

# **SBL Physik**

**Einheit am 08.01.2021**

**Bernd Riederer**


# Quiz Auflösung

1. Was definierte eine gleichförmige Bewegung? \*

- ☐ Steigende Beschleunigung;  $a = \text{const.} \cdot t$
- ☐ Konstante Beschleunigung;  $a = \text{const.}$
- ☒ Keine Beschleunigung;  $a = 0$
- ☐ Steigende Geschwindigkeit;  $v = \text{const.} \cdot t$
- ☒ Konstante Geschwindigkeit;  $v = \text{const.}$
- ☐ Keine Geschwindigkeit;  $v = 0$

2. Kraft war definiert als ein äußerer Einfluss der den Bewegungszustand eines Körpers relativ zum Inertialsystem ändert. Welches der folgenden Beispiele ist eine echte Kraft? \*

- ☐ Beim Bremsen eines Zuges wirst du nach vor geschleudert
- ☒ Anschubsen eines Balles
- ☐ Am Kettenkarussell wird dein Sitz nach außen gedrückt
- ☒ Die Erdanziehungskraft

3. Beschreibt in kurzen Worten den Unterschied zwischen potentieller und kinetischer Energie und gebt jeweils ein Beispiel. \* 

Potentielle Energie ist die Lageenergie in einem Kraftfeld (z.B. Stein 1m über dem Boden im Gravitationsfeld). Kinetische Energie ist die Bewegungsenergie eines Körpers.

4. Impuls- und Energieerhaltung sind zwei sehr wichtige Grundprinzipien der Mechanik. Diese besagen, dass Impuls immer erhalten ist und Energie in geschlossenen System auch. Kreuze die Beispiel an wo sowohl Energie als auch Impuls erhalten sind. \*

- ☒ Stoß zweier Billard-Kugeln
- ☐ Autokollision
- ☐ Achterbahn bewegt sich durch Kettenzug nach oben
- ☒ Bewegung der Planeten in unserem Sonnensystem

5. Eine periodische Bewegung war definiert als eine Bewegung, die nach einer gewissen Zeit wieder am selben Ort vorbeikommt mit der selben Geschwindigkeit und Beschleunigung. Wählt die periodischen Bewegungen unter den Beispielen aus. \*

☒ (idealisiertes) Springen am Trampolin

☒ Runden am Kettenkarussell

☒ Der Umlauf der Erde um die Sonne

☒ (idealisiertes) Schaukeln

☐ Drehung eines realen Kreisels

6. Dann haben wir uns noch Schwingungen angesehen und festgestellt, dass diese ein SPEzialfall sind, wo es sich um einen hin-und-her-bewegung handelt. Wählt nun die Schwingungen aus. \*

☒ (idealisiertes) Schaukeln

☐ Drehung eines realen Kreisels

☐ Der Umlauf der Erde um die Sonne

☒ (idealisiertes) Springen am Trampolin

☐ Runden am Kettenkarussell

7. Fasst in eigenen und kurzen Worten den Unterschied zwischen einer Schwingung und einer Welle zusammen. \*

Schwingung ist eine periodische Hin-und-Her-Bewegung eines Teilchens, wohingegen eine Welle eine kollektive Bewegung mehrerer schwingender Teilchen ist.

8. Wie breitet sich Schall aus und welche unterschiedlichen Arten von Wellen gibt es in der Luft bzw. in Festkörpern? \*

Durch Stöße der Luftmoleküle in Form von Wellenfronten (Transversalwellen). In Festkörpern gibt es noch zusätzlich Longitudinalwellen, da benachbarte Atome auch miteinander wechselwirken können.

## Thermodynamik

9. Wenn ich die Temperatur eines Gases erhöhe... \*

- ☒ ändert sich das Volumen während der Druck gleich bleibt.
- ☒ ändert sich der Druck während das Volumen gleich bleibt.
- ☒ wird das Volumen und der Druck größer.
- ☒ ändert sich der Druck und das Volumen.
- ☐ wird das Volumen und der Druck kleiner.

10. Was war die Anomalie des Wassers und woran können wir sie ständig beobachten? \*

Wasser hat die höchste Dichte (niedrigstes Volumen) bei 4°C und nicht wie erwartet beim Schmelzpunkt von 0°C. Dies führt dazu, dass Eis auf Wasser aufschwimmt.

11. Beschreibt eine euch bekannte Wärmekraftmaschine in kurzen Worten. \*

Kühlschrank: Mithilfe elektrischer Arbeit wird Wärme-Energie aus dem Kühlraum abgeführt und somit die Temperatur im inneren auf einer konstanten niedrigen Temperatur gehalten. Hier wird mithilfe von Energiezufuhr der 2. HS umgekehrt.

12. Welcher Hauptsatz der Thermodynamik ist der wichtigste? \*

- ☒ 1. HS: Energieerhaltung
- ☒ 2. HS: Wärmefluss von warm zu kalt
- ☒ 3. HS: Absoluter Nullpunkt ist nicht erreichbar

**Fragen zum Quiz?**

# Zusammenfassung/Fortsetzung Elektrodynamik

- **Achtung!** Heute fliesender Übergang (also Fragen zwischendrin stellen)
- Lehre der Elektrizität und des Magnetismus
- Beschreibung durch elektrische Ladung von Teilchen
  - $q$  ... Ladung;  $[q] = \text{C}$  ... Coulomb
  - Ähnlich der Masse bei Gravitationskraft
  - Aber unterschiedliche Ladungsarten: **positiv (+)** und **negativ (-)**

# Zusammenfassung/Fortsetzung Elektrodynamik

## Ladung & Strom

- Dadurch Abstoßung und Anziehung möglich
- Gleichnamige ( $++/--$ ) Ladungen stoßen sich ab  $\leftarrow \rightarrow$   
 $\text{Ungleichnamige } (+-) \text{ Ladungen ziehen sich an } \rightarrow \leftarrow$
- Bewegen sich Elektronen (Ladungen) in einem Leiter fließt Strom
  - $I$  ... Strom;  $[I] = A$  ... Ampere
  - Damit Strom fließt benötigt man eine “Spannungsquelle”



# Zusammenfassung/Fortsetzung Elektrodynamik

## Spannung

- Beispiele für Spannungsquellen: Batterie, Steckdose, ...
- Vereinfachte Erklärung anhand der Batterie:
  - Im **Minuspol**: Elektronen-Überschuss → stoßen sich ab und wollen raus
  - Im **Pluspol**: zu wenige Elektronen → ziehen Elektronen an
  - **Verbindet** man die **Pole** beginnen die Elektronen zu fließen

# Zusammenfassung/Fortsetzung Elektrodynamik

## Spannung

- Spannung gibt also ein Maß für den Elektronenunterschied an
  - $U$  ... Spannung;  $[U] = V$  ... Volt
- Zusammenhang zur potentiellen Energie?
  - “Abstand der Elektronen zum Gleichgewichtszustand”
  - Analog zur Masse im Gravitationsfeld
  - $E_{pot} = q \cdot U$

## Weiter Grundgrößen

- Alle weiteren Grundgrößen analog zur Mechanik definiert:
- Elektrische Arbeit:  $W_{el} = \Delta E_{pot} = U \cdot \Delta q = U \cdot I \cdot \Delta t$
- Elektrische Leistung:  $P = \frac{W_{el}}{\Delta t} = U \cdot I$ ; [P] = W ... Watt
- Elektrische Kraft: Coulombkraft

# Columbkraft

- $F_{el} = c_{el} \frac{q \cdot Q}{r^2}$
- Wirkung zwischen elektrischen Ladungen im Abstand  $r$
- Ladungen müssen hier **nicht** einzelne Teilchen sein
  - Beispiel: Stromdurchflossene Platte, bestehend aus vielen Ladungsträgern besitzt eine Gesamtladung  $Q$  welche auf einen Ladungsträger  $q$  (z.B. Elektron in Luft) wirkt.

# Elektrisches Feld

- Einfachere Vorstellung: Elektrisches Feld welches auf eine Ladung wirkt

- $F_{el} = c_{el} \frac{q \cdot Q}{r^2} = q \cdot E$

- Trennung von **wirkendem Feld** (E) und **Ladung des beeinflussten Objekts** (q)

- Auch hier wieder: Gravitationskraft der Erde  $F_{grav} = m \cdot g$

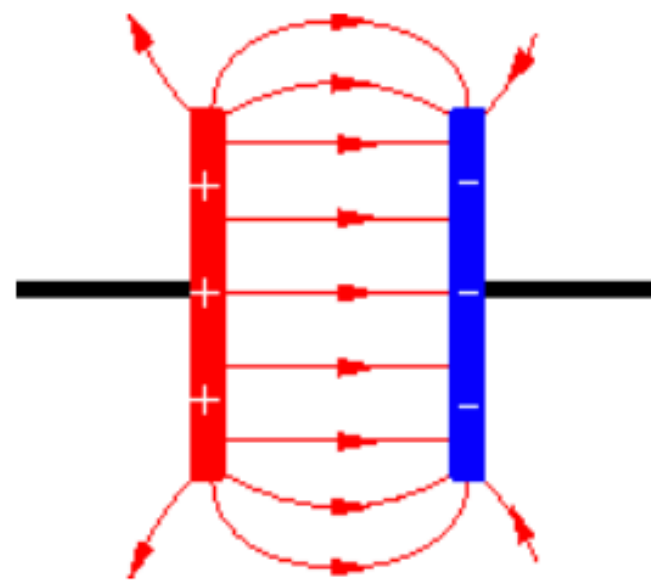
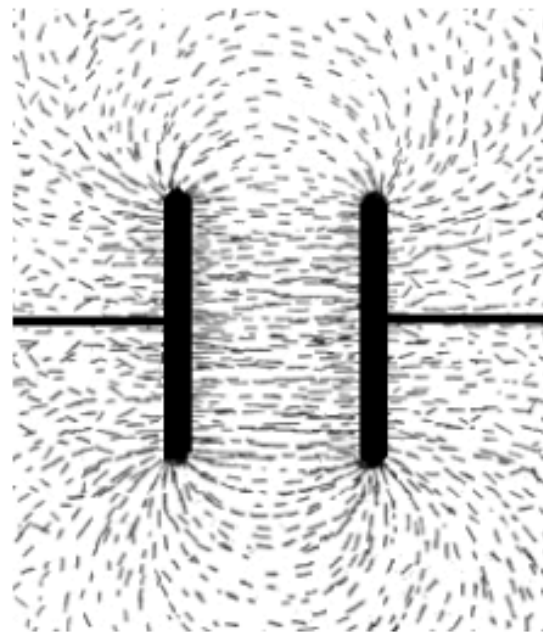
- Trennung von **wirkendem Feld** (g) und **Ladung des beeinflussten Objekts** (m)

# Feldlinien

- Um (elektrische) Felder zu veranschaulichen: Feldlinien

Quelle: <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/ladungen-felder-mittelstufe/grundwissen/feldlinien>

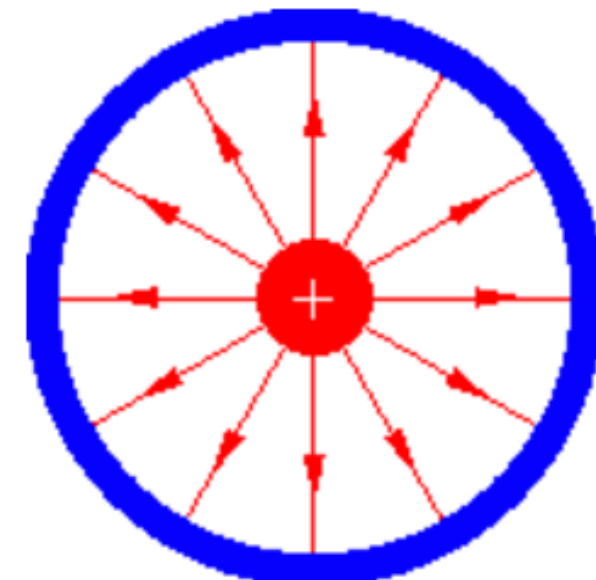
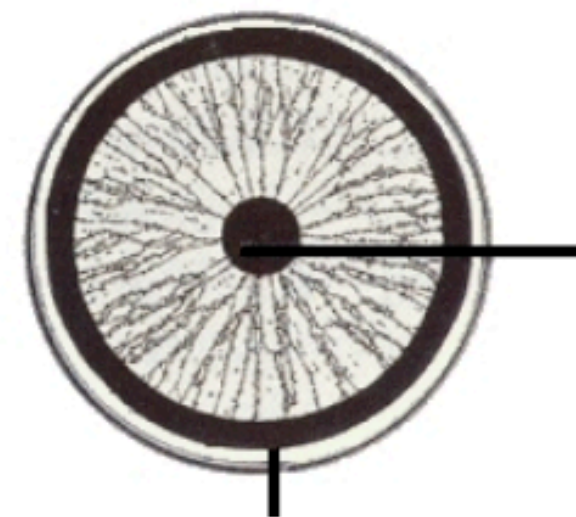
homogenes Feld



$$E = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \frac{Q}{A}$$

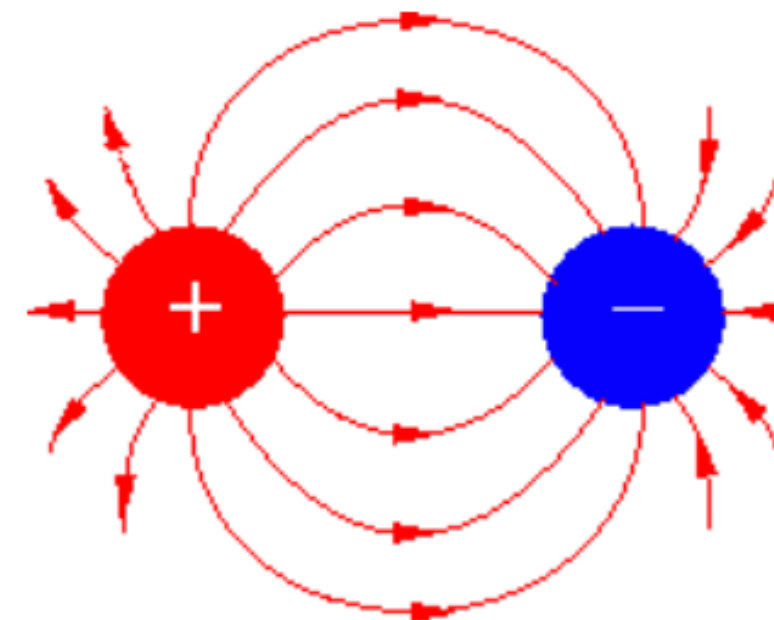
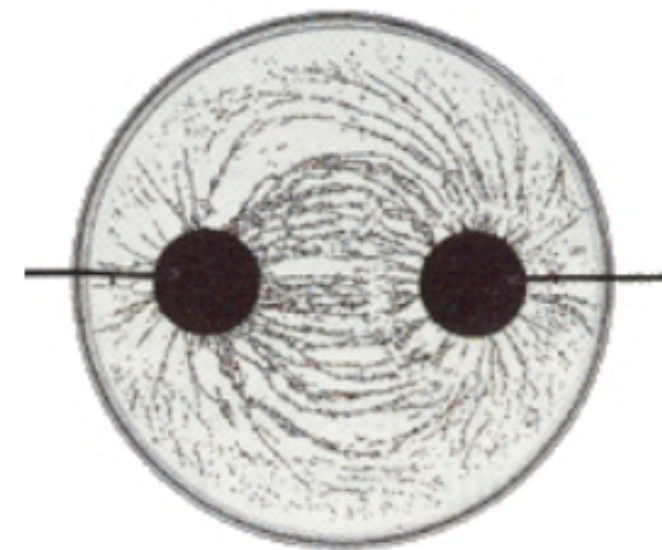
A ... Plattenfläche

radialsymmetrisches  
Feld



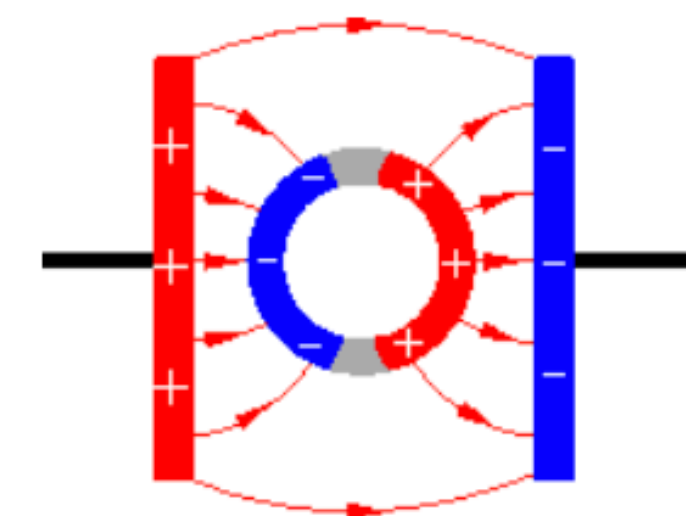
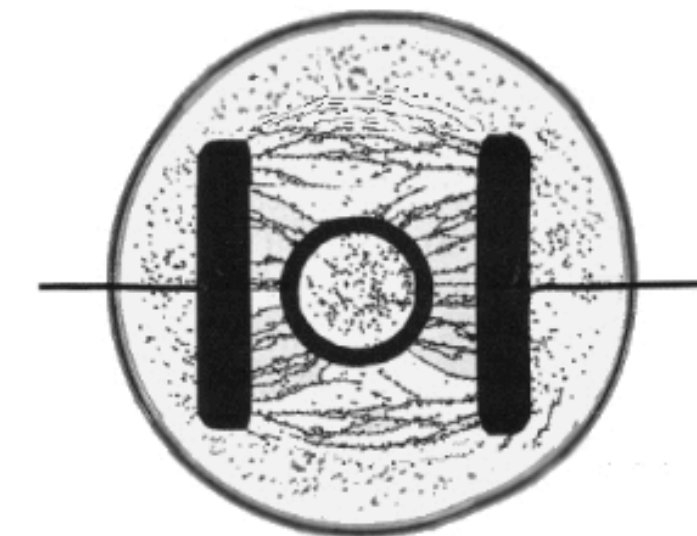
$$E = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \frac{Q}{r^2}$$

Feld zweier entgegengesetzt geladener  
Punktladungen



$$E = \frac{Q}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \left| \frac{|\vec{r} - \vec{x}_1|}{|\vec{r} - \vec{x}_1|^3} - \frac{|\vec{r} - \vec{x}_2|}{|\vec{r} - \vec{x}_2|^3} \right|$$

Abschirmung eines elektrischen  
Feldes



$E =$  viel komplizierter

# Was ist wichtig?

- Jede elektrische Ladung erzeugt ein **radiales, elektrisches Feld**
- **Felder** mehrerer Einzelladungen überlagern sich → homogene Felder möglich
- Ein elektrisches **Feld** übt eine Kraft auf eine Ladung aus “Ladung x Feldstärke”
- **Feld** kann mittels **Feldlinien** veranschaulicht werden
- Potentielle Energie und **Feld** sind miteinander verbunden (vgl. Mechanik)

$$\bullet \quad E_{pot} = \underbrace{F \cdot \Delta x}_{\text{Kraft mal Weg}} \quad \rightarrow \quad E_{pot} = q \cdot E \cdot \underbrace{\Delta x}_{\text{Abstand}} \quad \text{vgl. } E_{pot,grav} = m \cdot g \cdot h$$

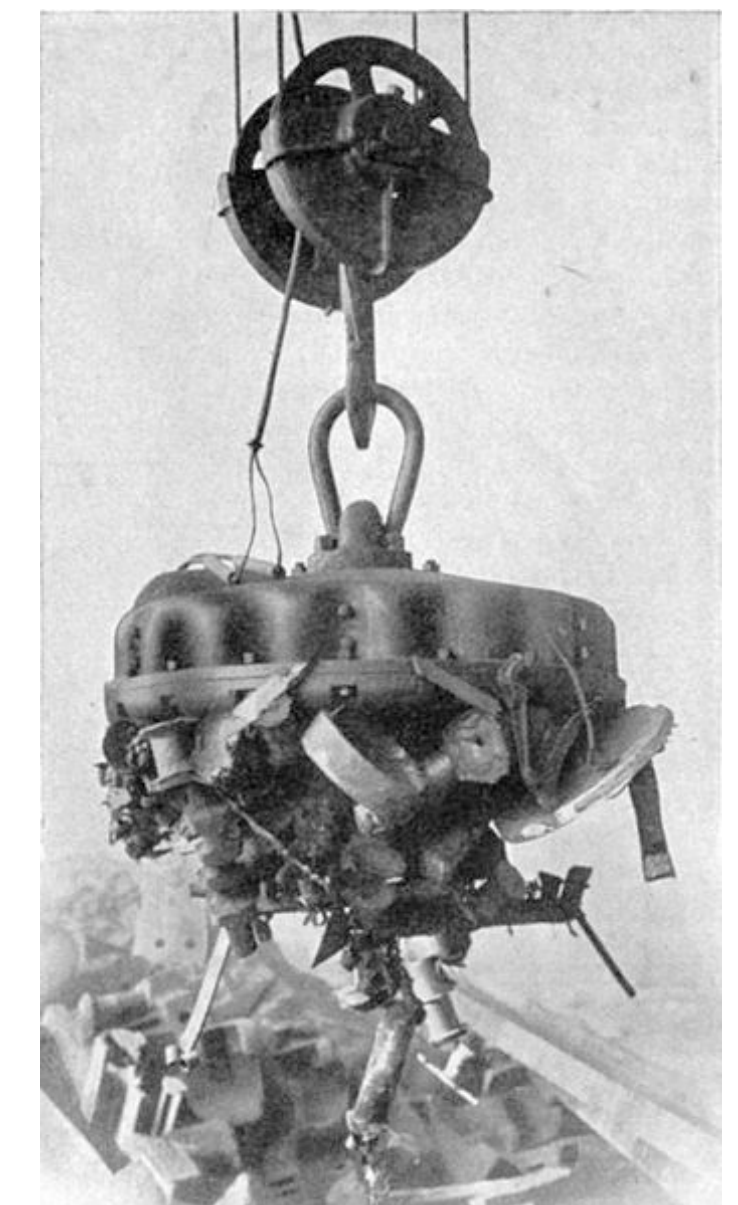


## 5.3) Magnetismus

- Wie entsteht Magnetismus und was ist es?
- Aus dem Alltag 2 Arten:
  - Permanentmagnete: z.B. Kühlschrank
  - Elektromagnete: z.B. Schrottplatz
- Wirken sehr unterschiedlich funktionieren aber gleich
- Zuerst Elektromagnet: An- und Ausschaltbar → Elektrizität?



Quelle: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colección\\_de\\_imanes\\_de\\_frigor%C3%ADfico\\_\(RPS\\_28-06-2015\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colección_de_imanes_de_frigor%C3%ADfico_(RPS_28-06-2015).png)

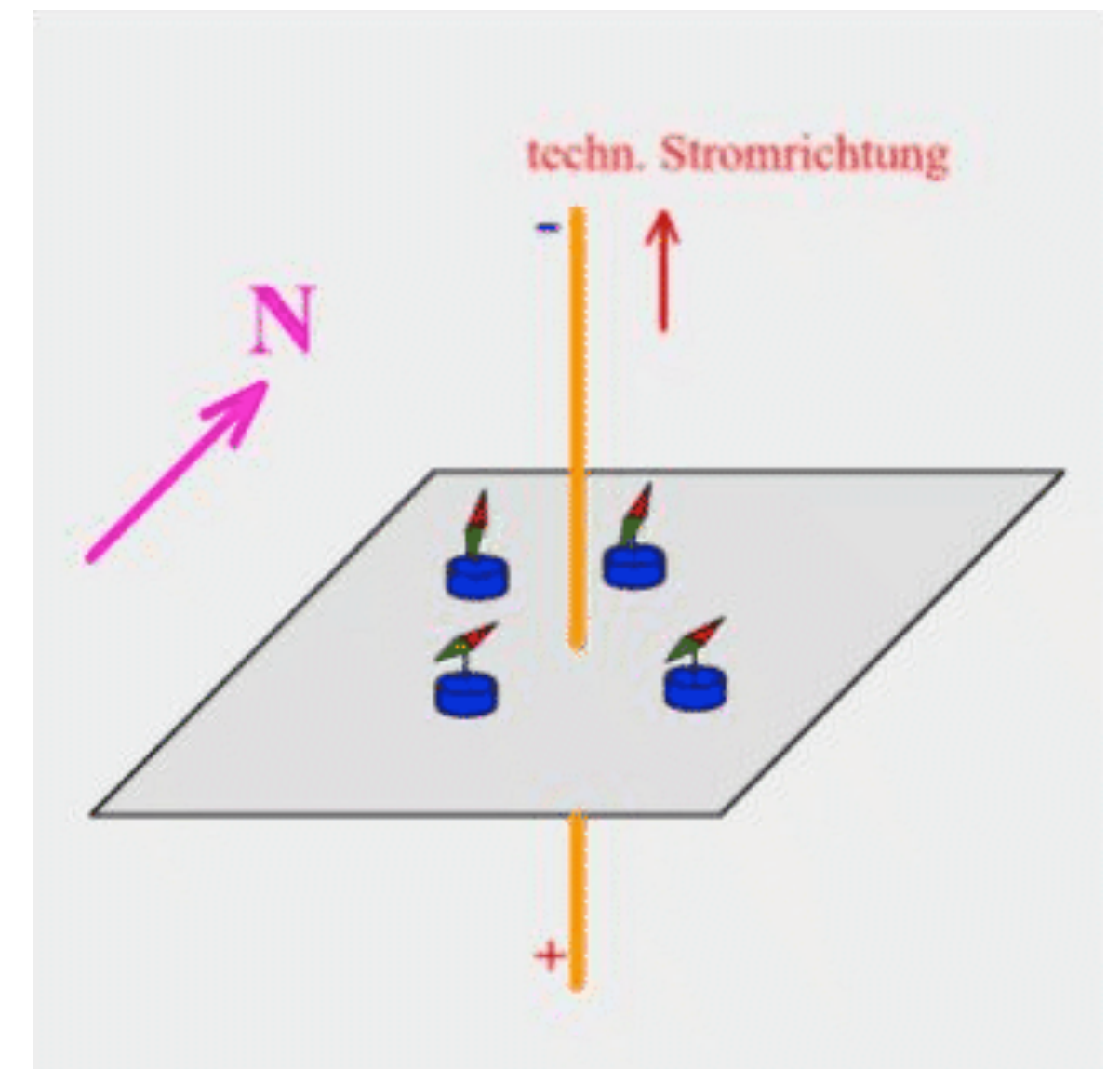
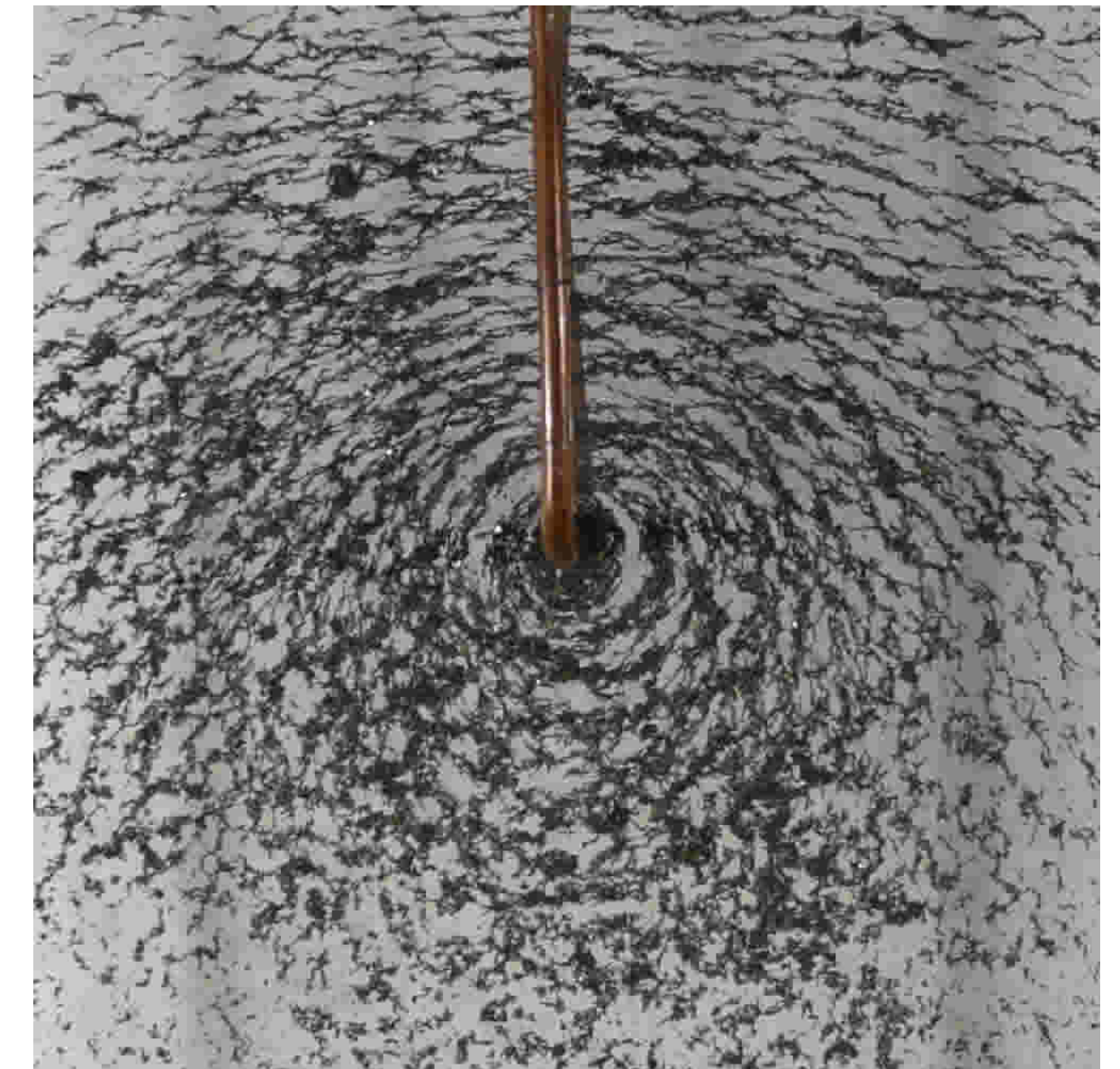


Quelle: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Industrial\\_lifting\\_magnet.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Industrial_lifting_magnet.jpg)



# Elektromagnetismus

- Ursprung in folgender Beobachtung:
  - Metallspäne verteilt um elektrischen Leiter
  - Lässt man Strom fließen bilden die Späne Kreise
  - “Stromdurchflossene Leiter erzeugen ein Magnetfeld”
- Verwendet man Kompass statt Späne:
  - Stromrichtung ändert Magnetfeld-Richtung

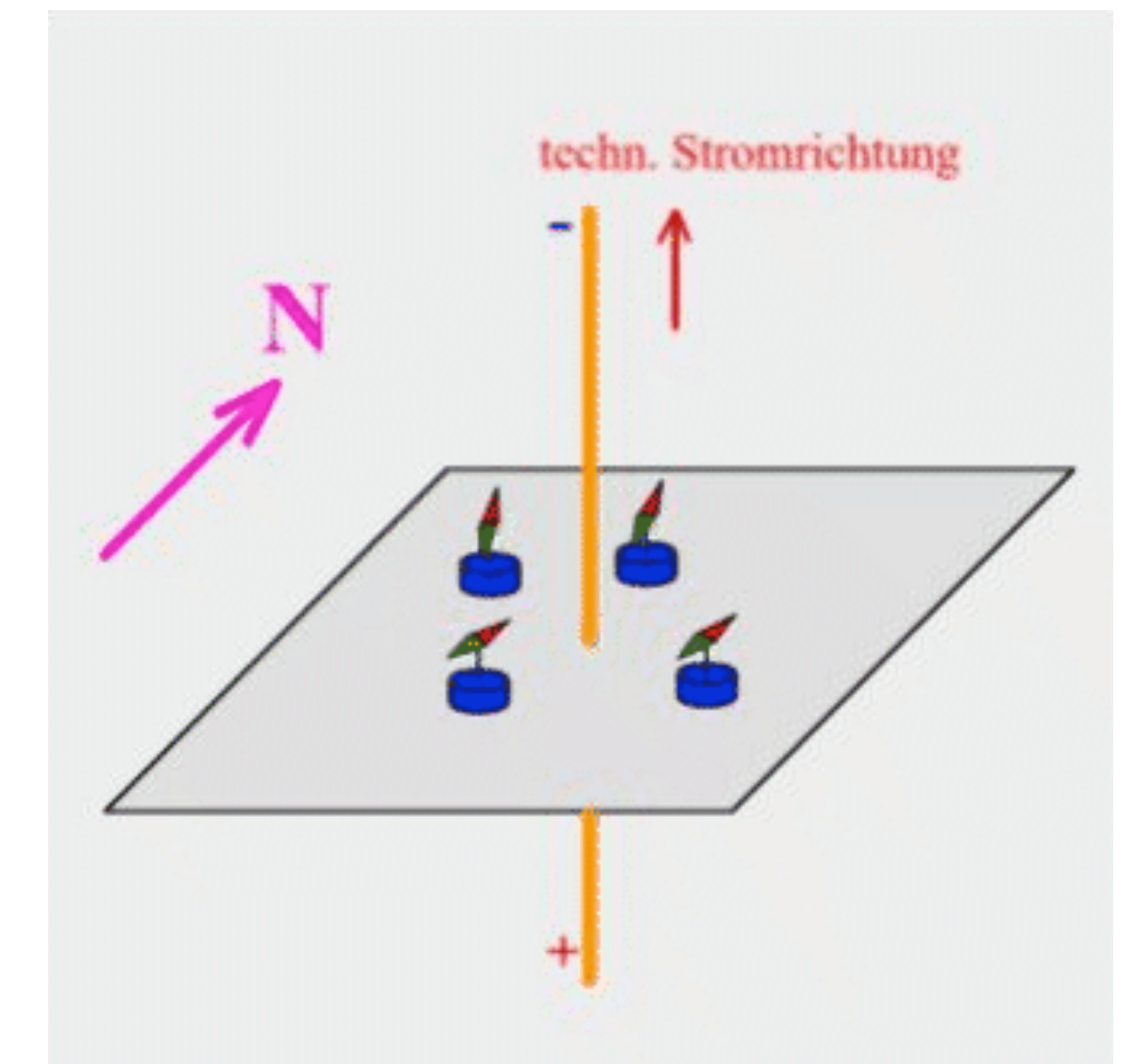
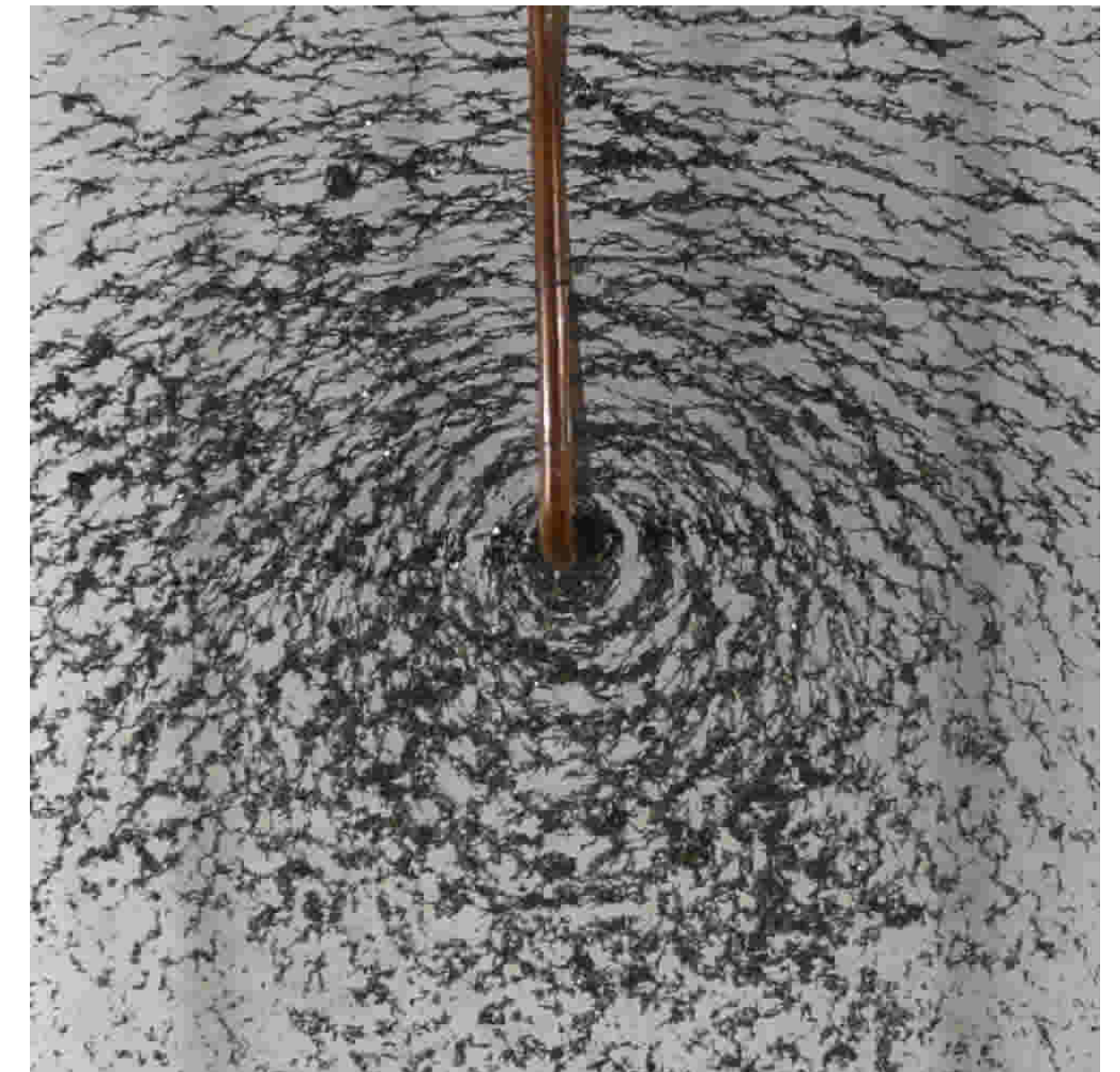




# Elektromagnetismus

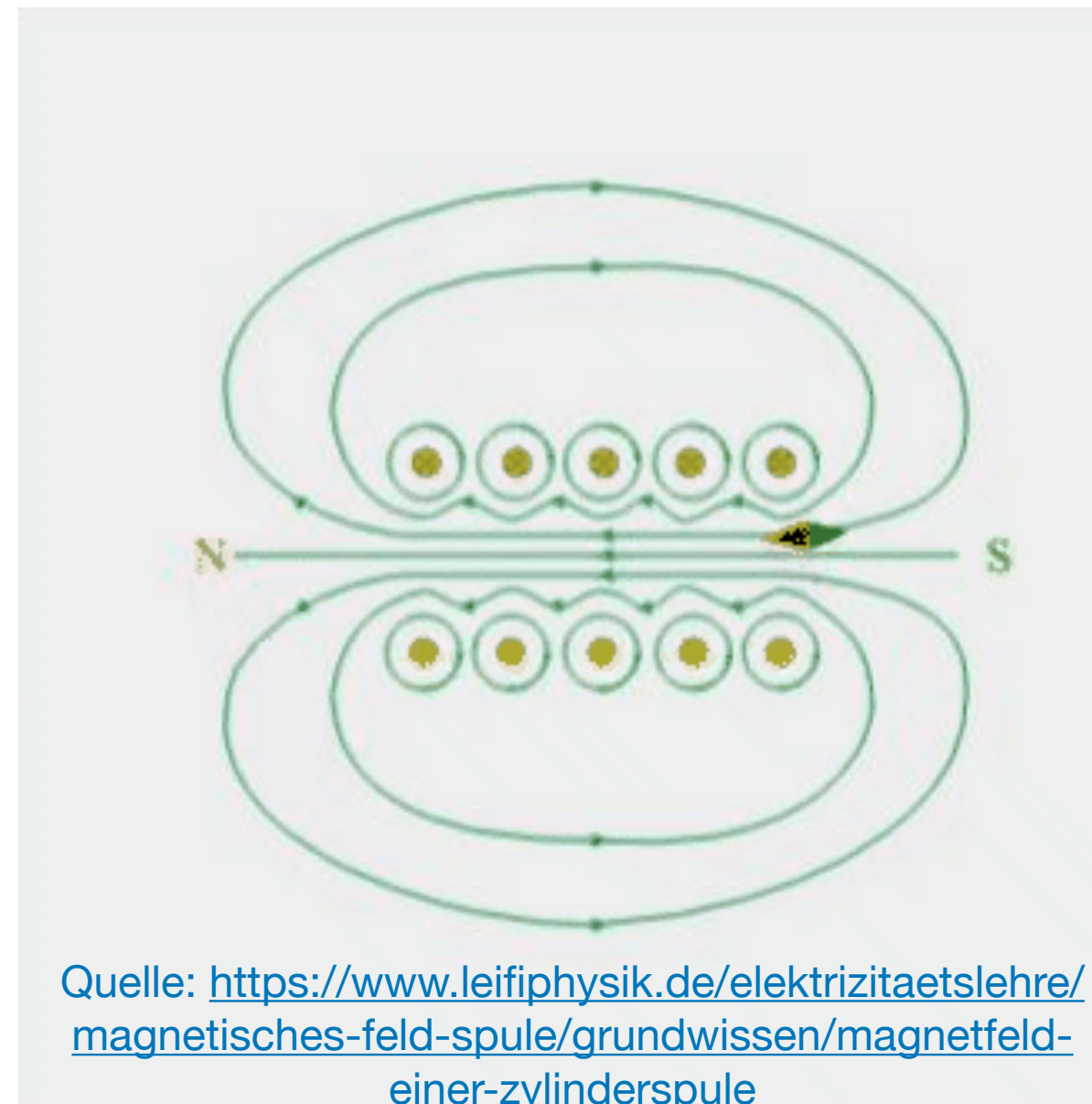
- Merkhilfe für Fluss-Richtung: Rechte-Hand-Regel
  - Daumen zeigt Stromfluss von + nach -
  - Restliche Finger zeigen Flussrichtung des Magnetfeld
- Richtung der Magnetfeldlinien symbolisiert Krafrichtung
- Stärke des Feldes ist abhängig vom Strom und Abstand:

- $B = c_{magn.} \frac{I}{r}$  ... Magnetfeld; [B] = T ... Tesla



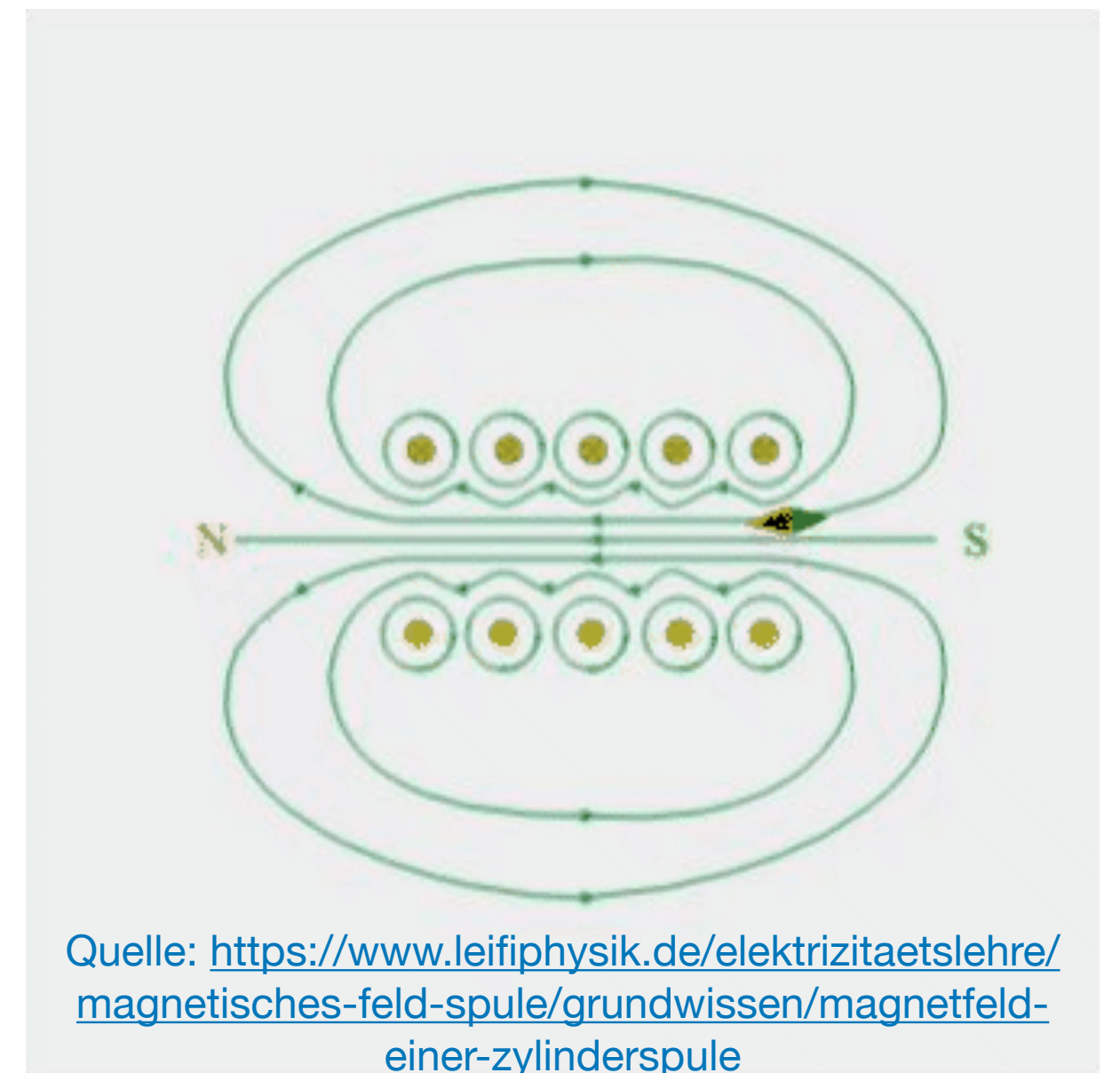
# Magnetfeld

- Kreisförmige Feldlinien sind nicht hilfreich um Dinge anzuziehen  
→ Wie bekommt man gerade Linien?
- Welches Magnetfeld erzeugen viele Leiter nebeneinander?



# Zylinderspule

- Besser: einen Leiter zu einer Spule aufwickeln (Stromstärke ist konstanter)
- $B = c_{\text{magn.}} \frac{N}{l} I$       $N \dots$  Anzahl d. Windungen;  $l \dots$  Länge der Spule
- Starkes (geradliniges) Magnetfeld durch ...
  - Viele Windungen
  - Kurze Spule
  - Hohe Stromstärke

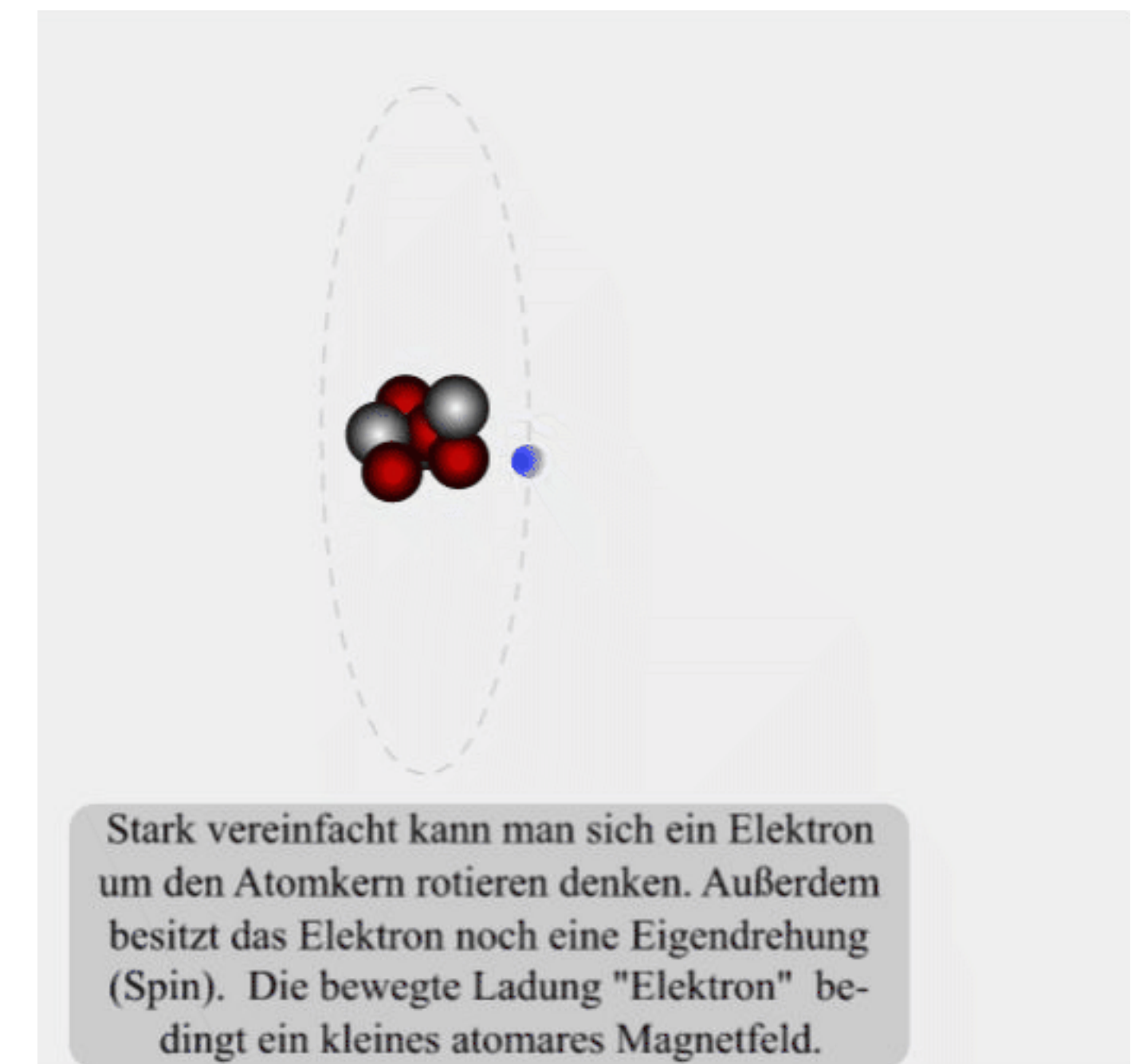




# Permanentmagnet

- Wie funktionieren nun Festkörperpermagnete?
- Magnetismus wird erzeugt durch bewegte Ladungsträger
- Atome bestehen aus Atomkern und Elektronen
- “Stromfluss auf atomarer Ebene” → Magnetfeld
- Abhängig von Material unterschiedliche Arten

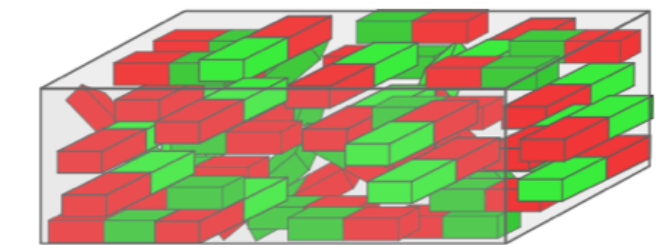
Quelle: <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/magnetisches-feld-spule/grundwissen/ferromagnetismus>



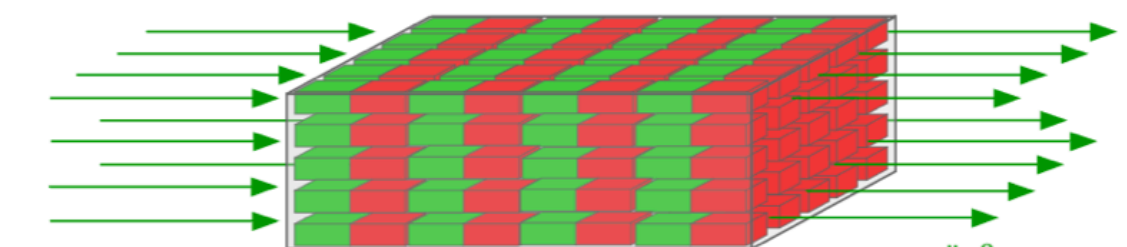
# Magnetismus

- Weißsche Bezirke geordnet:
  - Material **ist** magnetisch (Permanentmagnet)
- Weißsche Bezirke ungeordnet:
  - Material **kann** magnetisiert werden (z.B. Kühlschranktür)
  - Material **kann nicht** magnetisiert werden (z.B. Holz)
- **Vorsicht!** Diese Beschreibung ist falsch, aber hilft bei Verständnis (richtig: QM)

Quelle: <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/magnetisches-feld-spule/grundwissen/ferromagnetismus>



Weißsche Bezirke, die regellos in Vorzugsrichtungen des Kristalls angeordnet sind. Kristall ist nach außen hin unmagnetisch.



Weißsche Bezirke, in Richtung des äußeren Feldes angeordnet und dieses verstärkend.

äußeres Magnetfeld

# Zum Nachdenken

## 1. Warum ist Magnetismus so kompliziert?

- Stellt euch ein Elektron vor, dass sich **gleichförmig** bewegt, sich also in einem **Inertialsystem** befindet.
- Wer bewegt sich wirklich? Das Elektron oder der Beobachter? (vgl. Zug)
- Es existiert ein **Inertialsystem** indem das Elektron ruht → **Kein Magnetfeld**
- Widerspruch: Unterschiedliche Magnetfelder in unterschiedlichen Systemen
- Lösung nur mit Relativitätstheorie und Quantenmechanik möglich

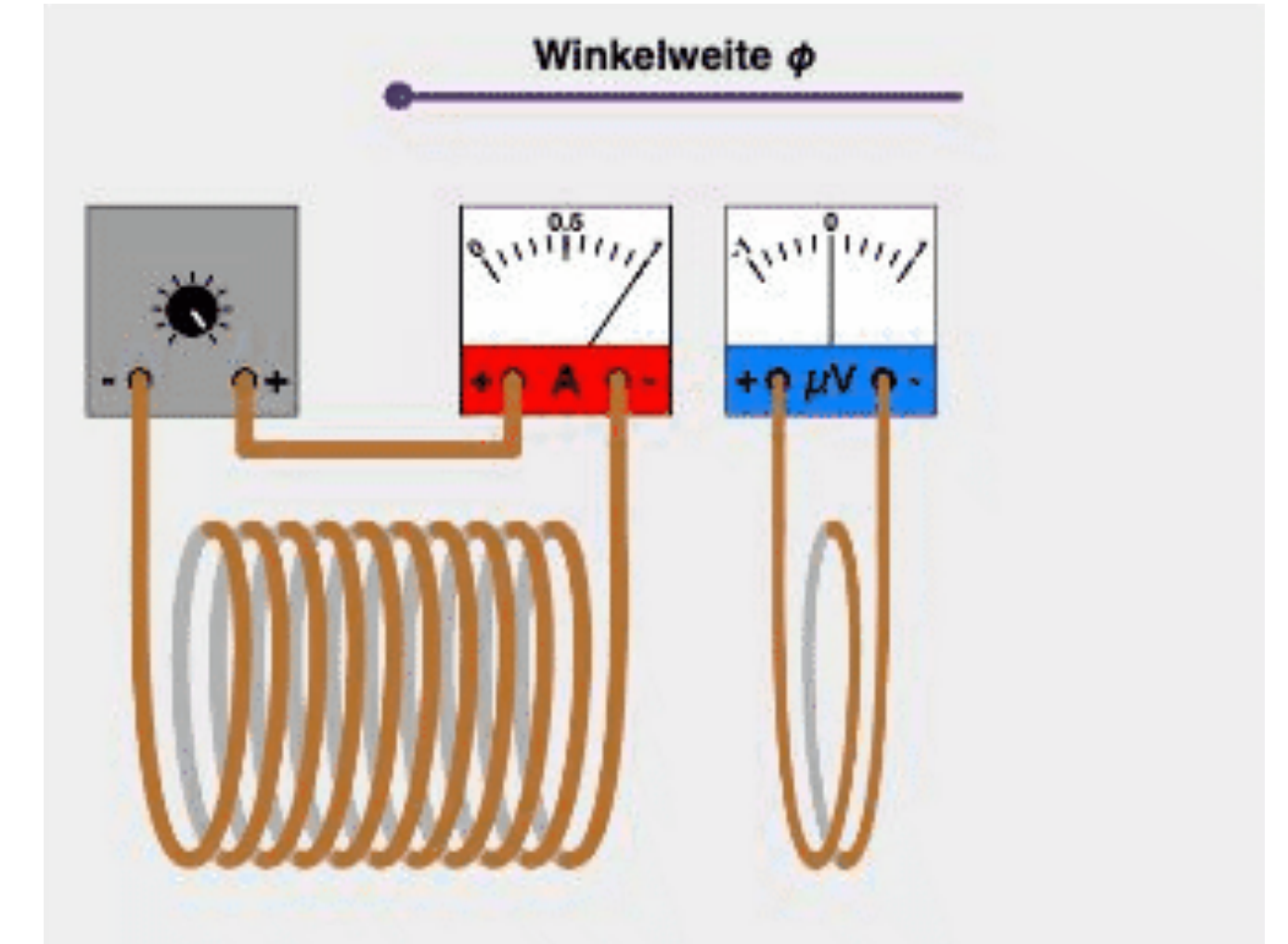
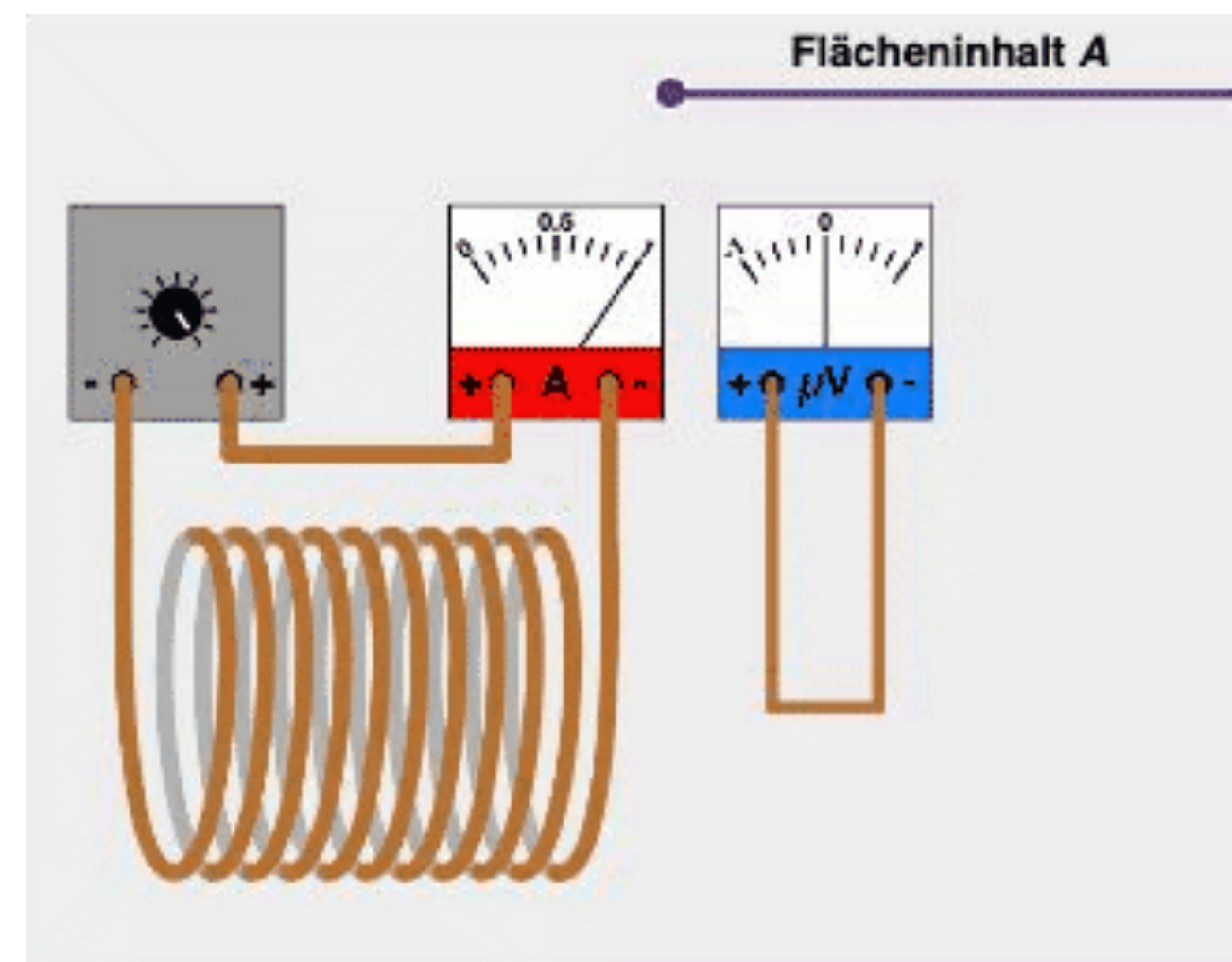
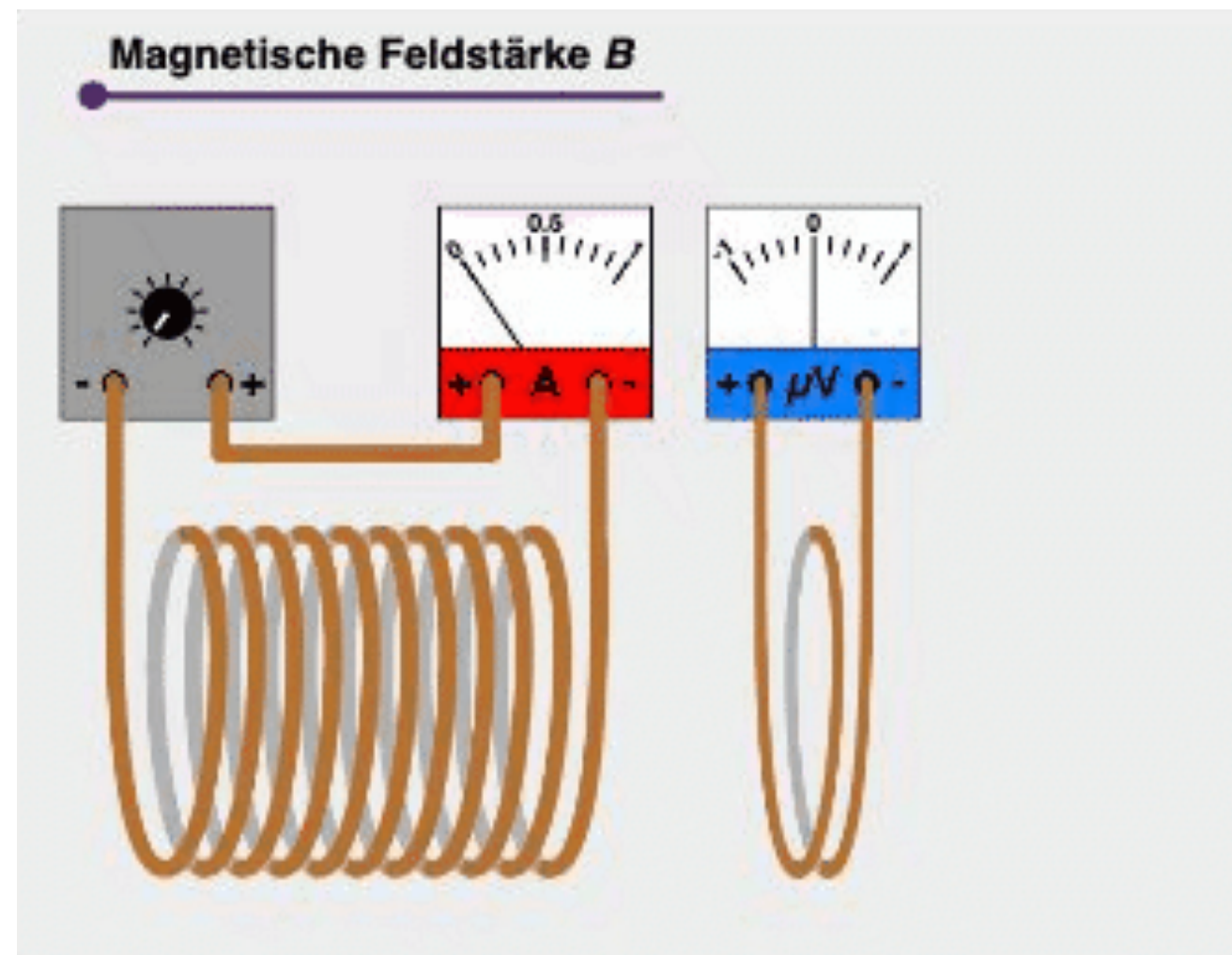
## 2. Was erzeugt das Magnetfeld der Erde?

## 5.4) Anwendungen & Phänomene

- Wir wollen nun noch 3 Anwendungen näher kennen lernen
  - Induktion (Magnetismus)
  - Elektrische Schaltungen (inkl. Gleich-/Wechsel-Strom)
  - Elektrische Maschinen (Elektromotor)
- Frage zum aufwärmen:
  - Was passiert wenn man eine zweite Spule ohne Strom neben eine stromdurchflossene gibt?



# Induktion



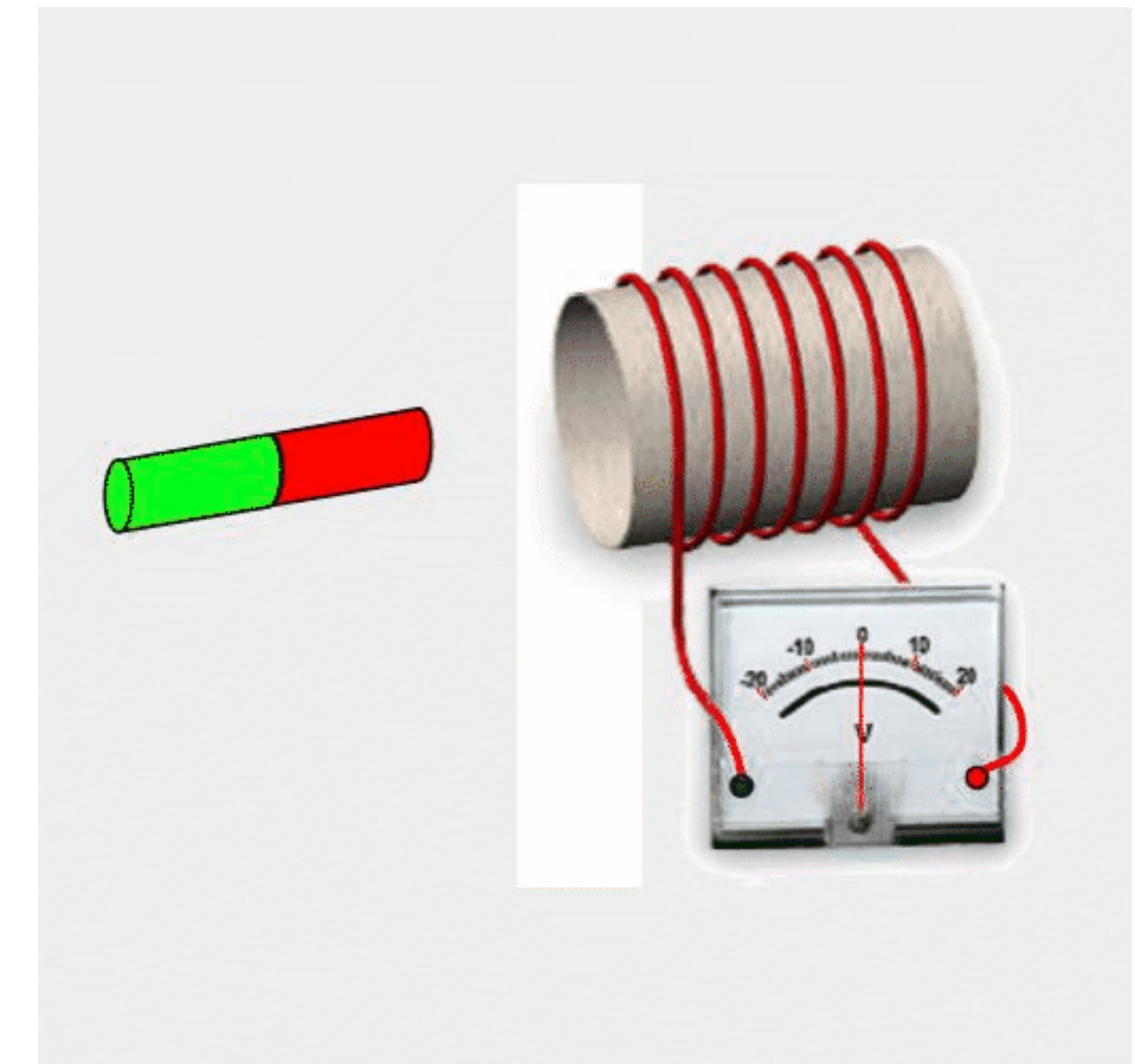
Quelle: <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-induktion/grundwissen/induktionserscheinungen>

# Induktion

- Wir sehen also:
  - Ein konstantes Magnetfeld das durch eine Spule geht hat **keinen** Einfluss
  - Ein veränderliches Magnetfeld das durch eine Spule geht **induziert Strom**
- Ursache:
  - Elektronen in der Spule werden “verschoben” durch Magnetfeld → Strom
  - Wenn Gleichgewichtsposition erreicht ist → kein Strom

# Induktion

- Induktion entsteht immer wenn ein veränderliches Magnetfeld auf eine Spule trifft
- “Regel von Lenz” zur Bestimmung der Stromrichtung:
  - Der Induktionsstrom ist stets so gerichtet, dass er die Ursache seiner Entstehung zu hemmen sucht.
- Induktion ist die Umkehrung von Elektromagneten:
  - Strom aus Magneten



Quelle: <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-induktion/grundwissen/induktion-durch-feldaenderung>