

In diesem Versuch messen Sie die Ausrichtung und Stärke des Erdmagnetfeldes und lernen dabei den Umgang mit in jedem aktuellen Smartphone mitgelieferten Sensoren kennen.

**Vorbereitung:** Laden Sie vorab die App **phyphox** auf Ihr Smartphone und machen Sie sich damit vertraut (z.B. <https://phyphox.org/de/download-de/>).

**Material:** Zollstock, Smartphone (Phyphox), Kreisscheibe, Holzplatte mit Halterung und Faden mit Gewicht

**Aufgabe:** Messen Sie die Inklination des Magnetfeldes mithilfe eines Magnetometers. Die Inklination beschreibt den Neigungswinkel der Feldlinien des Erdmagnetfelds zur Horizontalen, also den Winkel zwischen der Richtung des Erdmagnetfeldlinie und der Erdoberfläche. Am Äquator beträgt die Inklination fast  $0^\circ$ , an den Polen ca.  $\pm 90^\circ$ .



1. Befestigen Sie eines ihrer Smartphones in der vorhergesehenen Halterung und öffnen Sie das Magnetometer in der Phyphox App. Wie ist der Sensor im Smartphone ausgerichtet? Bestimmen Sie die Orientierung der jeweiligen Koordinaten (x,y,z) im Sensor:

Die x-Koordinate ist parallel zur unteren Kante des Smartphones ausgerichtet, die y-Koordinate parallel zur seitlichen Kante und die Z-Komponente in das Smartphone hinein.

Das Brett wird jetzt so ausgerichtet, dass das Erdmagnetfeld entlang von diesem orientiert ist.

- 2 Orientieren Sie das Brett auf der Kreisscheibe so, dass zwei der Koordinaten Null sind (Vorzugsweise die x- und z-Koordinate). Welchen Absolutwert zeigt die letzte Koordinate an?

In Mitteleuropa beträgt das Erdmagnetfeld etwa  $20\mu\text{T}$  in der horizontalen und  $44\mu\text{T}$  in der vertikalen Richtung. Der Absolutwert liegt bei  $48\mu\text{T}$ .

Der gemessene Wert liegt bei etwa  $46 - 49\mu\text{T}$ , je nach Smartphone-Modell.

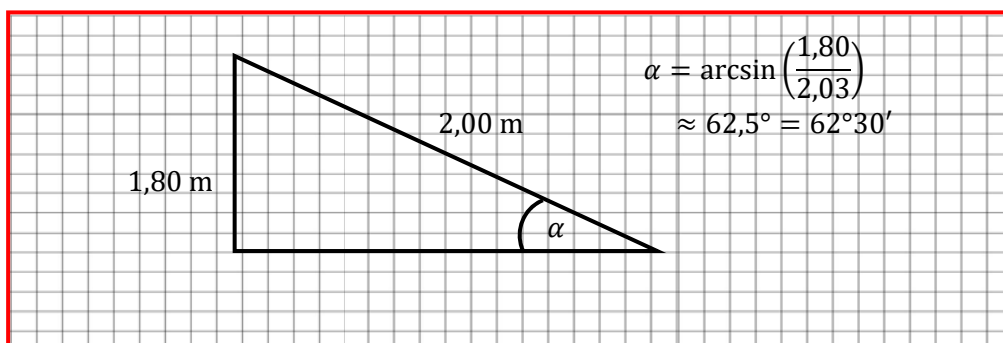
Richtet man das Smartphone so aus, dass nur eine Komponente den Wert  $0,0\mu\text{T}$  angibt, so ergibt sich eine horizontale und eine vertikale Komponente von  $\sim 20\mu\text{T}$  und  $42\mu\text{T}$ .

- 3 Das Brett soll jetzt als Vektor im vordefinierten Koordinatensystem beschrieben werden. Dazu stellen Sie eine Ecke der Bodenkante genau in den Ursprung auf die Scheibe. Geben Sie die Koordinaten des Vektors an:

$$\vec{r} = \begin{pmatrix} 0,21 \\ 0,91 \\ 1,80 \end{pmatrix} \text{ m}$$

Entspricht der Betrag des Vektors der Länge des Bretts?

4  $|\vec{r}| = \sqrt{(0,21\text{ m})^2 + (0,91\text{ m})^2 + (1,80\text{ m})^2} = 2,03\text{ m}$



- 5 Mit der bekannten Ausrichtung des Sensors aus Aufgabe 1 erkennt man, dass der Winkel zwischen dem Brett und dem Boden die Inklination ist. In Düsseldorf beträgt der Wert circa  $66^\circ 33'$  [1].

Passt dies zur Messung? Aus welchen Gründen könnte die Messung von dem tatsächlichen Wert abweichen?

Die Messung weicht um  $4^\circ$  von der Angabe der Inklination an. Ungenauigkeiten sind selbstverständlich nicht ausgeschlossen. Die Genauigkeit wird beschränkt durch systematische Fehler beim Ablesen und Anlegen des Zollstocks.

Außerdem kann der Magnetfeldsensor von äußeren Einflüssen gestört werden. Je näher die Messung am Gebäude durchgeführt wird, desto weiter scheint die Messung vom erwarteten Wert abzuweichen.

### Auswertung für Zuhause:

- 6 Die Deklination entspricht dem Winkel zwischen Horizontalkomponente der Feldlinien und dem geografischen Norden. Hier entspricht dieser Winkel  $2^\circ 17'$  [1]. Können Sie sagen, wie das Gebäude der Uni gegen Norden ausgerichtet ist? Tipp: Die y-Achse des Koordinatensystems ist parallel zum Gebäude ausgerichtet.

Eingeschlossener Winkel mit y-Achse:  $\arctan\left(\frac{0,21}{0,91}\right) \approx 13^\circ$

Zur Kontrolle kann der Winkel auch aus dem „Google Maps“-Satellitenbild entnommen werden. Sie sehen, dass auch dort der Winkel  $13^\circ$  abgelesen werden kann. Beachten Sie, dass diese so genaue Übereinstimmung zufällig ist!

Karten, wie die von Google Maps, sind zum geografischen Nordpol ausgerichtet. Unsere Magnetfeldmessung sollte um die Deklination davon abweichen!

Aufgrund der Abweichung von  $4^\circ$  bei Messung der Inklination ist auch für die horizontale Richtung ein Fehler dieser Größenordnung zu erwarten. Deshalb ist es nicht möglich, die Deklination auf diese Art genau zu bestimmen.

