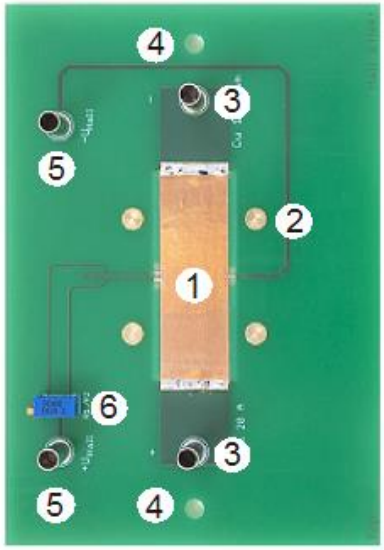
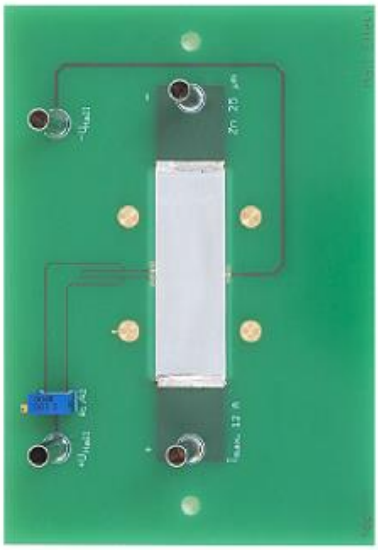
Kupferprobe für Hall-Effekt 1018751
Zinkprobe für Hall-Effekt 1018752

Bedienungsanleitung

08/16 MH/JS





1 Probe
2 Abstandshalter
3 Anschluss für Querstrom
4 Bohrungen für Halter
5 Abgriff für Hall-Spannung
6 Offset-Steller

1. Sicherheitshinweise

In den Experimenten zum Hall-Effekt an Metallen fließen hohe Querströme bis zu 20 A durch die Kupferprobe und bis zu 12 A durch die Zinkprobe. Bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ist der sichere Betrieb der Probenplatinen gewährleistet. Die Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn die Probenplatinen unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt werden.

- Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist (z.B. bei sichtbaren Schäden), sind die Probenplatinen unverzüglich außer Betrieb zu setzen.
- Probenplatinen nur in trockenen Räumen benutzen.
- Maximal zulässige Probenströme nur kurzzeitig einstellen und niemals überschreiten.

2. Beschreibung

Die Kupferprobe und die Zinkprobe für Hall-Effekt dienen zum Nachweis des Hall-Effekts und zur Messung der Hall-Spannung U_H an Metallproben, die von einem Querstrom I durchflossen werden und sich in einem Magnetfeld mit magnetischer Flussdichte B senkrecht zur Stromrichtung befinden.

Die Probenstreifen haben eine Dicke von 17,5 µm (Kupfer) und 25 µm (Zink). Sie sind jeweils auf einer Probenplatine zusammen mit einem 4-mm-Buchsenpaar zum Abgriff der Hall-Spannung, einem 4-mm-Buchsenpaar zum Anlegen des Querstroms und einem Offsetsteller verlötet.

Zwei Bohrungen dienen zur Halterung der Probenplatine im Kombihalter für Hall-Effekt (1019388). Vier Abstandshalter sorgen für ausreichenden Abstand zum Polschuh des Elektromagneten, der den Einsatz eines Magnetfeldsensors am Probenort erlaubt.

3. Technische Daten

Kupferprobe:

Dicke:	17,5 µm ± 25%
Max. Querstrom:	20 A DC
Reinheit:	99,9%

Zinkprobe:

Dicke:	25 µm ± 25%
Max. Querstrom:	12 A DC
Reinheit:	99,95%

Gemeinsame Daten:

Probenflächen:	16 x 50 mm^2
Abmessungen inkl. Anschlussbuchsen:	ca. 130x90x25 mm^3
Masse:	ca. 45 g

4. Ausstattung für Experimente

Probenstromkreis und Spannungsmessung:

1 Kombihalter für Hall-Effekt	1019388
1 Messverstärker U @230V	1020742
oder	
1 Messverstärker U @115V	1020744
1 Digital-Multimeter P1035	1002781
1 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel	1002843
1 DC-Netzgerät 0 – 16 V, 0 – 20 A	1002771
1 Paar Experimentierkabel	1002850

Stromkreis des Elektromagneten:

1 U-Kern D	1000979
2 Spulen D mit 600 Windungen	1000988
1 Paar Polschuhe und Spannbügel D	1009935
1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A, @230 V	1003312
oder	
1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A, @115 V	1003311
1 Zweipoliger Umschalter	1018439

Magnetfeldmessung:

1 Magnetfeldsonde, flexibel	1012892
1 Teslameter E	1008537

5. Aufbau

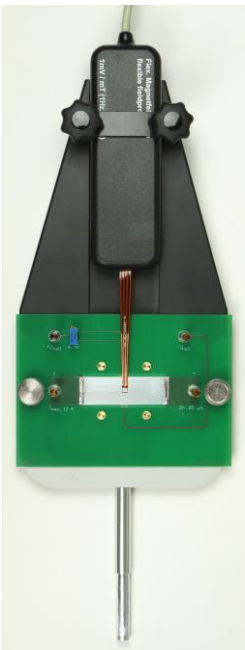


Fig. 1:
Kombihalter mit Probenplatine und Magnetfeldsonde

Fig. 2: Gesamter experimenteller Aufbau

Halterung der Probe:

- Probenplatine im Kombihalter für Hall-Effekt (1019388) montieren (siehe Fig. 1).
- Ohne die Probenfolie zu beschädigen den Magnetfeldsensor vorsichtig so im Kombihalter montieren, dass der aktive Bereich des Sensors mittig über (!) der Probe liegt (siehe Fig. 1).
- Stiel des Kombihalters in der Bohrung des U-Kerns D festklemmen.

Elektromagnet:

Hinweis:

Eventuelle auftretende Induktionsspannungen könnten die empfindliche Messung der Hall-Spannung stören.

- *Elektromagnet unbedingt mit geglättetem Gleichstrom betreiben.*

- Spulen D auf den U-Kern stecken, Polschuhe aufsetzen und mit Spannbügel so festklemmen, dass die Abstandshalter der Probenplatine gerade berührt werden.
- Spulen D in Reihe an das DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A anschließen; dabei die zweite Spule so anschließen, dass sie die magnetische Flussdichte am Probenort vergrößert und nicht kompensiert.

Messung der Hall-Spannung:

- Messverstärker U mit Verstärkung 10^5 und Zeitkonstante 0,1 s betreiben.
- Ausgang mit Hilfe der Offsetsteller des Messverstärkers bei kurzgeschlossenem Eingang auf null abgleichen.
- Messverstärker U an Abgriff für Hall-Spannung anschließen; dabei auf die Polung achten.

Probenstromkreis und Spannungsmessung:

Hinweis:

Störungen aus dem Netzteil der Quelle für den Querstrom sowie mangelnde Glättung des Querstromes können die empfindliche Messung der Hall-Spannung beeinflussen.

- *DC-Netzgerät 0 – 16 V, 0 – 20 A als Quelle für den Querstrom einsetzen.*
- Beim Anschluss der Stromquelle an die Probenplatine auf die Polung achten.

Austausch der Probenplatinen:

- Alle Netz- und Messgeräte ausschalten.
- Spannbügel der Polschuhe lösen und Polschuhe etwas auseinander ziehen.
- Oberteil des Kombihalters mit montiertem Magnetfeldsensor nach oben vom Unterteil ziehen.
- Probenplatine austauschen.
- Oberteil vorsichtig wieder aufstecken, ohne die Probenfolie zu beschädigen.
- Polschuhe zusammenschieben und mit Spannbügel festklemmen.

6. Durchführung

Magnetfeld:

Hinweise:

Die Spulen D des Elektromagneten sind auf eine Dauerbelastung von maximal 2 A ausgelegt.

- *Maximalwert 2 A nicht dauerhaft überschreiten.*

Ein Umpolen der Anschlüsse bei vollem Strom kann das DC-Netzgerät überlasten.

- *Vorzeichenwechsel des Stromes nur bei sehr kleinen Strömen herbeiführen.*
- Magnetfeldsonde aus Aufbau entnehmen und an eine Stelle führen, an der störende Magnetfelder (B > 1 mT) nicht zu erwarten sind.
- Offset des Teslameters im Messbereich 2000 mT auf Null stellen.
- Die Hysteresekurve des Elektromagneten auf Symmetrie zum Nullpunkt prüfen.

Messung des Hall-Effekts:

Hinweise:

Die Probe kann elektrisch als Widerstandsbrücke in horizontaler und vertikaler Richtung betrachtet werden. Asymmetrien in der Beschaffenheit der Lötverbindungen verursachen Verfälschungen der zu messenden Hall-Spannungen. Alle thermischen Verwerfungen, die nicht symmetrisch zu den Mittellinien auftreten, verstimmen die Widerstandsbrücke und überlagern die zu messende Hall-Spannung. Diese thermischen Verwerfungen können vom Querstrom abhängen.

- *Zur Nullpunktkalibrierung der Hall-Spannungen die Hysteresekurve des Elektromagneten so durchlaufen, dass das Magnetfeld den Wert null hat.*
- *Bei jeder Änderung des Querstromes mit dem Offsetsteller der Probenplatine eine neue Nullpunktkalibrierung durchführen. Dazu den mitgelieferten Abgleichstift verwenden.*
- *Insbesondere bei hohen Querströmen die Nullpunktkalibrierung immer wieder überprüfen.*
- Gewünschten Querstrom mit gewünschten Vorzeichen einstellen; dabei den für die Probe zulässigen Maximalwert auf keinen Fall überschreiten.
- Nullpunkt des Magnetfeldes sorgfältig durch geeignete Wahl des Stromes durch den Elektromagneten einstellen und angezeigte

Hall-Spannung mit dem Offsetsteller der Probenplatine auf null abgleichen.

- Gewünschtes Magnetfeld einstellen und Hall-Spannung ablesen.

- Je nach Experiment bei gleichem Querstrom weitere Magnetfeldwerte einstellen und zugehörige Hall-Spannungen messen.
- Immer wieder den Nullabgleich der Hall-Spannung überprüfen.

- Je nach Experiment anderen Querstrom einstellen und Magnetfeld auf null einstellen.
- Nullpunkt der Hall-Spannung mit dem Offsetsteller der Platine erneut abgleichen.

7. Bestimmung der Hall-Konstante

Es gilt: $U_H = A_H \cdot \frac{B}{d} \cdot I$

U_H: Hall-Spannung, A_H: Hall-Konstante,
B: Magnetische Flussdichte durch die Probe
d: Dicke der Probe, I: Querstrom

Daher lässt sich aus den Geradensteigungen in den nachfolgenden Diagrammen die Hall-Konstante bestimmen.

Man findet

$$A_H(\mathrm{Cu}) = -47 \cdot 10^{-12}\ \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{C}}.$$

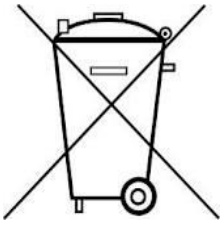
und

$$A_H(\mathrm{Zn}) = +47 \cdot 10^{-12}\ \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{C}}.$$

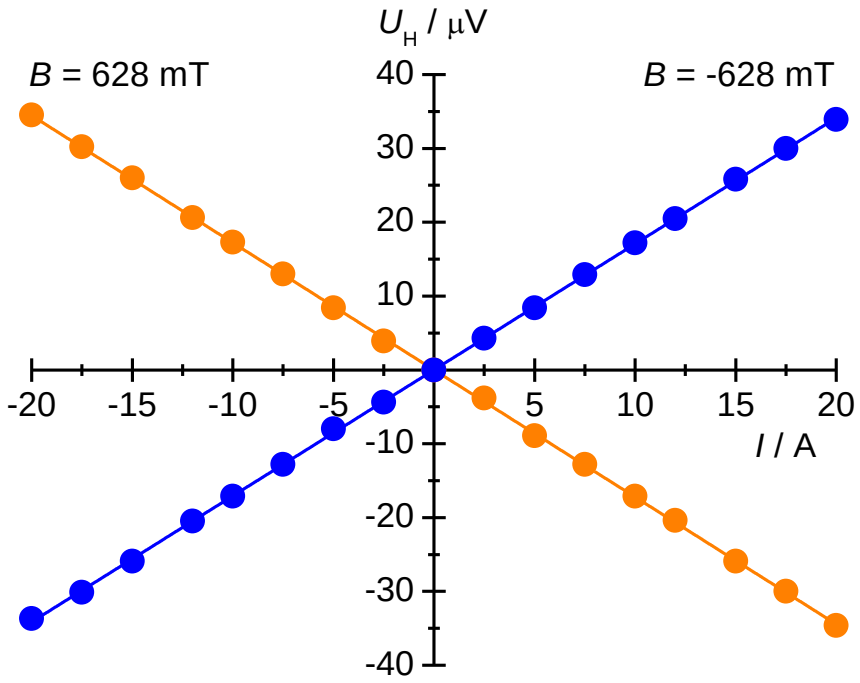
Allerdings spezifiziert der Hersteller der Probenfolien deren Dicke mit einer Toleranz von ± 25%. Daher sind die ermittelten Hall-Konstanten mit der gleichen Unsicherheit behaftet.

8. Aufbewahrung, Reinigung, Entsorgung

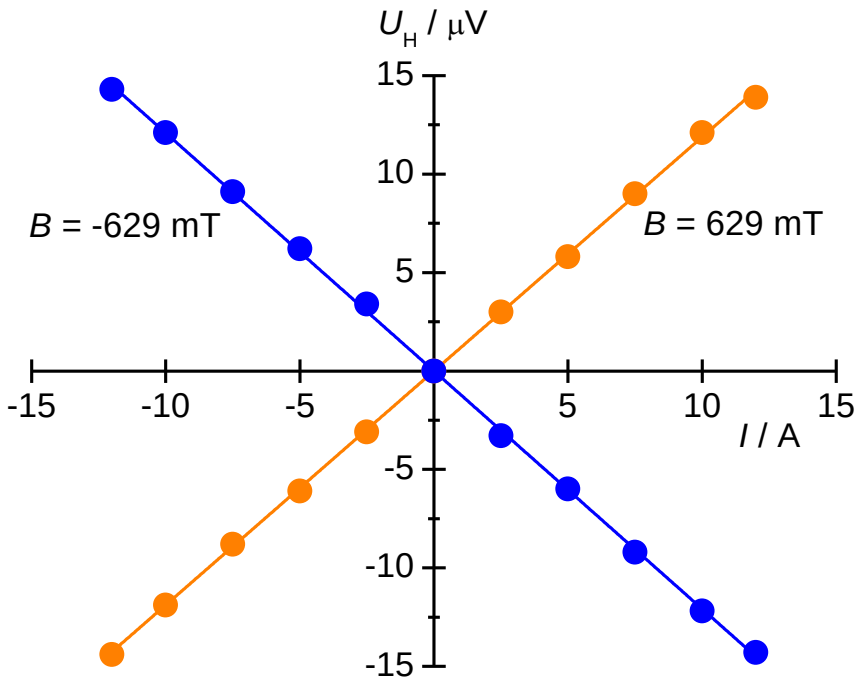
- Gerät an einem sauberen, trockenen und staubfreien Platz aufbewahren.
- Zur Reinigung keine aggressiven Reiniger oder Lösungsmittel verwenden.
- Die Verpackung ist bei den örtlichen Recyclingstellen zu entsorgen.
- Sofern das Gerät selbst verschrottet werden soll, so gehört dieses nicht in den normalen Hausmüll. Bei Nutzung in Privathaushalten kann es bei den örtlichen öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern entsorgt werden.



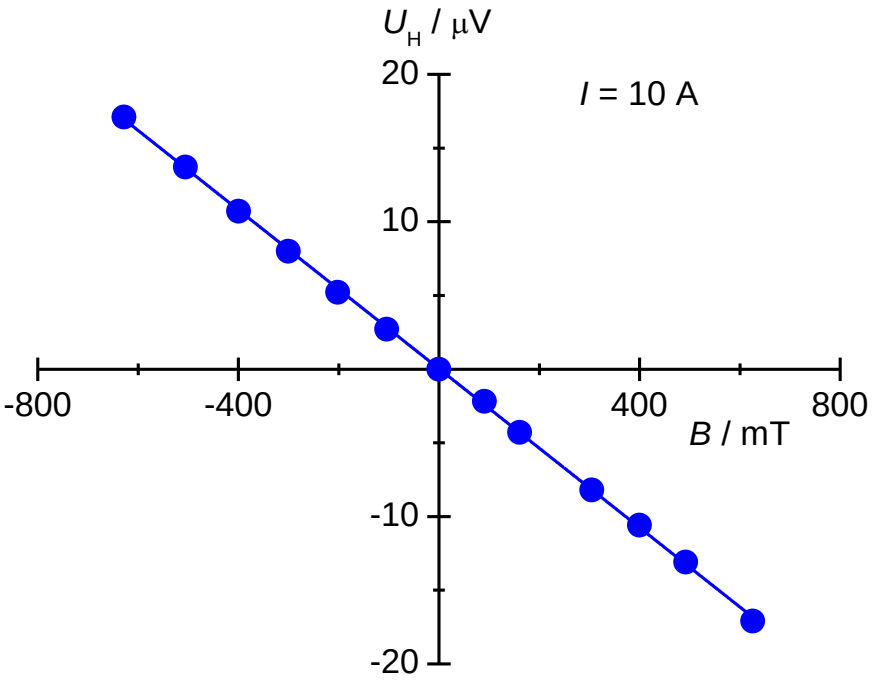
- Geltende Vorschriften zur Entsorgung von Elektroschrott einhalten.



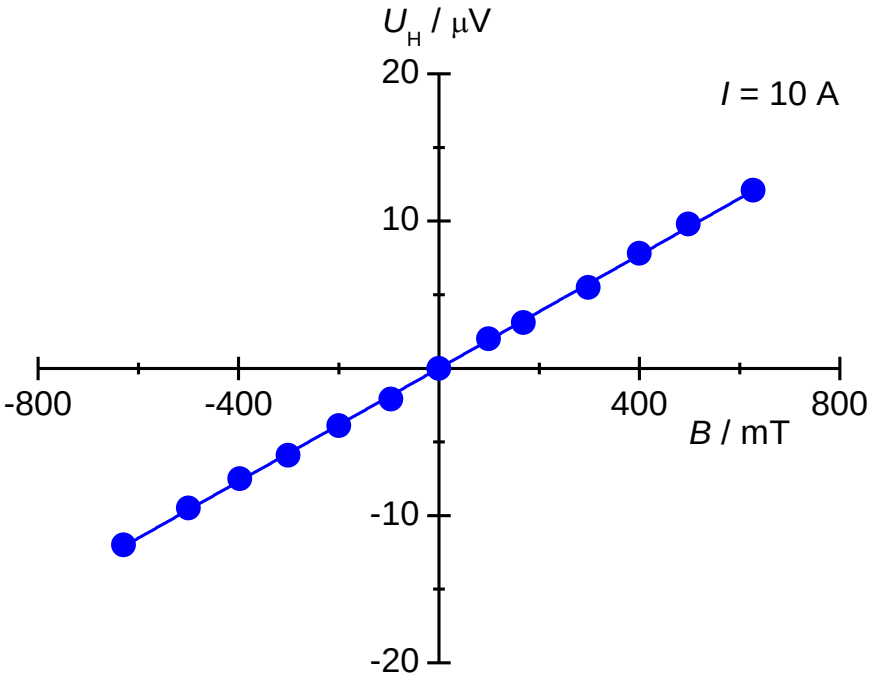
Hall-Effekt an Kupfer, U_H (I), B = -638 mT (blau), B = 638 mT (orange)



Hall-Effekt an Zink, U_H (I), B = -638 mT (blau), B = 638 mT (orange)



Hall-Effekt an Kupfer, U_H (B), I = 10 A



Hall-Effekt an Zink, U_H (B), I = 10 A

© Copyright 2016 3B Scientific GmbH