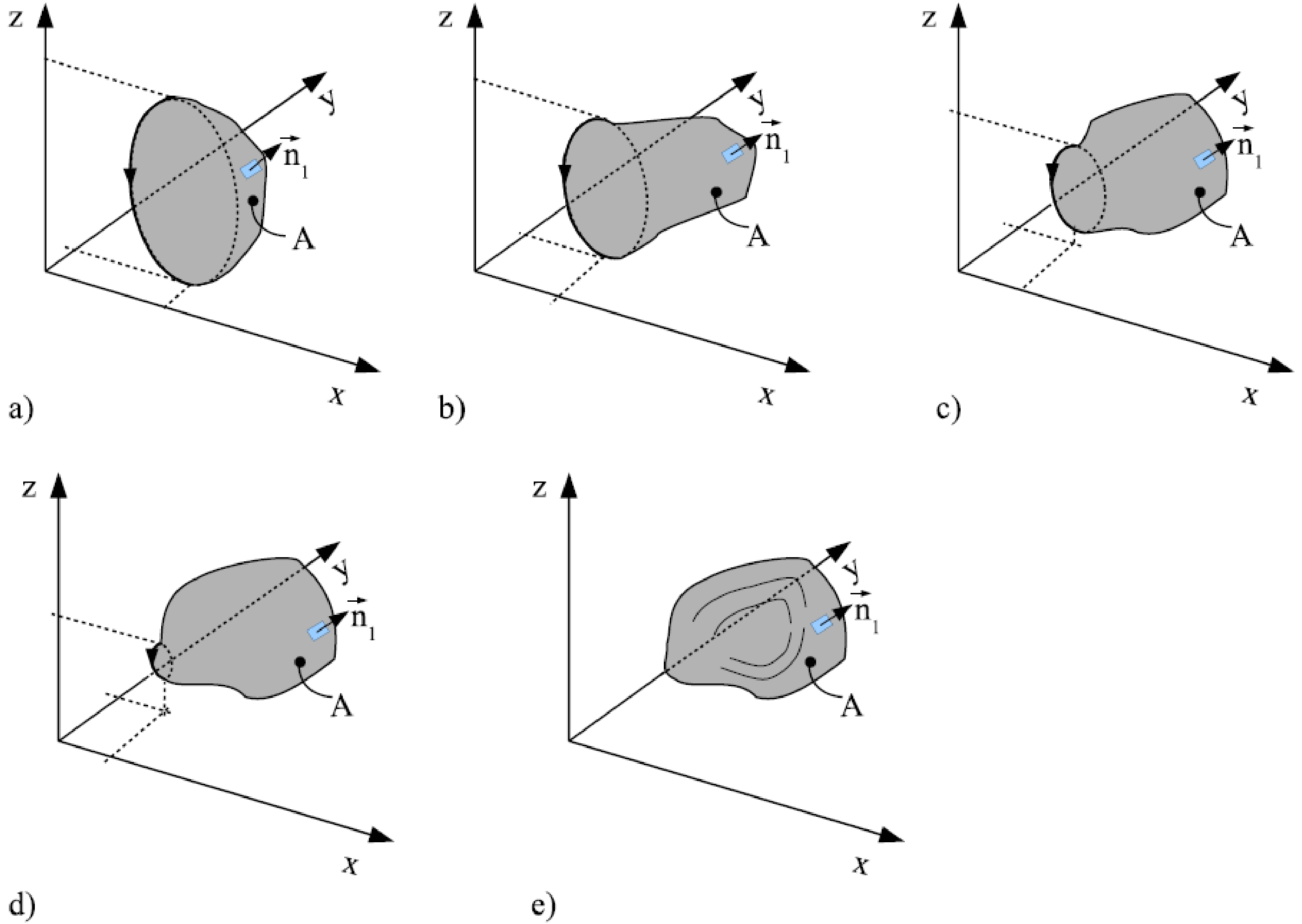
c) Gekrümmte Fläche mit Flächen-berandung in z=0-Ebene

d) Gekrümmte Fläche mit Flächen-berandung im Raum

1. Mathematische Grundlagen: Linien, Flächen und Volumen

Flächen: Übergang von einer offenen Fläche zu einer geschlossenen Fläche.

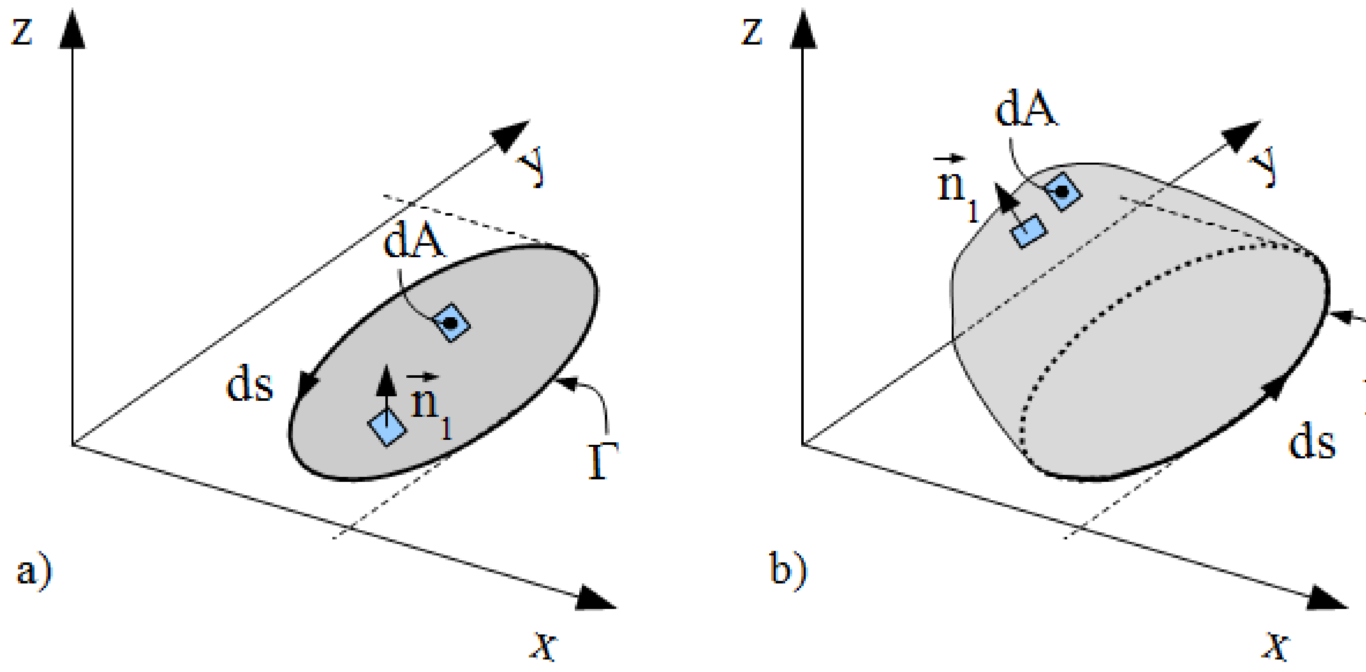
Abbildungen	a, b, c, d	e
Berandung der Fläche	$\oint_\Gamma ...ds \neq 0$	$\oint_\Gamma ...ds = 0$
Oberfläche	$\int_\Omega ...dA \neq 0$	$\oint_\Omega ...dA \neq 0$
Flächenart	offene Fläche	geschlossene Fläche
Volumen	nicht definiert	$\int_W ...dV \neq 0$



1. Mathematische Grundlagen: Linien, Flächen und Volumen

Zusammenhang zwischen Rand- und der Flächenintegral:

$$\oint_{\Gamma} \ldots \; ds = \iint_{A} \ldots \; dA$$



1. Mathematische Grundlagen: Integrale

Theorem III:
The surface-integral of the flux through a closed surface may be expressed as the volume-integral of its convergence taken within the surface.
A Treatise on Electricity and Magnetism; J. C. Maxwell Vol. I , Art. 21.

$$\oiint_{\partial\Omega} \ldots dA = \iiint_{\Omega} \ldots dV$$

Theorem IV:
A line-integral taken round a closed curve may be expressed in terms of a surface-integral taken over a surface bounded by the curve.
A Treatise on Electricity and Magnetism; J. C. Maxwell Vol. I , Art. 24.

$$\oint_{\partial\Gamma} \ldots dl = \iint_{\Gamma} \ldots dA$$

Theorem III-Anwendung:

Gauß'scher Integralsatz

$$\oiint_{\partial\Omega} \vec{F}\, d\vec{A} = \iiint_{\Omega} \mathrm{div}\vec{F}\, dV$$

Theorem IV-Anwendung:

Stoke'scher Integralsatz

$$\oint_{\partial\Gamma} \vec{F}\, d\vec{s} = \iint_{\Gamma} rot\vec{F}\, d\vec{A}$$

1. Mathematische Grundlagen: Integrale

$$\oint \ldots ds = \iint \ldots dA$$

$$\oiint \ldots dA = \iiint \ldots dV$$

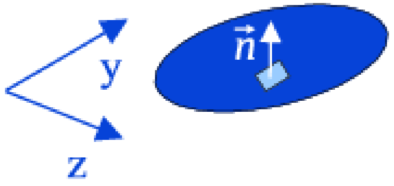
Amper's law:

$$\oint \vec{H}\, ds\, \vec{n} = \iint rot\, \vec{H}\, d\, \vec{A}$$

Faraday's law:

$$\oint \vec{E}\, ds\, \vec{n} = \iint rot\, \vec{E}\, d\, \vec{A}$$

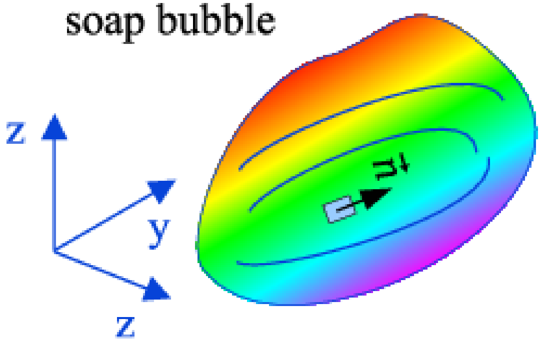
Example open Area:
Euclidian plane

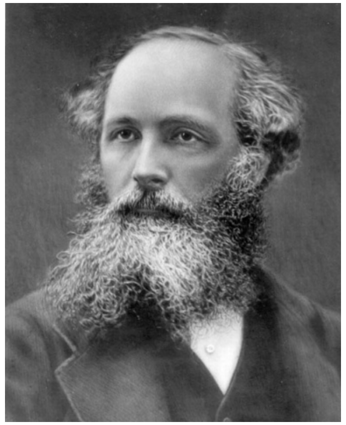


Gauß law:

$$\oiint \vec{D}\, dA = \iiint div\, \vec{D}\, dV$$

Example closed Area:
soap bubble





James Clerk Maxwell
(1831 – 1879)
Begründer der Elektrodynamik

1. Mathematische Grundlagen: Integrale

$$\oiint \ldots dA = \iiint \ldots dV$$

Poynting's vector:

$$\oiint_{\partial\Omega} \vec{P}\, d\vec{A} = \int_{\Omega} div\,\vec{P}\, dV$$

$$\vec{P} = \vec{E} \times \vec{H}$$

$$\oiint_{\partial\Omega} \left(\vec{E} \times \vec{H}\right) d\vec{A} = \iiint_{\Omega} div\left(\vec{E} \times \vec{H}\right) dV$$

$$\begin{aligned}
\oiint_{\partial\Omega} \left(\vec{E} \times \vec{H}\right) d\vec{A} &= \iiint_{\Omega} \left(\vec{H}\, rot\vec{E} - \vec{E}\, rot\vec{H}\right) dV \\
&= \iiint_{\Omega} \left(-\vec{H}\, \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} - \vec{E}\, \vec{J}\right) dV \\
&= -\iiint_{\Omega} \left[\mu\, \vec{H}\, \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} + \kappa\, \left(\vec{E}\right)^2\right] dV
\end{aligned}$$

$$\oiint_{\partial\Omega} \left(\vec{H} \times \vec{E}\right) d\vec{A} = \iiint_{\Omega} \left[\mu\, \vec{H}\, \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} + \kappa\, \left(\vec{E}\right)^2\right] dV$$

1. Mathematische Grundlagen: Integrale

With just these two ideas - flux and circulation - we can describe all the laws of electricity and magnetism at once. You may not understand the significance of the laws right away, but they will give you some idea of the way the physics of electromagnetism will be ultimately described.

Lectures on Physics, R. P. Feynman, Vol. II, p. 1-1.

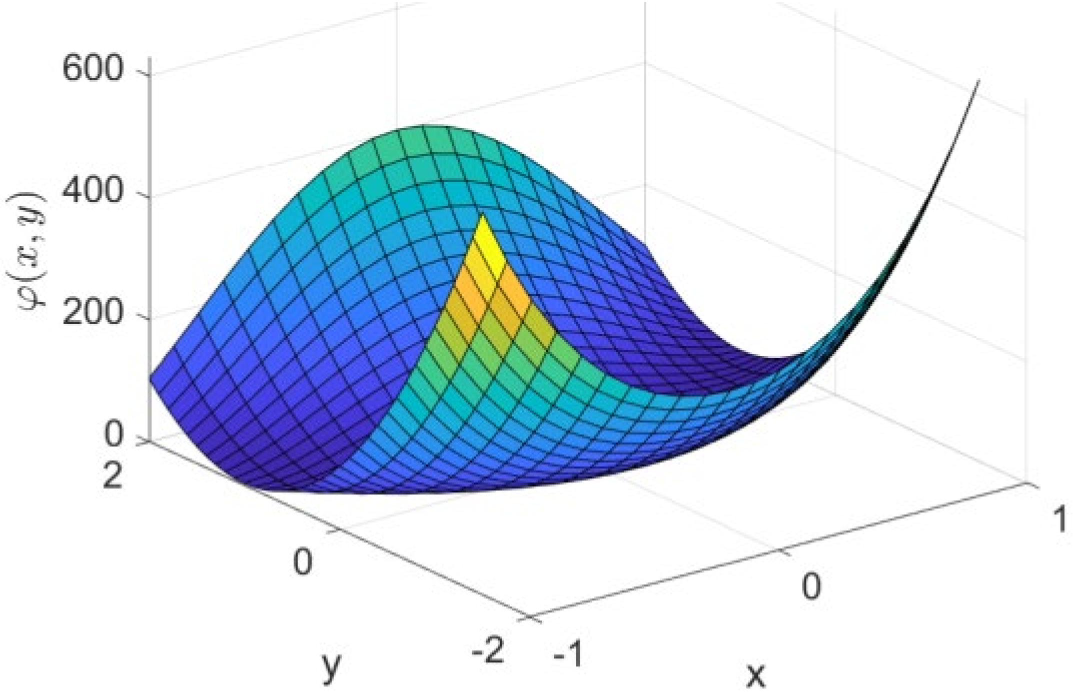
Richard P. Feynman
(1918 – 1988)
Physik-Nobelpreisträger

1. Mathematische Grundlagen: Skalare und Vektoren

One of the most important features of Hamilton's method is the division of quantities into **Scalars** and **Vectors**.

A Scalar quantity is capable of being completely defined by single numerical specification. Its numerical value does not in any way depend on the directions we assume for the coordinate axes.

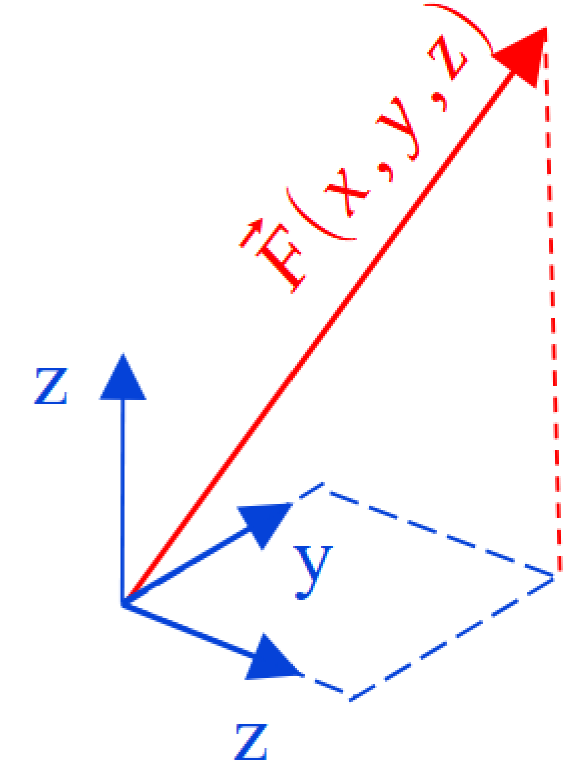
A Treatise on Electricity and Magnetism; J. C. Maxwell Vol. I , Art. 11.



1. Mathematische Grundlagen: Skalare und Vektoren

One of the most important features of Hamilton's method is the division of quantities into **Scalars** and **Vectors**.

A Vector, or Directed quantity, requires for its definition three numerical specifications, and these may most simply be understood as having references to the directions of the coordinate axes. A Treatise on Electricity and Magnetism; J. C. Maxwell Vol. I , Art. 11.

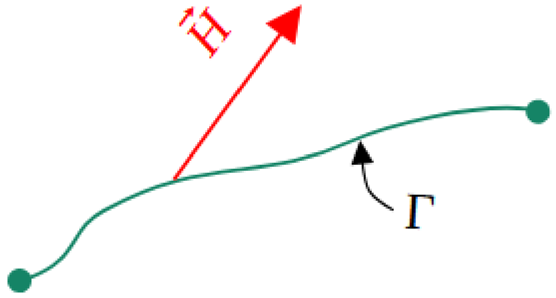


1. Mathematische Grundlagen: Skalare und Vektoren

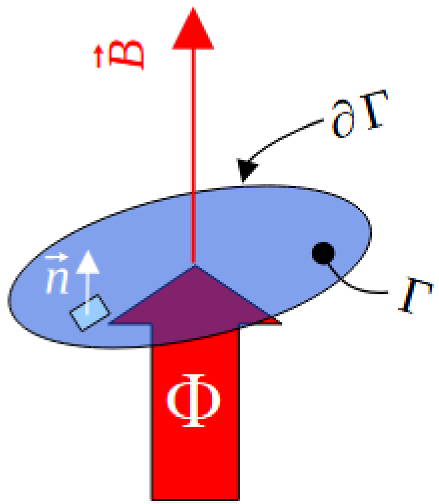
One of the most important features of Hamilton's method is the division of quantities into **Scalars** and **Vectors**.

Physical vector quantities may be divided into two classes, in one of which the quantity is defined with reference to a line, while in the other the quantity is defined with reference to an area.

A Treatise on Electricity and Magnetism; J. C. Maxwell Vol. I , Art. 12.



a)

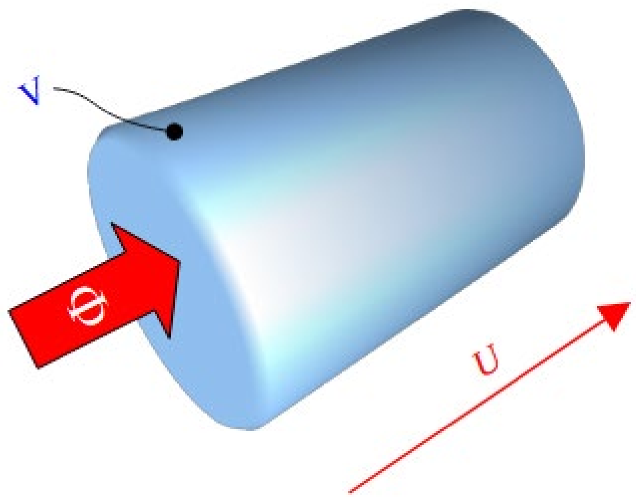


b)

1. Mathematische Grundlagen: Variablen

Across Variables:
Variables whose magnitudes act across the element (along). Examples are the electrical voltage drop along a resistor, the pressure drop along a water pipe, the temperature drop along a component or through a wall.

Through Variables:
Variables whose quantities flow through the element. Examples are the electric current, the mass-volume flow and the heat flow.

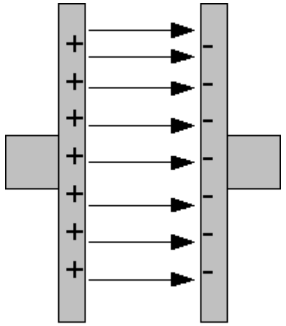


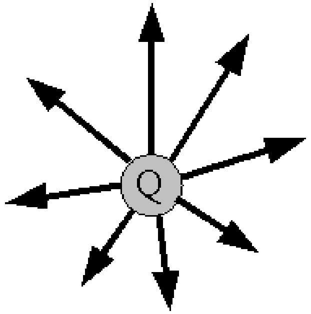
Inhaltsverzeichnis

2. Maxwell-Gleichungen: Systematik der Felder

Quellenfelder (wirbelfreie Felder):

•elektrostatische Felder

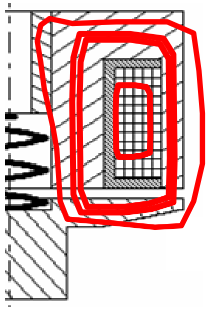


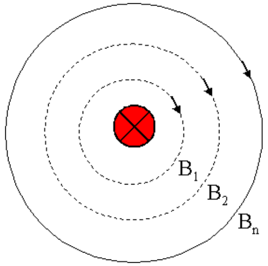


Eigenschaft:
Feldlinien besitzen Anfang und Ende

Quellenfreie Felder (Wirbelfelder):

•Magnetische Feldlinien





- Feldlinien des induzierten elektrischen Feldes
- Magnetische Feldlinien

Eigenschaft:
Feldlinien besitzen weder Anfang noch Ende

2. Maxwell-Gleichungen: Systematik der Felder

Zeitunabhängige Felder

Statische Felder

Elektrostatisches Feld im Nichtleiter	$rot\,\vec{E} = 0; div\,\vec{D} = \rho; \vec{D} = \varepsilon\vec{E}$
Elektrostatisches Feld im Leiter	$\vec{E} = 0; \vec{D} = 0$
Magnetisches Feld	$rot\,\vec{H} = 0; div\,\vec{B} = 0; \vec{B} = \mu\vec{H}$

Stationäre Felder

Stationäres elektrisches Feld	$rot\,\vec{E} = 0; div\,\vec{D} = \rho; div\,\vec{J} = 0; \vec{J} = \kappa\vec{E}; \frac{\partial\vec{D}}{\partial t} = 0$
Magnetisches Feld stationärer Ströme	$rot\,\vec{H} = \vec{J}; div\,\vec{B} = 0; \vec{B} = \mu\vec{H}; \frac{\partial\vec{B}}{\partial t} = 0$

Zeitabhängige Felder

Quasistationäre Felder

Elektrisches Feld

$$rot\,\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}; div\,\vec{D} = \rho; \vec{D} = \varepsilon\vec{E}$$

Magnetisches Feld

$$rot\,\vec{H} = \vec{J}; div\,\vec{B} = 0; \vec{B} = \mu\vec{H}; \vec{J} = \kappa\vec{E}$$

Schnell veränderliche Felder

Elektrisches Feld

$$rot\,\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}; div\,\vec{D} = \rho; \vec{D} = \varepsilon\vec{E}$$

Magnetisches Feld

$$rot\,\vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}; div\,\vec{B} = 0; \vec{B} = \mu\vec{H}; \vec{J} = \kappa\vec{E}$$

Legende:
E = elektrische Feldstärke [V/m]; H = magnetische Feldstärke [A/m] ;
D = Ladungsdichte [As/m²]; B = magnetische Flussdichte [Vs/m²];
ε = Permittivität [As/(Vm)]; μ = Permeabilität [Vs/(Am)];
κ = spezif. elektr. Leitfähigkeit [1/(Ω m)]; ρ = Ladung [As];
J = Stromdichte [A/m²]

2. Maxwell-Gleichungen: Differenzial- und Integralform

$$
\begin{aligned}
c^2 \; rot \; \vec{B} &= \frac{\vec{J}}{\varepsilon_0} + \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}, \\
rot \; \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \\
div \; \vec{B} &= 0, \\
div \; \vec{E} &= \frac{\rho}{\varepsilon}.
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
c^2 \oint_{\partial\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{s} &= \iint_{\Gamma} \left[\frac{\vec{J}}{\varepsilon_0} + \frac{\partial \vec{E}}{dt} \right] d\vec{A}, \\
\oint_{\partial\Gamma} \vec{E} \cdot d\vec{s} &= -\iint_{\Gamma} \frac{\partial \vec{B}}{dt} \, d\vec{A}, \\
\oiint_{\partial\Omega} \vec{B} \, \vec{n} \; dA &= 0, \\
\oiint_{\partial\Omega} \vec{D} \, \vec{n} \; dA &= \iiint_{\Omega} \rho \; dV.
\end{aligned}
$$

2. Maxwell-Gleichungen: Differenzial- und Integralform

$$c^2\, rot\ \vec{B} = \frac{\vec{J}}{\varepsilon_0} + \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$rot\ \vec{B} = \frac{1}{c^2}\frac{\vec{J}}{\varepsilon_0} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$rot\ \vec{B} = \frac{\vec{J}\mu_0\, \varepsilon_0}{\varepsilon_0} + \mu_0\, \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

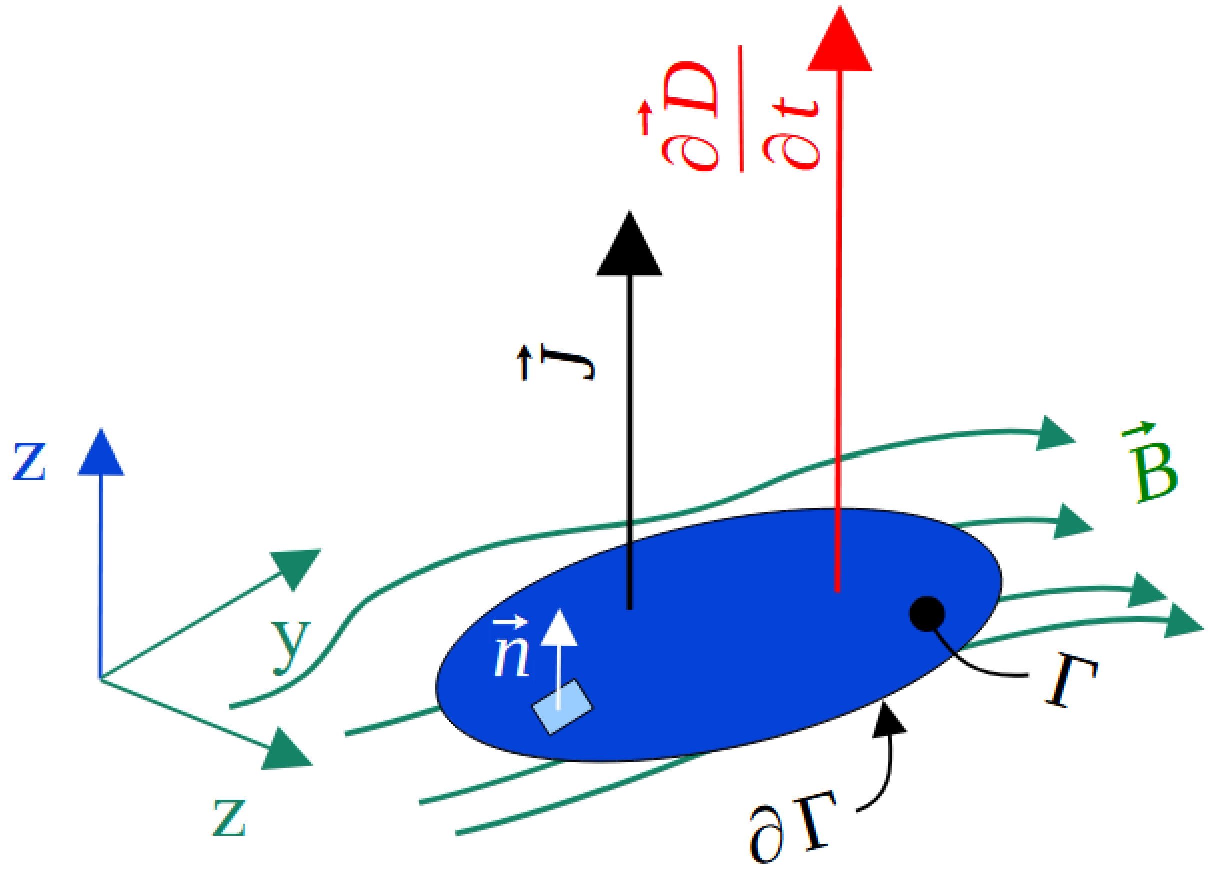
$$rot\ \vec{B} = \mu_0 \left[\vec{J} + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right]$$

Anwendung des Stoke'schen Satzes:

$$\iint_\Gamma rot\ \vec{B}\, d\vec{A} = \mu_0 \iint_\Gamma \left[\vec{J} + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right] d\vec{A}$$

$$\oint_{\partial\Gamma} \vec{B}\, d\vec{A} = \mu_0 \iint_\Gamma \left[\vec{J} + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right] d\vec{A}$$

$$\oint_{\partial\Gamma} \vec{H}\, d\vec{s} = \iint_\Gamma \left[\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}\right] d\vec{A}.$$

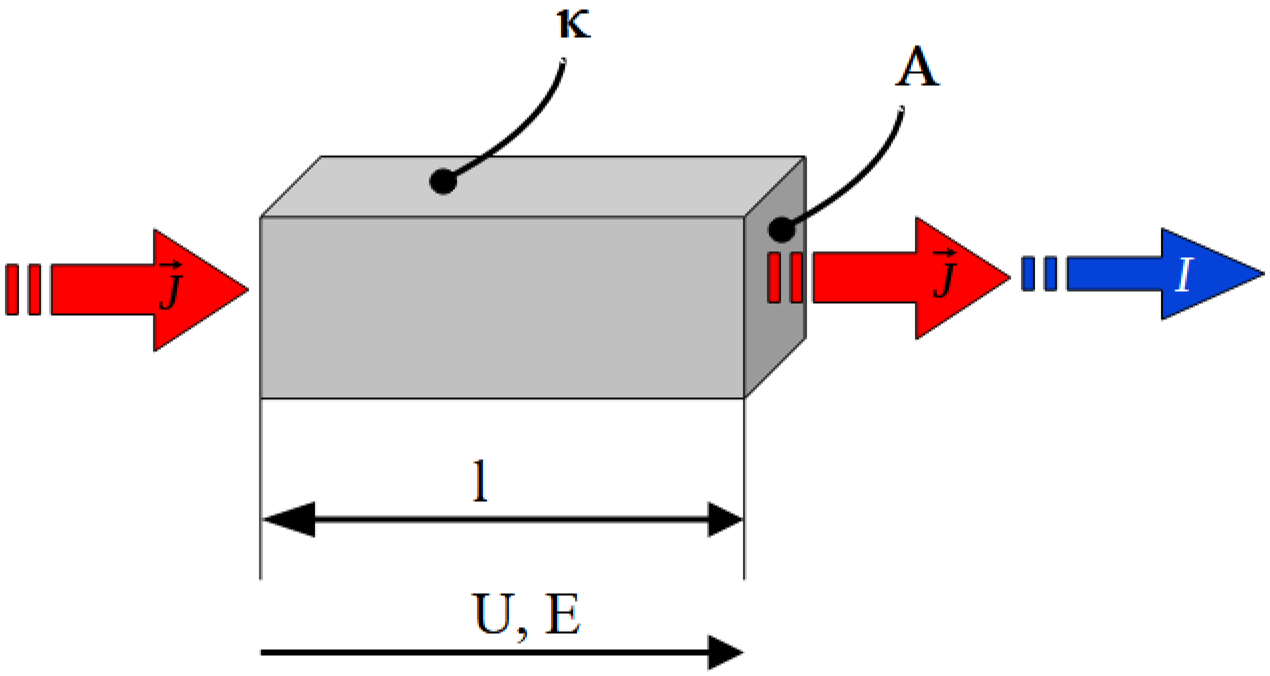


Inhaltsverzeichnis

3. Anwendungsbeispiele der Maxwell-Gleichungen: Widerstand

$$R = \frac{U}{I} = \frac{\int_a^b \vec{E}\, d\vec{l}}{\iint_\Gamma \vec{J}\, d\vec{A}}$$

$$= \frac{\vec{E} \int_a^b d\vec{l}}{\kappa\, \vec{E} \iint_\Gamma d\vec{A}} = \frac{l}{\kappa\, A}$$

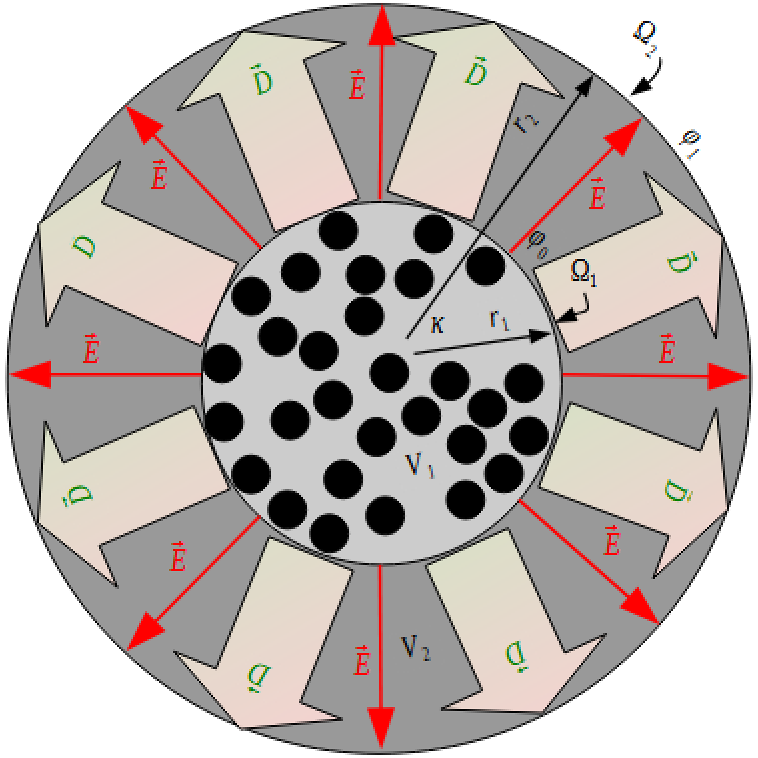


3. Anwendungsbeispiele der Maxwell-Gleichungen: Kondensator

$$C = \frac{\oiint_\Omega D \, dA}{\int_\Gamma E \, dl} = \frac{\varepsilon \, E \, \oiint_\Omega dA}{E \, l}$$

$$= \frac{\varepsilon \, E \, A}{E \, l} = \varepsilon \, \frac{A}{l} = \frac{Q}{U}$$

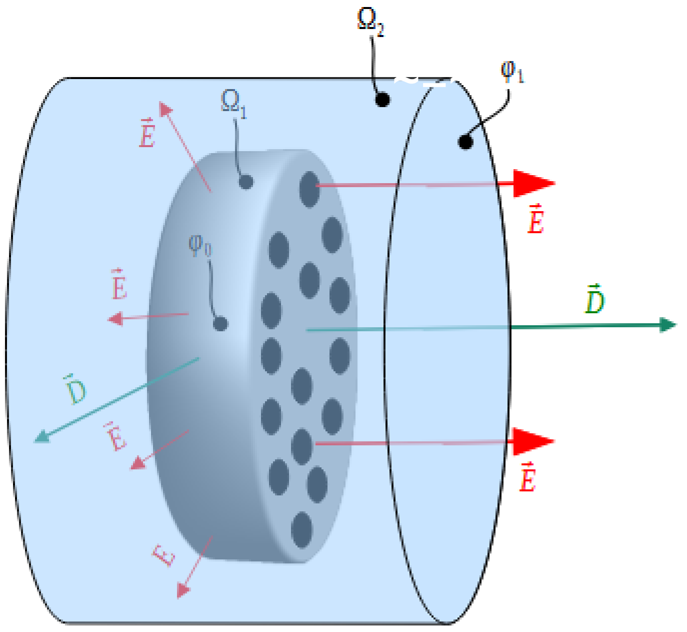
$$\underbrace{C}_{1/R_c} \underbrace{\int_\Gamma E \, dl}_{U} = \underbrace{\oiint_\Omega D \, dA}_{I}$$

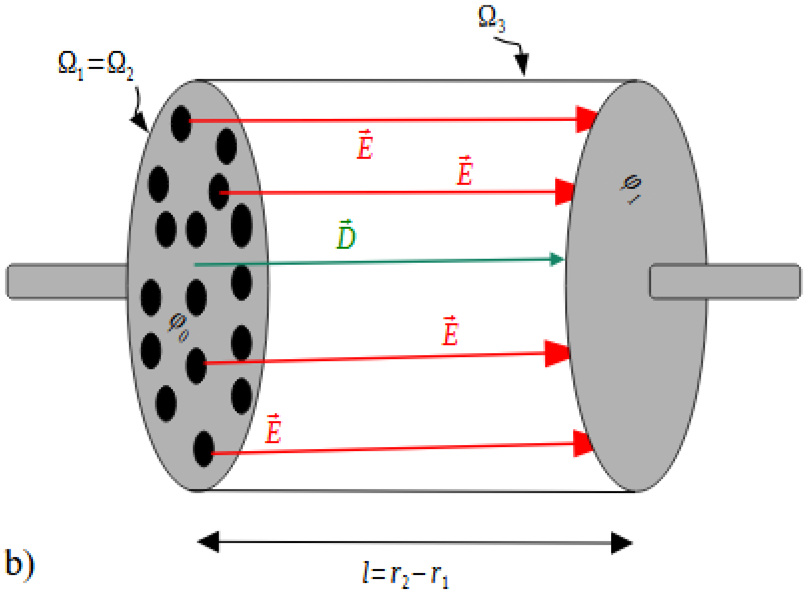


3. Anwendungsbeispiele der Maxwell-Gleichungen: Kondensator

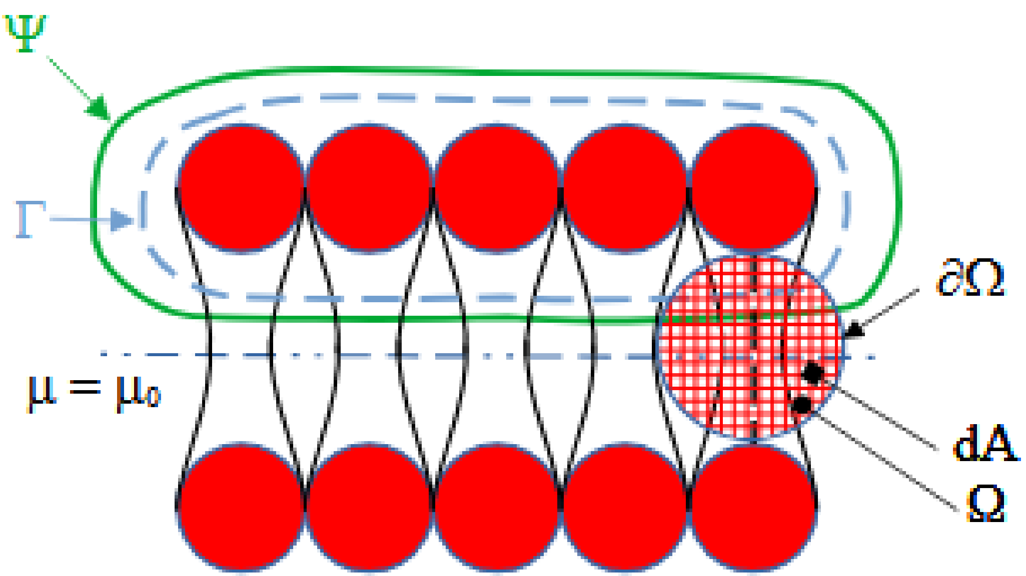
$$C = \frac{\oiint_\Omega D\ dA}{\int_\Gamma E\ dl} = \frac{\varepsilon\ E\ \oiint_\Omega dA}{E\ l}$$

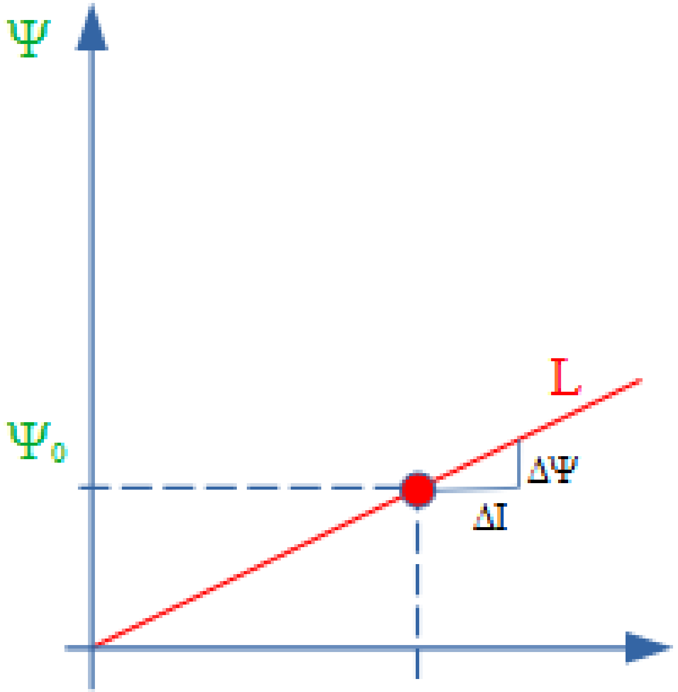
$$\underbrace{C}_{1/R_c}\ \underbrace{\int_\Gamma E\ dl}_{U} = \underbrace{\oiint_\Omega D\ dA}_{I}$$



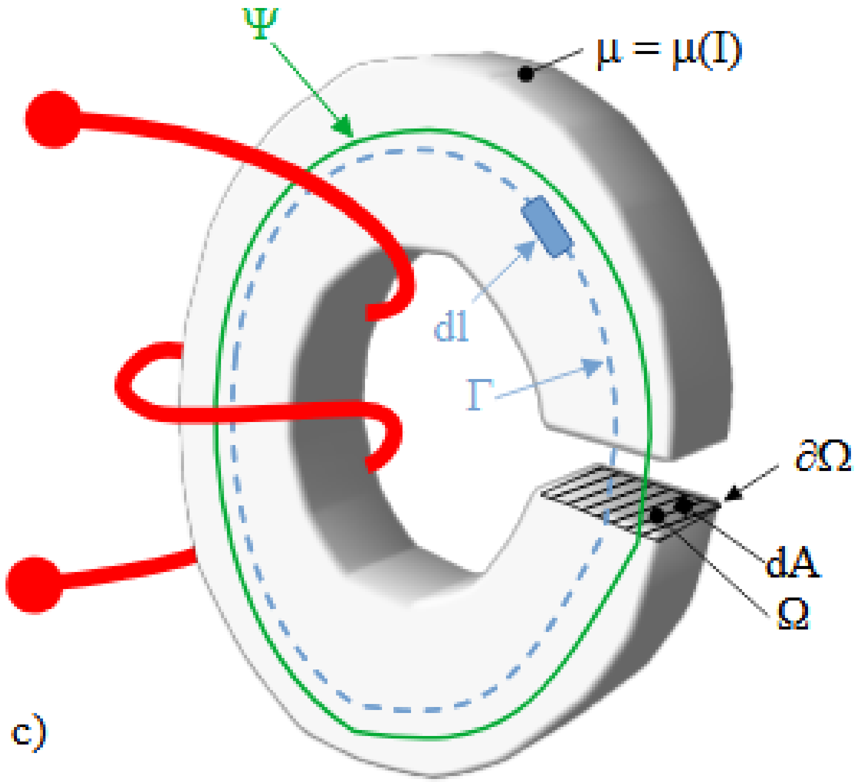


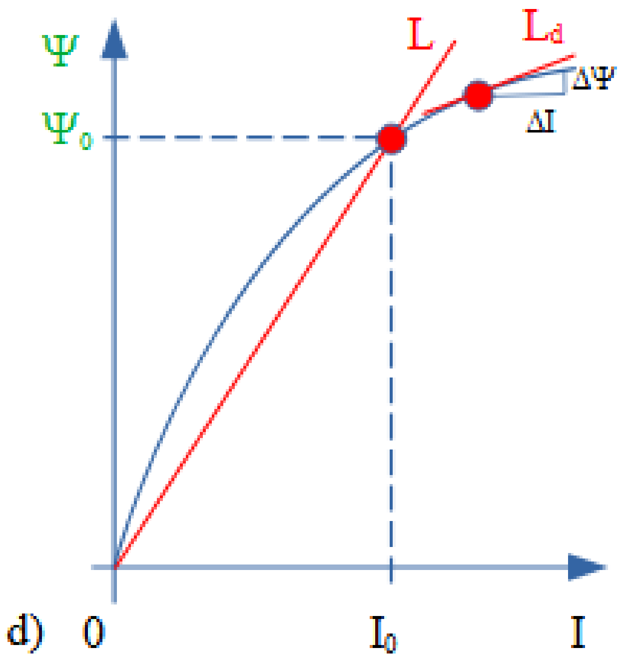
3. Anwendungsbeispiele der Maxwell-Gleichungen: Induktivität





3. Anwendungsbeispiele der Maxwell-Gleichungen: Induktivität





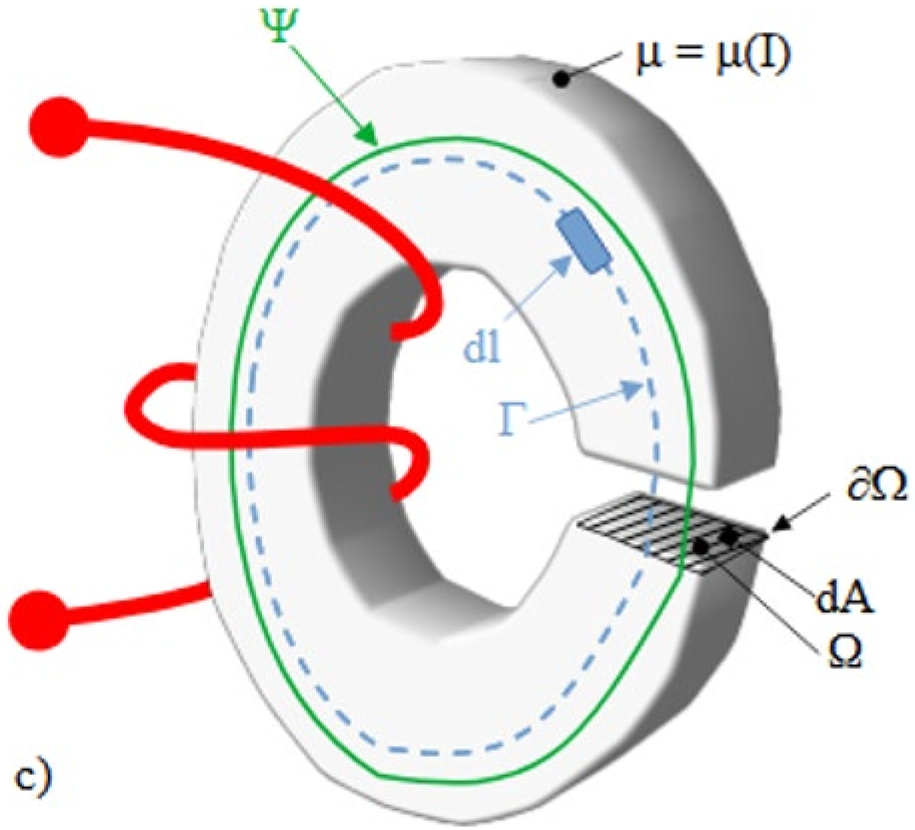
3. Anwendungsbeispiele der Maxwell-Gleichungen: Induktivität

$$L = \frac{\iint_\Omega B \, dA}{\oint_{\partial\Gamma} H \, dl}$$

$$= \frac{\mu \, H \, \iint_\Omega dA}{H \, l}$$

$$= \frac{\mu \, A}{l} = \frac{\Psi}{I}.$$

$$\underbrace{L}_{1/R_L} \underbrace{\oint_{\partial\Gamma} H \, dl}_{U_m} = \underbrace{\iint_\Omega B \, dA}_{I}$$

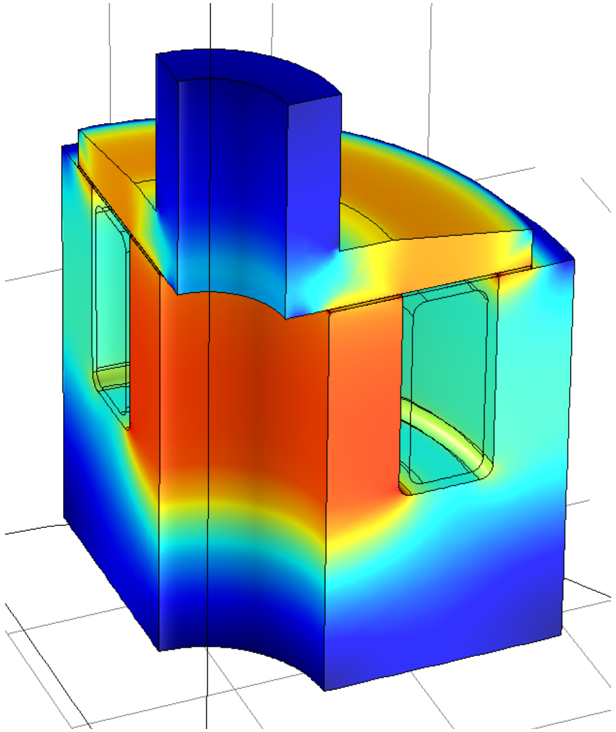


Inhaltsverzeichnis

4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten

Festtagsbraten

Magnet



4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten

Definition der Diffusion:

„Ein stattfindender Ausgleichsvorgang von Konzentrationsunterschieden"

Diffusionsvorgänge in der Natur:

Osmose als Beispiel einer einseitigen Diffusion von Wassermolekülen durch eine semipermeable Membran in Richtung der niedrigeren Konzentration (bei Regen platzen die Kirschen auf).

Regen durchdringt die trockene Erde (niedrigere Konzentration). Bei Trockenheit verdunstet das Wasser im Boden. Die niedrigere Konzentration ist in der Luft zu finden (Beispiel einer zweiseitigen Diffusion).

Diffusionsvorgänge in der Technik:

Wärmeleitung von Warm nach Kalt, magnetische Feldausbreitung in Magnetwerkstoffen in Richtung niedrigerer Flussdichte.

4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten - Diffusionsgleichung

Ampere'sche Gesetz:

$$rot\vec{B} = \vec{J}\,\mu_0 = \kappa\,\vec{E}\,\mu_0$$

$$\vec{E} = \frac{1}{\kappa\,\mu_0}\,rot\vec{B}$$

Faraday'sches Gesetz:

$$rot\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$$

…einsetzen…

$$\frac{1}{\kappa\,\mu_0}\,rot\;rot\vec{B} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$$

Beziehung der Vektoranalysis aus Formelsammlung:

$$rot\;rot\vec{B} = grad\;\underbrace{div\vec{B}}_{=0} - \Delta\vec{B}$$

…einsetzen..

$$\frac{1}{\kappa\,\mu_0}\left(-\Delta\vec{B}\right) = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$$

…durch Umstellen folgt die **Diffusionsgleichung…**

$$\Delta\vec{B} = \kappa\,\mu_0\,\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$$

4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten

Wärmeleitung:

Differenzialgleichung 2‘ter Ordnung gekennzeichnet durch zwei Orts-ableitungen und eine Zeitableitung.

Die Temperatur ist eine skalare Größe.

Legende:
ρ= Dichte [kg/m³];
λ = Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)];
c = spezifische Wärmekapazität [J/(kg K)]
x = Weg [m];
ϑ= Temperatur [K]
t = Zeit [s]

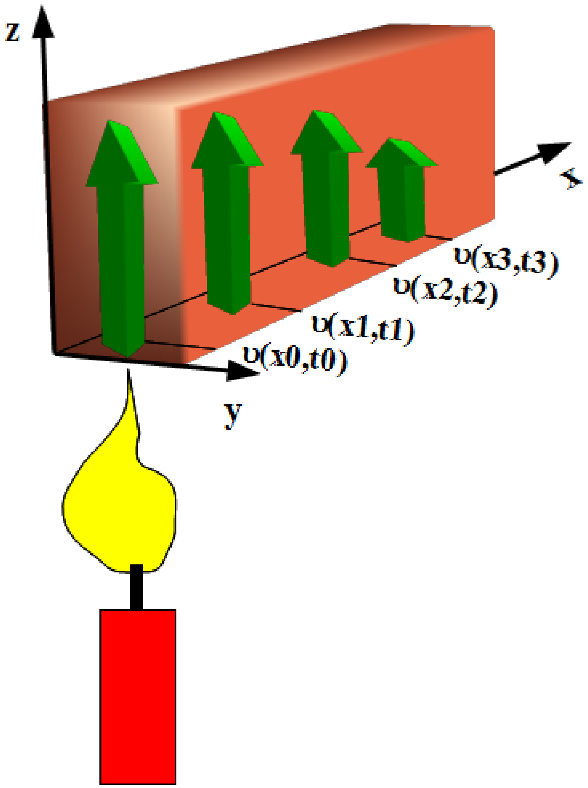
Angaben für Kupfer:
ρ = 8960 kg/m³; λ = 384 W/(m K); c = 383 J/(Kg K);
Koeffizient = 8936 s/m²

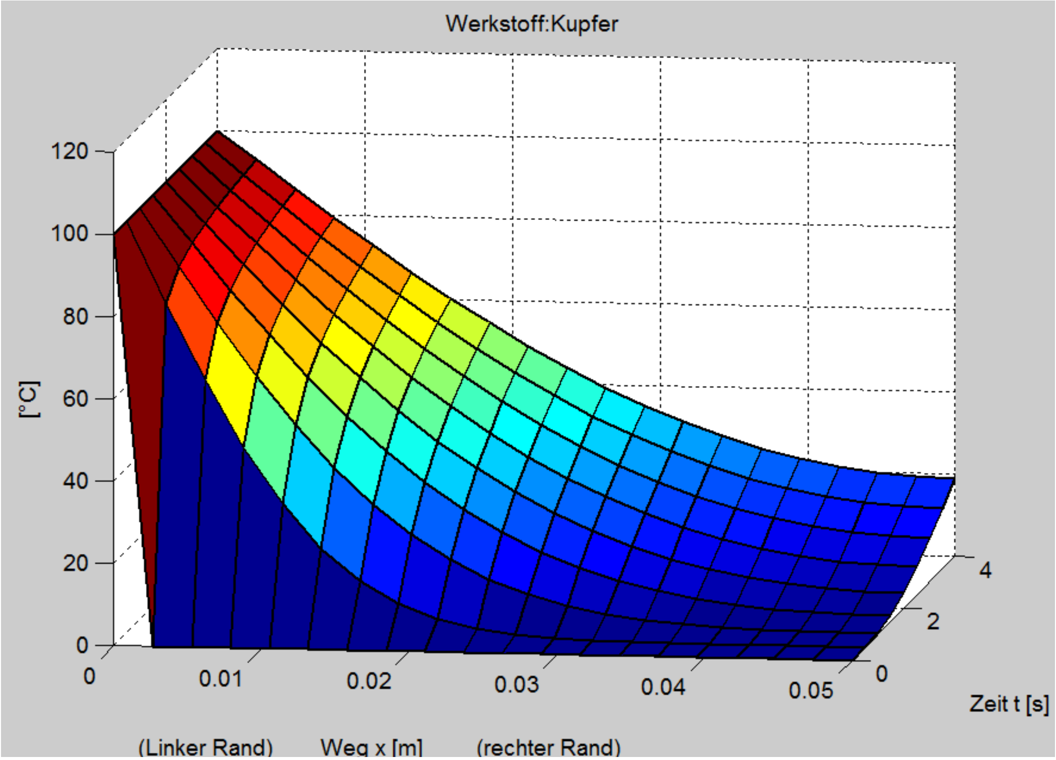
Eindimensionale Wärmeleitungsgleichung

$$\underbrace{\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2}}_{\text{zweifache Ortsableitung}} = \underbrace{\frac{\rho\, c}{\lambda}}_{\text{Koeffizient}} \cdot \underbrace{\frac{\partial \vartheta}{\partial t}}_{\text{einfache Zeitableitung}}$$

4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten

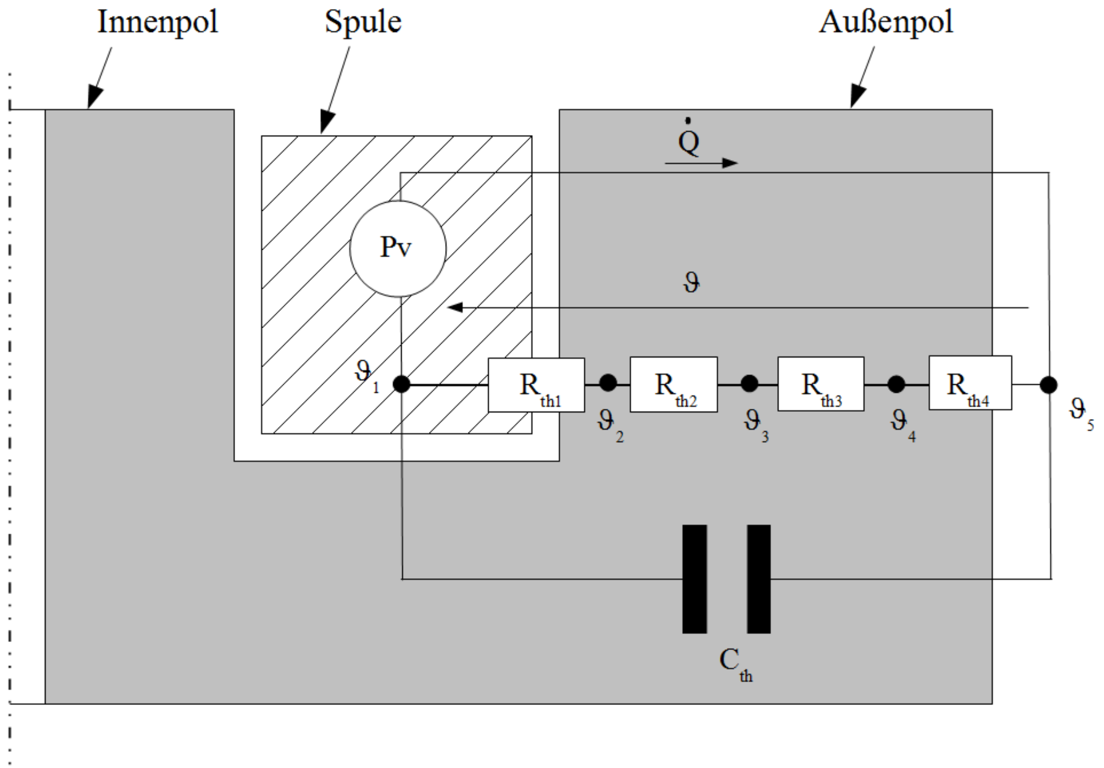
Beispiel einer linearen, eindimensionalen Temperaturdiffusion in Kupfer





4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten

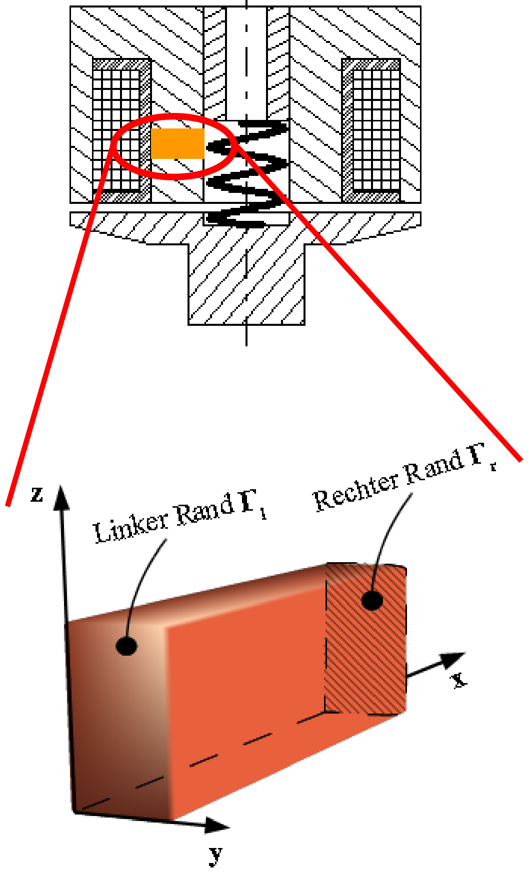
Thermisches Netzwerk: Elektromagnet als Anwendungsbeispiel



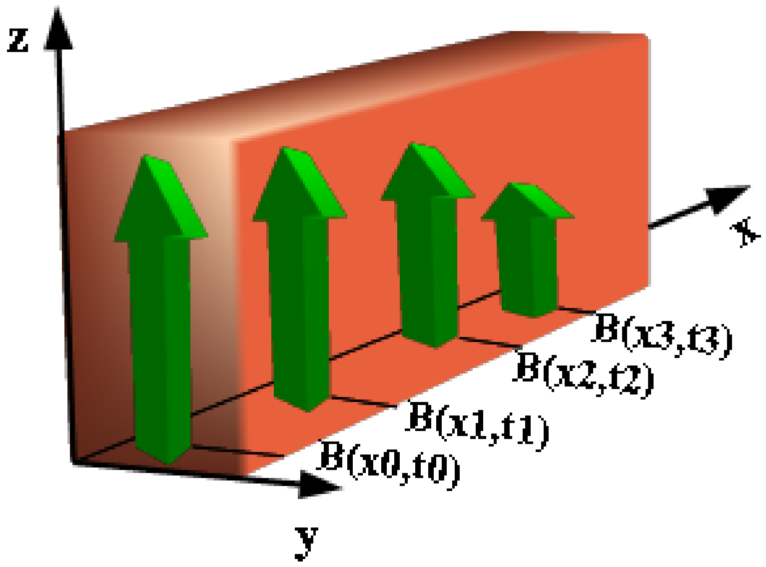
Legende:
Q= Wärmemenge [J]; Rth = Wärmewiderstand [K/W];
Cth = Wärmekapazität [J/K]; Pv = therm. Spannungsquelle [W];
ϑ = Temperatur [K]

4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten

Vom Elektromagneten …



… zur Felddiffusion



4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten

Felddiffusion:

Differenzialgleichung 2'ter Ordnung gekennzeichnet durch zwei Orts-ableitungen und eine Zeitableitung. Die Flussdichte ist eine vektorielle Größe.

Legende:
B = magnetische Flussdichte [Vs/m²];
x = Weg [m];
μ = Permeabilität [Vs/(Am)];
κ = spezifische elektrische Leitfähigkeit [A/(Vm)];
Angaben für Kupfer:
κ = 58 1E6 A/(Vm) ; μ = 1,256 1E-6Vs/(A m);
Koeffizient = 73 s/m²

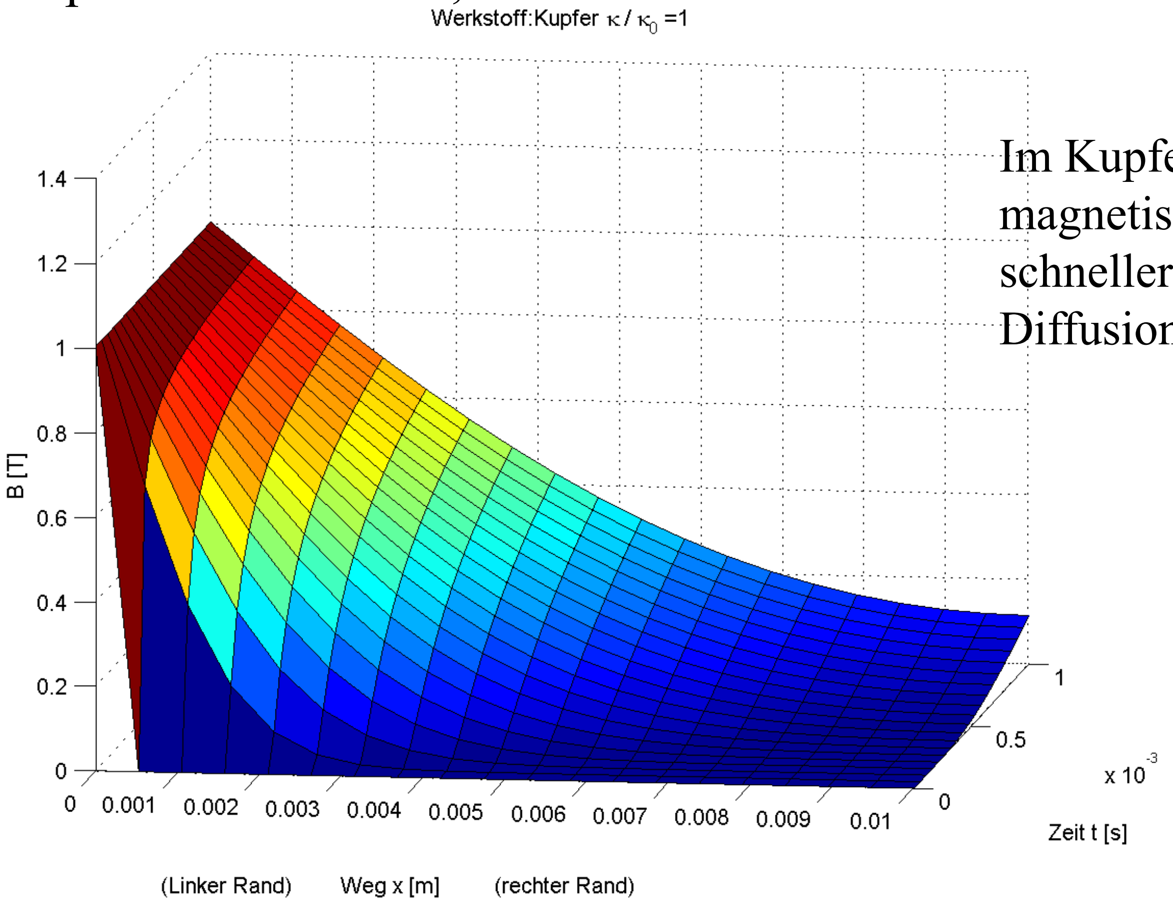
Eindimensionale Felddiffusionsgleichung

$$\underbrace{\frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial x^2}}_{\text{zweifache Ortsableitung}} = \underbrace{\mu \cdot \kappa}_{\text{Koeffizient}} \cdot \underbrace{\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}}_{\text{einfache Zeitableitung}}$$

4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten

Beispiel einer linearen, eindimensionalen Felddiffusion in Kupfer

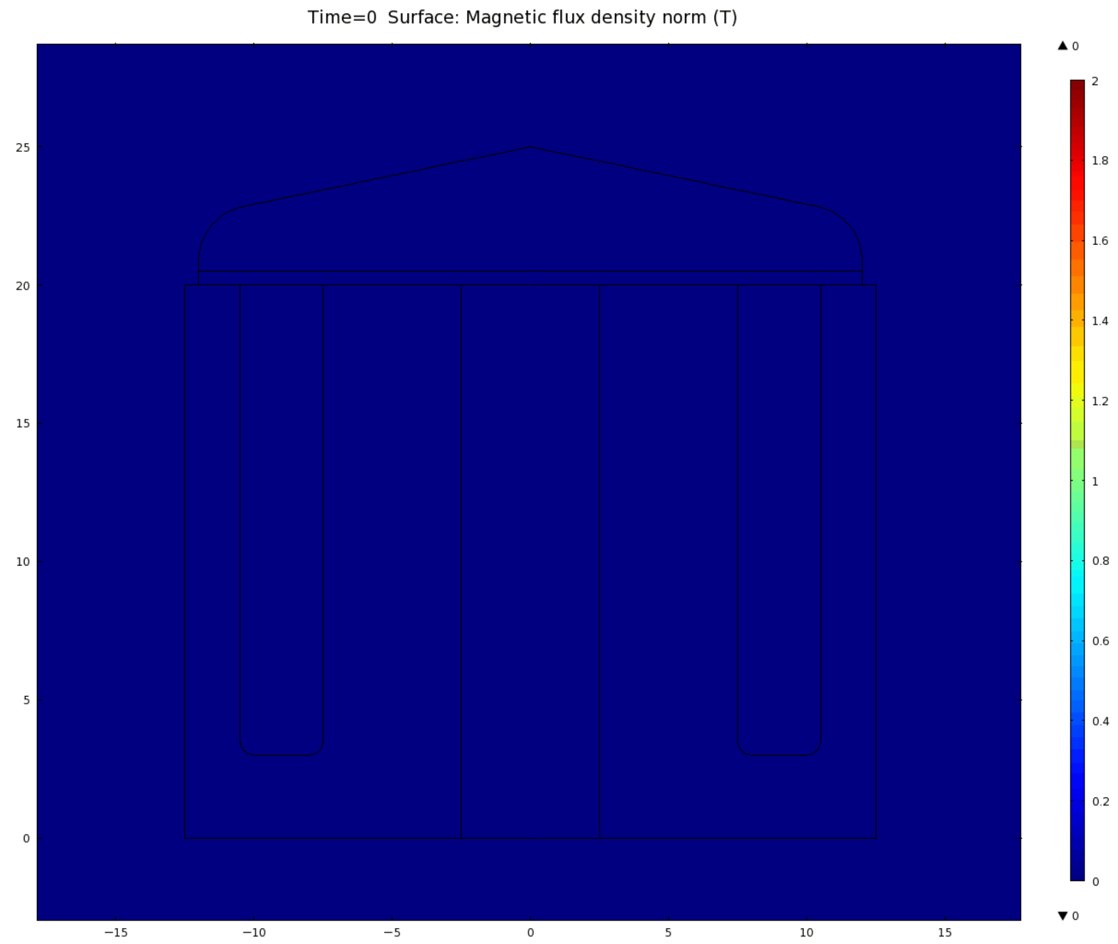
MATLAB-Ergebnis:



Im Kupfer verläuft die magnetische Felddiffusion 122 x schneller als die thermische Diffusion!

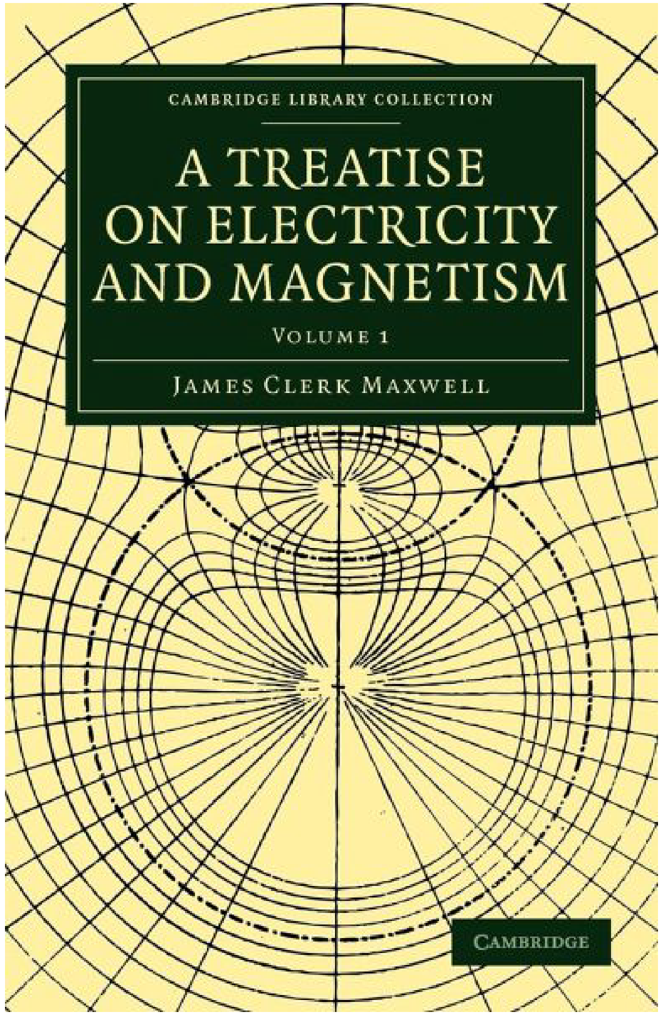
4. Gemeinsamkeiten von Festtagsbraten und Magneten

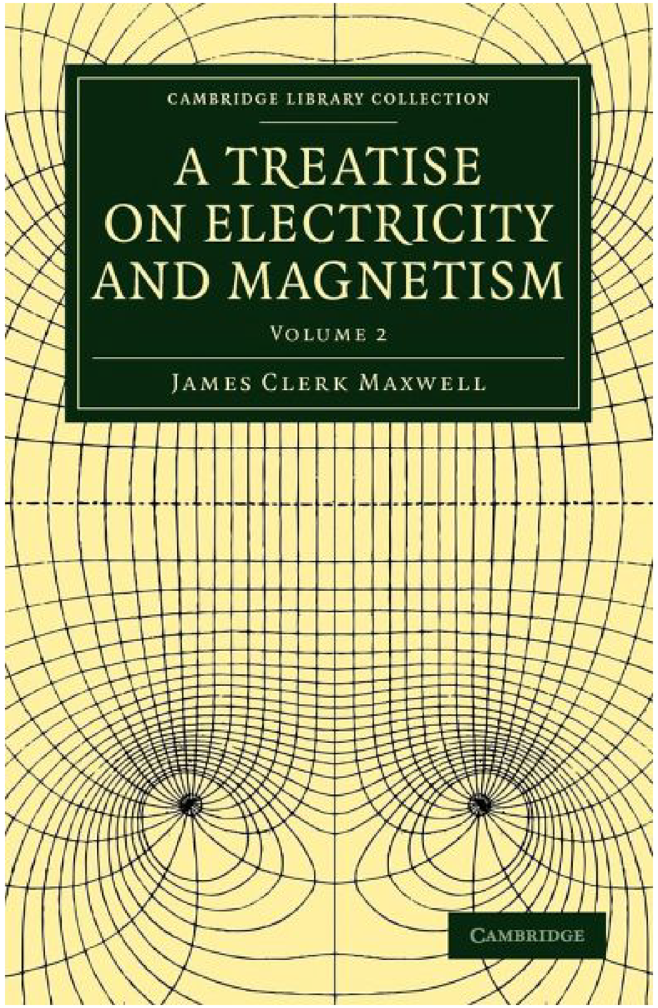
Beispiel einer nichtlinearen zweidimensionalen Felddiffusion im Eisen

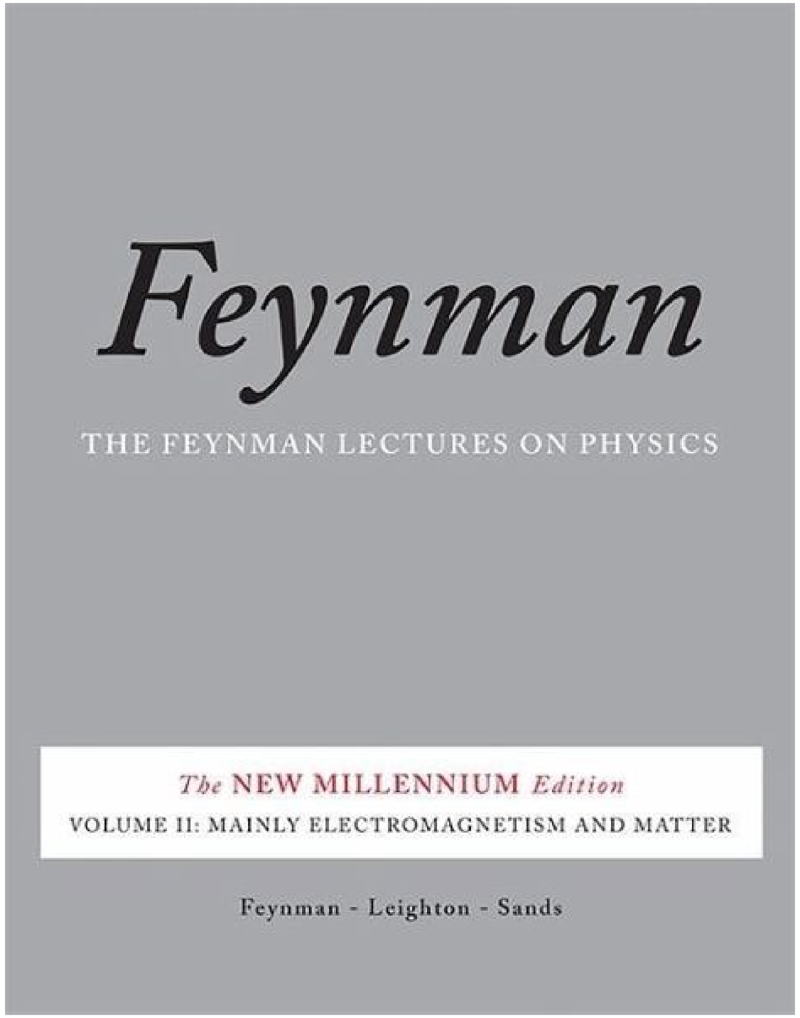


Quelle: Dipl.-Ing. (FH) Oliver Vogel

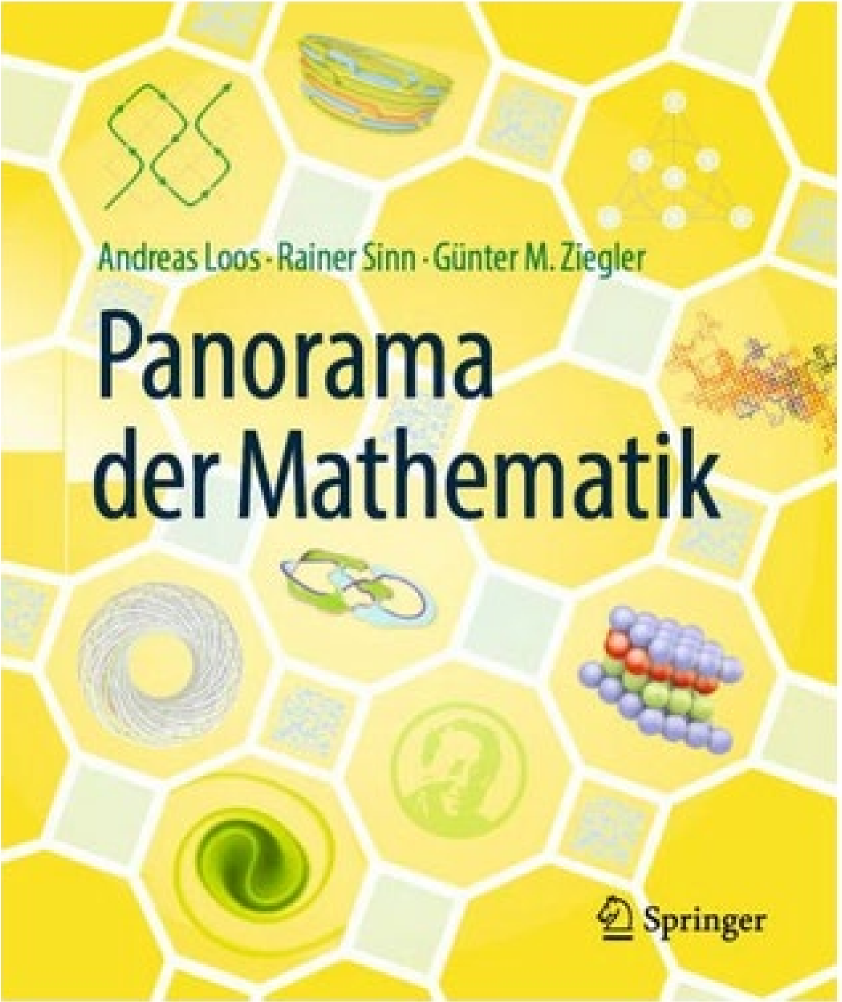
Literaturempfehlung:







Literaturempfehlung:

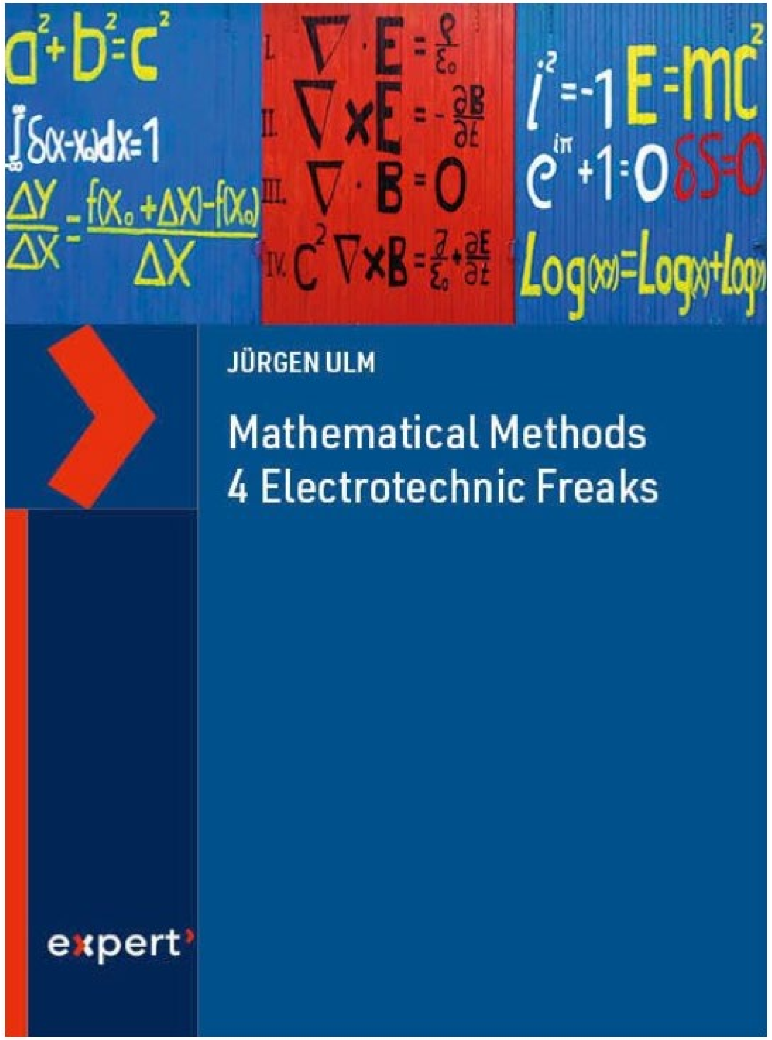


Für Mathematik-Interessierte und für diejenigen, welche wissen möchten, wie Mathematik entstanden ist, wozu sie dem Menschen von Nutzen ist und damit im Alltag nicht mehr wegzudenken ist.

Sehr lehrreiche, populärwissenschaftliche Literatur!!

https://www.spektrum.de/rezension/buchkritik-zu-panorama-der-mathematik/2070207

Literaturempfehlung:



Wenn Ihnen das alles gefallen hat, dann kommen Sie zu uns!

Wir helfen Ihnen bei Problemlösungen und sind für Sie da!!

Wir freuen uns auf den Kontakt mit Ihnen!

IDA INSTITUT FÜR DIGITALISIERUNG UND ELEKTRISCHE ANTRIEBE
HHN HOCHSCHULE HEILBRONN
Reinhold-Würth-Hochschule
Campus Künzelsau

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Forschungsprofessor für elektromagnetische Systeme (EMS)
Stg: Elektrotechnik, Automatisierungstechnik & Elektromaschinenbau

Daimlerstraße 22 · 74653 Künzelsau
Telefon +49 (0)7940 1306 - 160
Telefax +49 (0)7940 1306 - 120
juergen.ulm@hs-heilbronn.de

Die Reinhold-Würth-Hochschule am Standort Künzelsau gilt als einer der innovativsten Technik- und Wirtschaftscampus der Region. Studierende profitieren hier von einer modernen Lernumgebung, enger Betreuung und einer starken Vernetzung mit der Industrie des Hohenloher Raums. Besonders die technischen Studiengänge bieten eine praxisnahe Ausbildung, die gezielt auf die Anforderungen zukünftiger Ingenieurinnen und Ingenieure ausgerichtet ist.

Im Bachelorbereich stehen zukunftsweisende Studiengänge zur Auswahl: **Automatisierungstechnik und Mechatronik**, **Elektrotechnik**, **Energy Systems Engineering and Management** sowie **Wirtschaftsingenieurwesen**. Sie verbinden ingenieurwissenschaftliche Grundlagen mit aktuellen Technologien – von Robotik über nachhaltige Energiesysteme bis hin zu digitalisierten Produktionsprozessen. Aufbauend darauf vertiefen die Masterstudiengänge **Elektrotechnik**, **International Master of Technical Innovation** sowie weitere spezialisierte Angebote das technische Know-how und eröffnen hervorragende Karrierechancen in Forschung, Entwicklung und Management.

Ein besonderer Masterschwerpunkt der Hochschule liegt im Bereich Elektromagnetische Systeme (EMS). Hier werden Themen wie elektrische Antriebe, Sensorik, Leistungselektronik und moderne Feldsimulationen nicht nur theoretisch vermittelt, sondern in Laboren und Projekten unmittelbar erfahrbar gemacht. Federführend prägt Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm diesen Bereich mit seiner Forschung. Mit seiner Expertise in elektromagnetischen Feldern und innovativen Systemarchitekturen verbindet er wissenschaftliche Tiefe mit praxisnaher Anwendung. Studierende profitieren von seiner Forschungsnähe, spannenden Projektarbeiten und der Möglichkeit, an aktuellen industriellen Fragestellungen mitzuwirken.

Wer eine technisch fundierte, praxisorientierte und zugleich persönliche Hochschulausbildung sucht, findet in Künzelsau einen idealen Studienort – modern, regional vernetzt und mit klarer Ausrichtung auf die Technologien von morgen.

Programm Sommersemester 2025/26:

Mittwoch, 6. Mai 2026
16.30 bis 18.00 Uhr

Mathematische Grundlagen, Maxwellgleichungen, magnetisches und unmagnetisches. Geklärt wird zudem die Frage:
„Was haben ein Festtagsbraten und ein Elektromagnet gemeinsam?“

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Hochschule Heilbronn, Campus Künzelsau,
Reinhold-Würth-Hochschule

Schwerpunktgebiet in der Theorie der elektromagnetischen Felder und der elektro-magneto-mechanischen Wandler im Master-schwerpunkt Elektromagnetische Systeme (EMS).

Mittwoch, 27. Mai 2026
16.30 bis 18.00 Uhr

Grundlagen Ferritmaterialien für passive Bauteile

Dipl.-Ing. Steffen Schulze
Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Als Applikationsingenieur berät er Hardware-Entwickler bei der Auswahl von passiven Bauteilen und zu EMV-Thematiken.

Mittwoch, 17. Juni 2026
16.30 bis 18.00 Uhr

Grundlagen von Induktivitäten und deren Messtechnik

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Hochschule Heilbronn, Campus Künzelsau,
Reinhold-Würth-Hochschule

Schwerpunktgebiet in der Theorie der elektromagnetischen Felder und der elektro-magneto-mechanischen Wandler im Master-schwerpunkt Elektromagnetische Systeme (EMS).

Mittwoch, 1. Juli 2026
16.30 bis 18.00 Uhr

Wicklungsauslegung und Wicklungsqualitäten

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Hochschule Heilbronn, Campus Künzelsau,
Reinhold-Würth-Hochschule

Schwerpunktgebiet in der Theorie der elektromagnetischen Felder und der elektro-magneto-mechanischen Wandler im Master-schwerpunkt Elektromagnetische Systeme (EMS).

Magnetics 4 Freaks: Alles rund um den Elektromagnetismus SS 2026
146‘te Veranstaltung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Danke!

Willkommen an der Reinhold-Würth-Hochschule in Künzelsau

Die Kolloquiumsreihe von Institut und Industrie

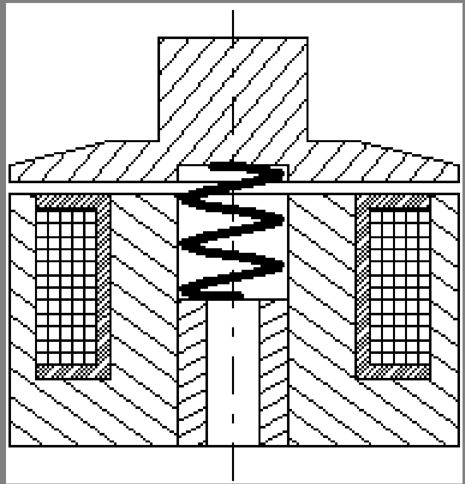


Foto: Wilhelm Feucht

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ulm
Institut für schnelle mechatronische Systeme (ISM)
Institut für Digitalisierung und elektrische Antriebe (IDA)