

# Magnetik

Praktikum zum Modul Geophysik

23. Mai 2022

Samuel Rückl (5669480): [samuel.rueckl@student.uni-tuebingen.de](mailto:samuel.rueckl@student.uni-tuebingen.de)

Lukas Hurth (5660177): [lukas.hurth@student.uni-tuebingen.de](mailto:lukas.hurth@student.uni-tuebingen.de)

Thomas Forster (5658972): [thomas.forster@student.uni-tuebingen.de](mailto:thomas.forster@student.uni-tuebingen.de)

Tabea Köck (5697779): [tabea.koeck@student.uni-tuebingen.de](mailto:tabea.koeck@student.uni-tuebingen.de)

Felix Mooser (5639098): [felix.mooser@student.uni-tuebingen.de](mailto:felix.mooser@student.uni-tuebingen.de)

Niclas Linder (5424597): [niclas.linder@student.uni-tuebingen.de](mailto:niclas.linder@student.uni-tuebingen.de)

## Inhalt

Inhalt.....	2
Einführung .....	3
Methoden.....	4
Ergebnisse .....	6
Diskussion .....	9
Schlussfolgerung.....	9

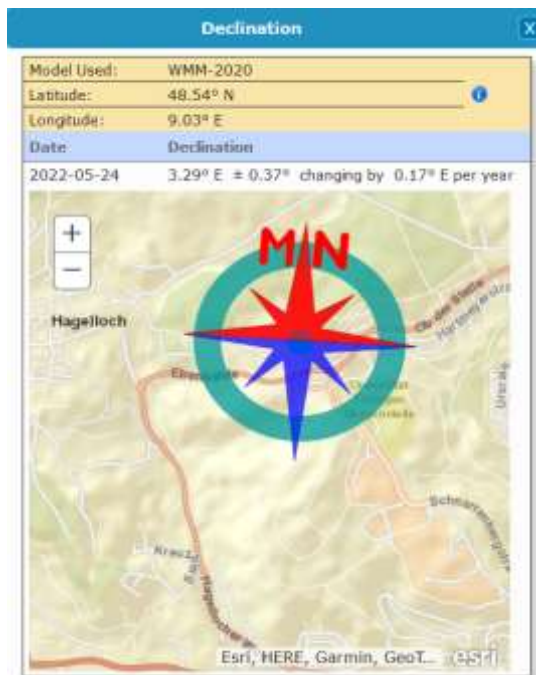
## Einführung

Am Montag, den 23.05.2022, absolvierte die Gruppe *Affengeschrei* unter Anleitung von Prof. P. Dietrich aus Leipzig das Feldpraktikum zur Magnetik. Anhand der induzierten magnetischen Anomalie konnte ein längliches metallisches Objekt im Untergrund des Studiengiets gegenüber dem Parkhaus Ebenhalde auf der Morgenstelle (*Abbildung 1*) lokalisiert werden. Zum Einsatz kamen die sogenannte Förstersonde zur Messung des magnetischen Gradienten und ein Overhauser-Magnetometer zur Messung der absoluten Magnetfeldstärke. Auf einem 20 m mal 20 m großen Feld wurden jeweils im Abstand von einem Meter Messungen durchgeführt. Das FEREX-Gradiometer lieferte hierbei 441 Messergebnisse, das Overhauser 20 Werte mehr, da alle 21 Messungen zum Ausgangspunkt zurückgekehrt wurde um eine eventuelle zeitliche Varianz der Stärke des Magnetfelds zu ermitteln und bei den Berechnungen zur berücksichtigen. Im folgenden Bericht werden die Resultate der Messungen präsentiert und hinsichtlich der Art, Tiefe, Ausdehnung und Orientierung des Objekts interpretiert.



**Abbildung 1:** Das Studiengiet (rot markiert) auf der Morgenstelle.

## Methoden



**Abbildung 2:** Position der Messstelle mit Deklination

Magnetic Field							
Model Used:	WMM-2020						
Latitude:	48.54° N						
Longitude:	9.03° E						
Elevation:	450.0 m GPS						
Date	Declination (+ E   - W)	Inclination (+ D   - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N   - S)	East Comp (+ E   - W)	Vertical Comp (+ D   - U)	Total Field
2022-05-24	3.2850°	64.5101°	20,904.1 nT	20,869.8 nT	1,197.8 nT	43,846.3 nT	48,574.5 nT
Change/year	0.1653°/yr	0.0199°/yr	7.2 nT/yr	3.7 nT/yr	60.6 nT/yr	54.2 nT/yr	52.0 nT/yr
Uncertainty	0.37°	0.21°	128 nT	131 nT	94 nT	157 nT	145 nT

**Abbildung 3:** Magnetfeld der Messstelle

Das Totalmagnetfeld an der Messstelle beträgt ungefähr 48 500 Nanotesla (Abbildung 2 und 3). Anhand der Abweichung der gemessenen von den zu erwartenden Werten soll die Pipeline lokalisiert werden. Die Erwartung ist, dass eine negative und eine positive Anomalie auftreten, welche die Endpunkte der Pipeline darstellen, da die Pipeline gewissermaßen als magnetischer Dipol wirkt.

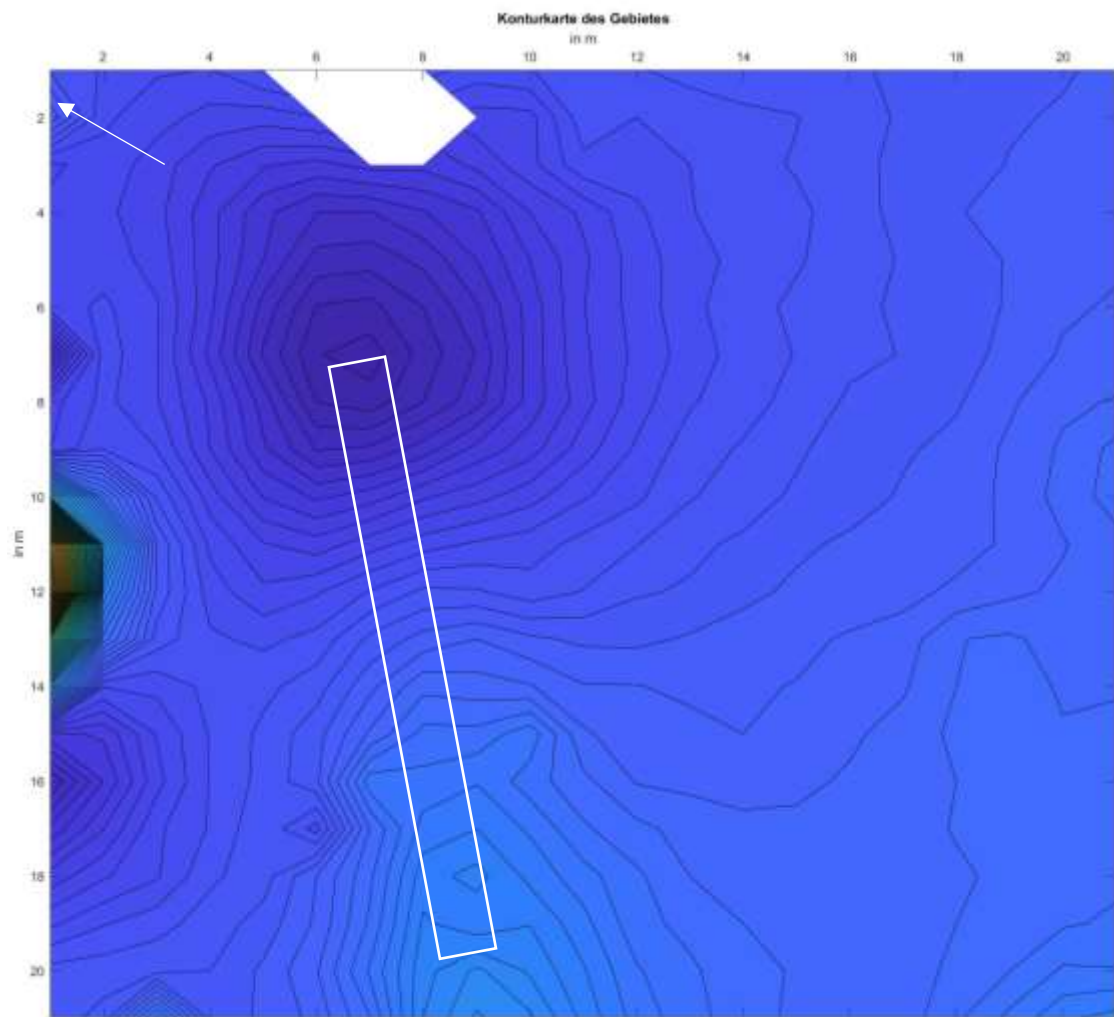
Bei den Messungen ist zu beachten, dass sich in unmittelbarer Umgebung des Messfeldes Objekte befanden, die die Genauigkeit der Messergebnisse durch ihren hohen, magnetisch wirksamen Stahlgehalt beeinflussten. In Westen des Felds befand sich der Unibus und ein großer Container in circa 10 bis 15 m Entfernung. Nördlich des Feldes standen wenige Meter

entfernt Bauzäune. Weiter nördlich ist das Parkhaus Morgenstelle, was ebenfalls die Ergebnisse beeinflusst.

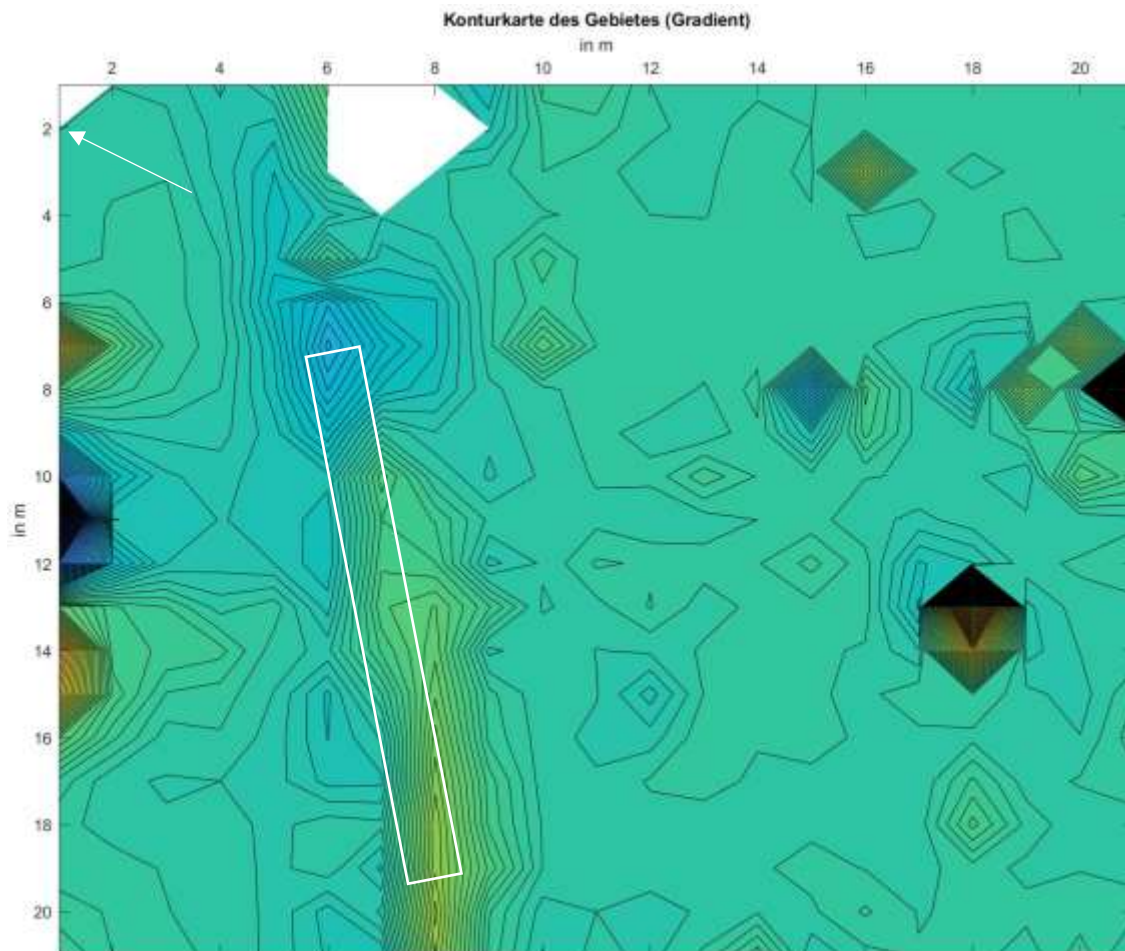
Das Fluxgate-Magnetometer FEREX der Firma Förster ist ein triaxialer Gradiometer, welcher mithilfe von vier Magnetsensoren in drei Richtungen das Messfeld aufspannt, in dem die Gradienten gemessen werden. Diese sind die Differenz zwischen dem Totalmagnetfeld und der Anomalie. Es gibt unterschiedliche Arten von Gradiometern. Der axiale Gradiometer der hier verwendet wurde, bietet den Vorteil, dass er für Messungen in der Tiefe geeignet ist. Das vorhandene Erdmagnetfeld variiert durch magnetische Objekte im Untergrund.

Das Prinzip des Overhauser-Magnetometers basiert auf der Ausrichtung des Kernspins von Atomen am Magnetfeld. In dem Overhauser-Magnetometer ist eine metallfreie, von einer Magnetspule umgebene Box verbaut, in der sich einprotonige Wasserstoff-Atome befinden. Wird nun das Magnetfeld der außenliegenden Spule aktiviert, richten sich die Atome mit ihrem Kernspin aus. Das induzierte Magnetfeld ist stärker als das Magnetfeld welches gemessen werden soll. Wird nun das induzierte Magnetfeld abgestellt, richten sich die Spins nachdem schwächeren Magnetfeld aus. Das ist in diesem Fall das Magnetfeld der Metallröhre im Boden. Gemessen wird nun der Drehimpuls des Teilchens. Das Teilchen besitzt ein magnetisches Dipolmoment in die Richtung des äußeren Magnetfelds. Dadurch wird eine elektromagnetische Strahlung ausgesendet die in der Spule eine Spannung induziert.

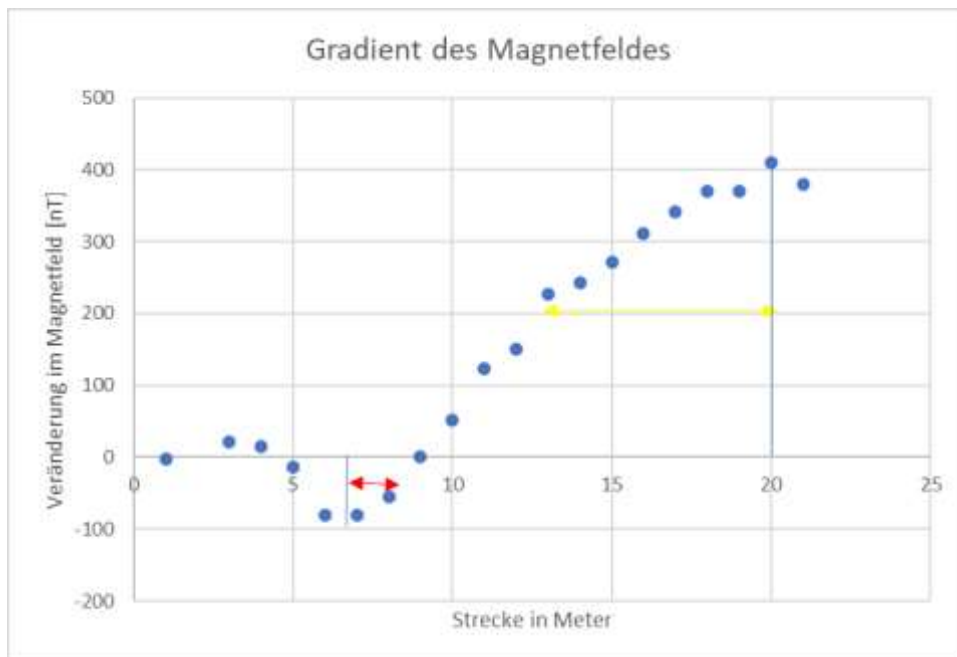
## Ergebnisse



**Abbildung 4:** Konturkarte des absoluten Magnetfeldes (je dunkler, desto niedriger ist der Wert) mit weißem Nordpfeil, Ausrichtung der Pipeline ist mit weißem Kasten markiert.



**Abbildung 5:** Konturkarte des Gradienten des Magnetfeldes (grünliche Bereiche sind positiv, bläuliche Bereiche negativ). Ausrichtung der Pipeline ist mit weißem Kasten markiert.

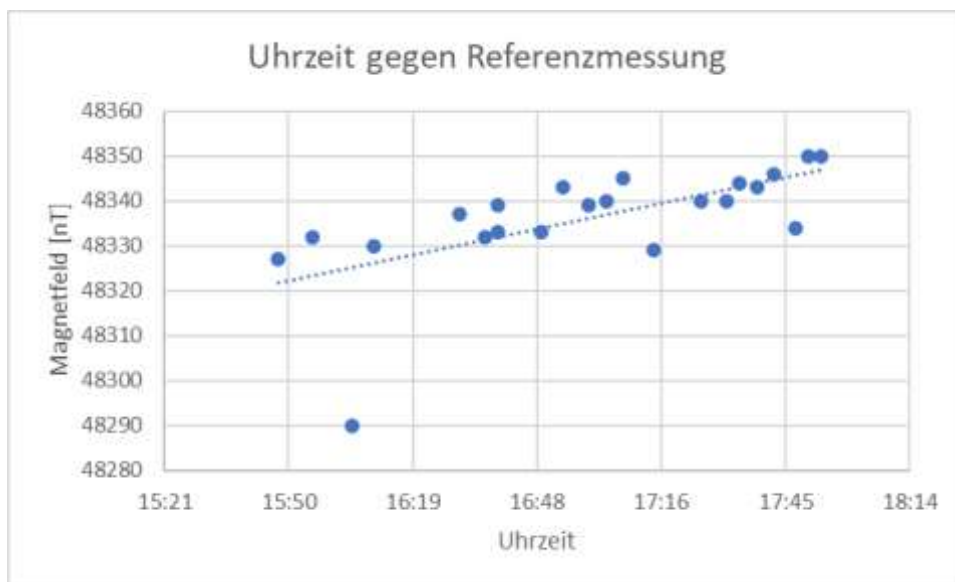


**Abbildung 6:** Gradient des Magnetfeldes



Wenn man eine zylinderförmige Form der Pipeline annimmt, kann man die Tiefe über die Halbwertsbreite abschätzen, also der Distanz der beiden Flanken des Berges bzw. des Tals bei halbem Wert des Maximums bzw. Minimums.

Anhand *Abbildung 6* erkennt man, dass die Distanz, dargestellt durch den gelben Pfeil etwa 7,5m beträgt was eine Halbwertsbreite von 15m ergibt. 15m scheinen für eine Pipeline sehr tief. Der rote Pfeil hingegen stellt eine Strecke von ca. 1m dar was eine Halbwertsbreite von 2m ergibt. 2m erscheinen für eine Pipeline plausibel. Beachten sollte man, dass es sich hierbei lediglich um grobe Abschätzungen und nicht um genaue Ergebnisse handelt.



**Abbildung 7:** Uhrzeit gegen die Referenzmessungen aufgetragen

In *Abbildung 7* sieht man, dass es im Laufe der Zeit zu einer leichten Zunahme des Magnetfeldes kam. Die Stärke stieg von etwa 48328 auf 48350 an mit einem großen Ausreißer um 16:05 Uhr. Diese Änderungen sind allerdings so gering, dass es keine weiteren Anpassungen benötigt. Eine Änderung um 22nT über 3 Stunden im Gegensatz zu mehreren hundert Nanotesla durch die Pipeline ist vernachlässigbar.



## Diskussion

Wie erwartet erkennt man bei der Auswertung das sowohl eine negative als auch positive Abweichung gemessen wurde (*Abbildung 4*, oben negativ, unten positiv). Diese beiden Anomalien bilden die Endpunkte der Pipeline welche näherungsweise als ein Stabmagnet betrachtet werden kann. Unklar ist, was die starke negative Anomalie Links auf der Konturkarte ausgelöst hat. Eventuell waren die Baustellenobjekte nördlich des Gebietes daran beteiligt oder ein elektronisches Gerät lagen in der Nähe. Es kann aber auch sein, dass sich an der Straße weitere unterirdische, magnetische Objekte befanden, von denen eine Anomalie induziert wurde. Die leichte Zunahme der Erdmagnetfeldstärke über die Zeit hat sehr wahrscheinlich natürliche Gründe wie z.B. einen magnetischen Sturm.

## Schlussfolgerung

In diesem Praktikum ging es darum, ein längliches Objekt im Boden mithilfe verschiedener Instrumente zu lokalisieren. Es wurde eine positive und negative Anomalie erwartet, da sich das Objekt wie ein Dipol verhält. Der Versuch wurde in der Nähe der Morgenstelle durchgeführt. Das Wetter war regnerisch mit leichten Gewittern. Die Messungen wurden in einem Zeitraum von etwa 3 Stunden am Nachmittag durchgeführt. Es wurde ein 20m mal 20m großes Netz abgesteckt, in dem dann die Messungen durchgeführt wurden. Dabei gab es einige Stellen, welche nicht vermessen werden konnten, da keine Messung auf konstantem Niveau möglich war. Auch war die Vegetation stellenweise ein hindernder Faktor. Es wurden sowohl die absolute Feldstärke als auch die Divergenz bestimmt. In der Auswertung wurden dann die Werte in einem Konturplot anschaulich dargestellt. Die Konturplots zeigen, dass die Pipeline von Nordosten nach Südwesten verläuft. Wie erwartet wurden zwei Anomalien gemessen, von denen eine positiv und eine negativ ist. Allerdings gab es auch einige kleinere Anomalien, welche sich durch gewisse Störungen in der Umgebung erklären können. Außergewöhnlich ist eine sehr große Anomalie in Richtung der Straße. Vermutlich ist dafür jedoch das Baumaterial der direkt angrenzenden Baustelle oder ein nicht berücksichtigtes Mobiltelefon oder Laptop im Rucksack der Grund.

Insgesamt wurde das Objekt eindeutig lokalisiert und die Durchführung lief ohne größere Probleme.