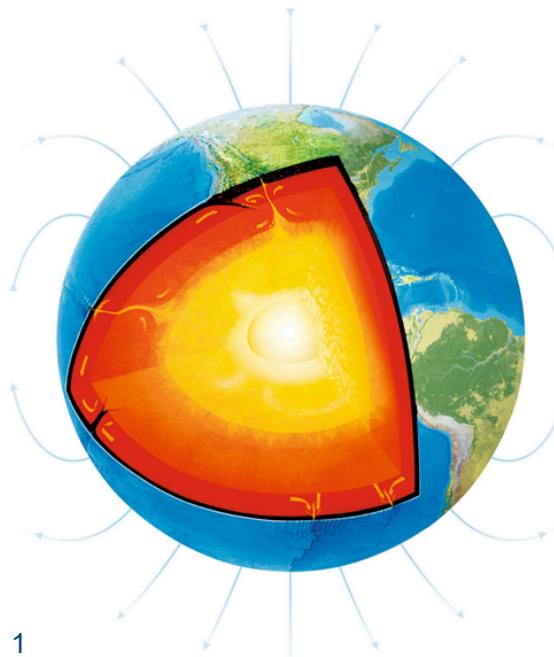


Einführung in die Geophysik

Teil 5: Abschluss Geomagnetik

2. BSc Geophysik und Geoinformatik (BGIP)

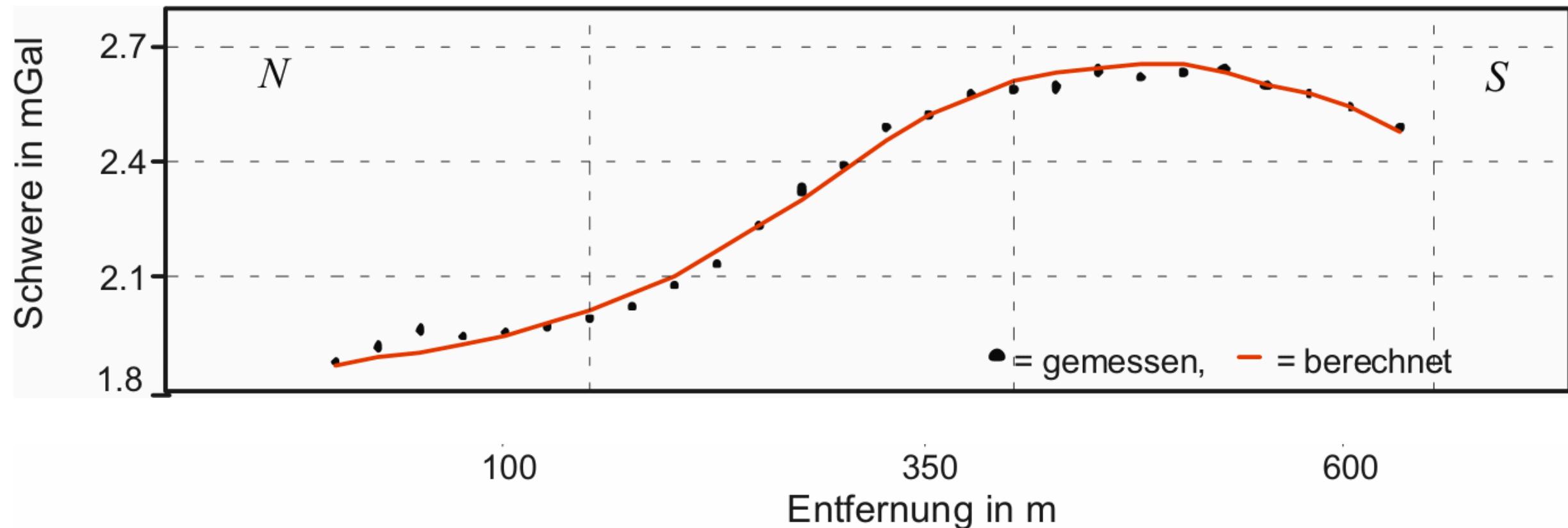


Thomas Günther
(thomas.guenther@geophysik.tu-freiberg.de)

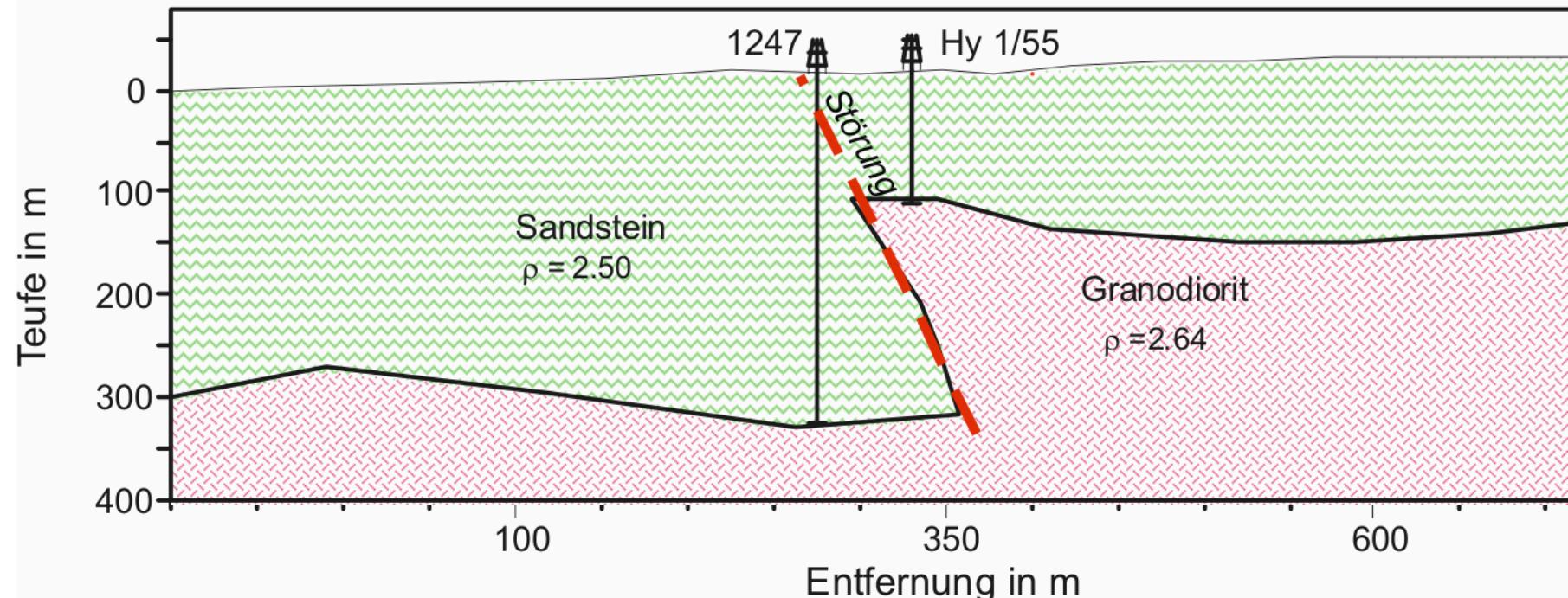
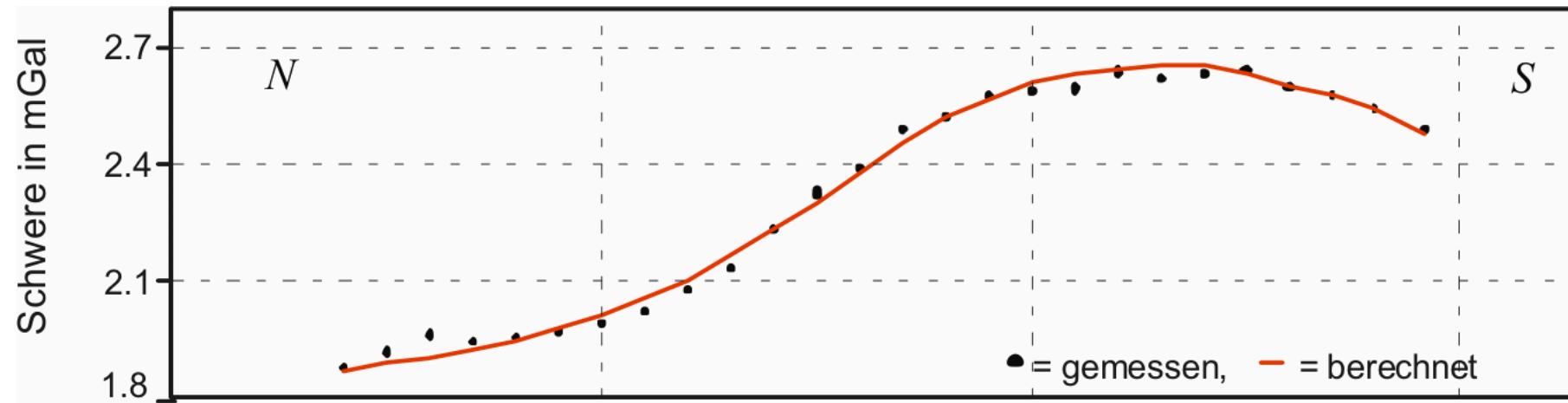
Previously on AnGy

1. ~~Gravimetric (1.5)~~
2. Geomagnetik (2.5)
3. Geoelektrik (2)
4. Induktive Elektromagnetik (1)
5. Georadar (1)
6. Seismik (3)

Welche Informationen sind in dieser Kurve?



Welche Informationen sind in dieser Kurve?



Auswertung Gravimetrie-Praktikum 02.05.2025

- 8:00-9:30 Uhr, PC-Pool (MEI-1203b)
- “Werkzeug” zum Einlesen und Darstellen der Daten
 - fertige IDE (Excel, Grapher, Surfer, Veusz)
 - Matlab, Julia oder Python Installation

Belegaufgaben

- Einlesen und Darstellen der Höhendaten
- Einlesen und Plotten der gravimetrischen Messungen
- Durchführung der Gang-, Freiluft- und Bouguer-Korrektur
- Modellierung der Anomalie und Interpretation

Meine Empfehlung: Python-Umgebung

- [numpy](#) für numerische Berechnungen, Einleseroutinen etc.
- [matplotlib](#) für Plotting von Kurven, Feldern
- [SciPy](#) für wissenschaftliche Tools (Filter etc.)
- [pyGIMLi](#) für geophysikalische Berechnungen
- [JuPyter](#) Notebooks als IDE (und für Berichte)

[Miniconda/Miniforge](#) Installer (Win,Linux,MacOS) ⇒ Environment:

```
conda create -n gy -c gimli -c conda-forge pygimli jupyter
```

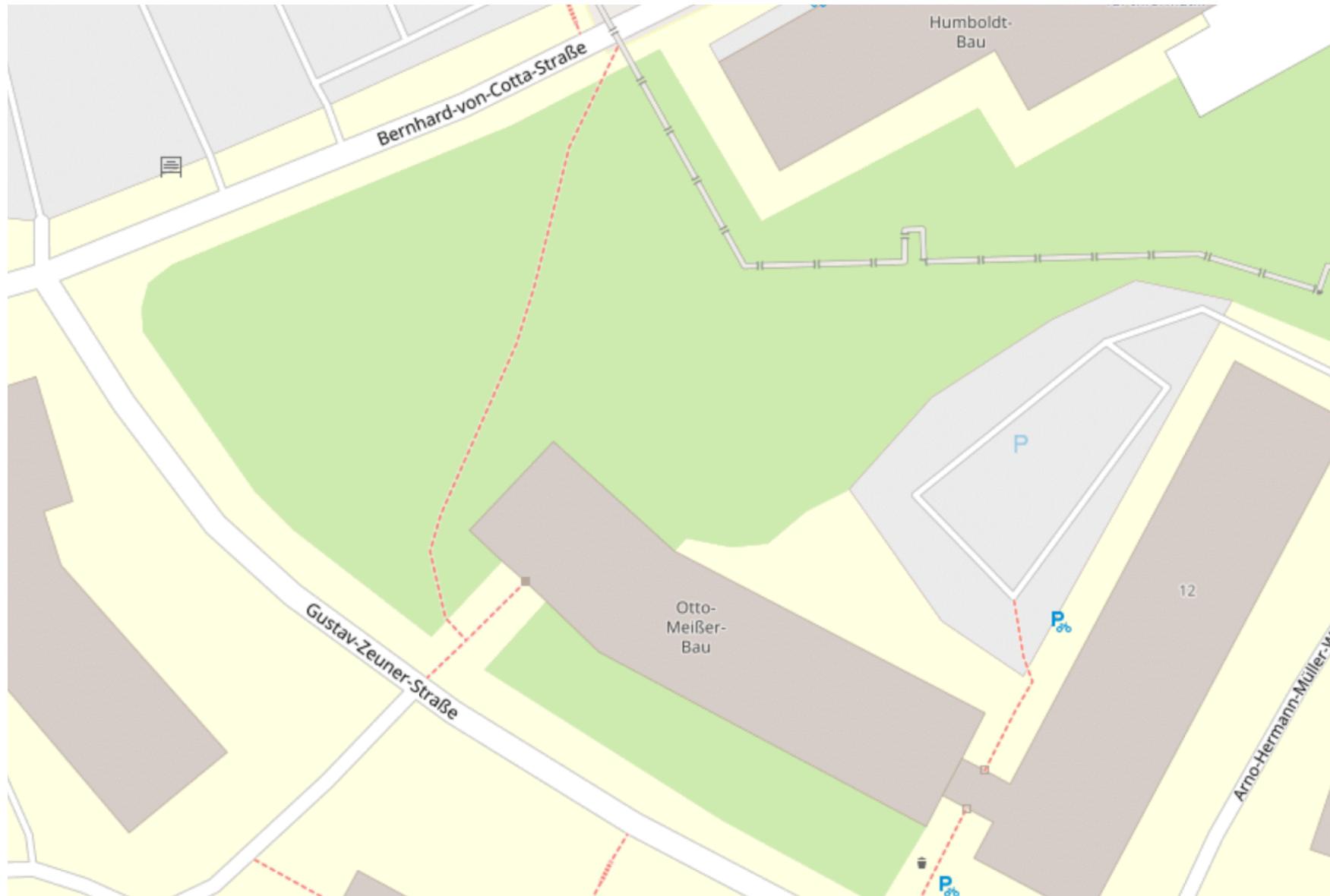
Geomagnetik

- Induzierte vs. Remanente Magnetisierung
 - Magnetfeld-Sensoren: Fluxgate, KPM, OPM
 - Dipolfeld einer kleinen/kugelförmigen Anomalie
 - Überlagerung mit Erdmagnetfeld
 - Anwendungsfälle: Lagerstätten, Tektonik, UXOs, Archäologie
- ⇒ Modellierung, Polreduktion, Magnetfeld-Tensor

Magnetik-Praktikum 08./09./16.05.2025

- Untersuchung einer “Verdachtsfläche”
- 2 Gruppen an zwei Tagen
- 8.5. (9:45-11:15 Uhr) 9.5. (ab 8 Uhr) oder 9.+16.5.?
- 16.05. Ausfall der Übung
- 13.05. Verschiebung der Vorlesung (wohin?)
- Treffpunkt Institutsparkplatz
- Auswertung 23.5.2025, 8-9:30 Uhr
- Messgerät: KPM
- Vorüberlegungen: Profillänge, Punktabstand

Geomagnetik-Praktikum



Geomagnetik-Praktikum



Geomagnetik-Praktikum



Störungen (Metallstangen, Gullideckel, Weg?)



Messgerät



- PMG2 (Satisgeo, CZ)
- Protonenmagnetometer (KPM) ⇒ Totalfeld
- *MANUAL, WALK, AUTO*
- 2 Sensoren: Gradient
- Sensitivität: 0.1nT
- Präzision: 0.5nT

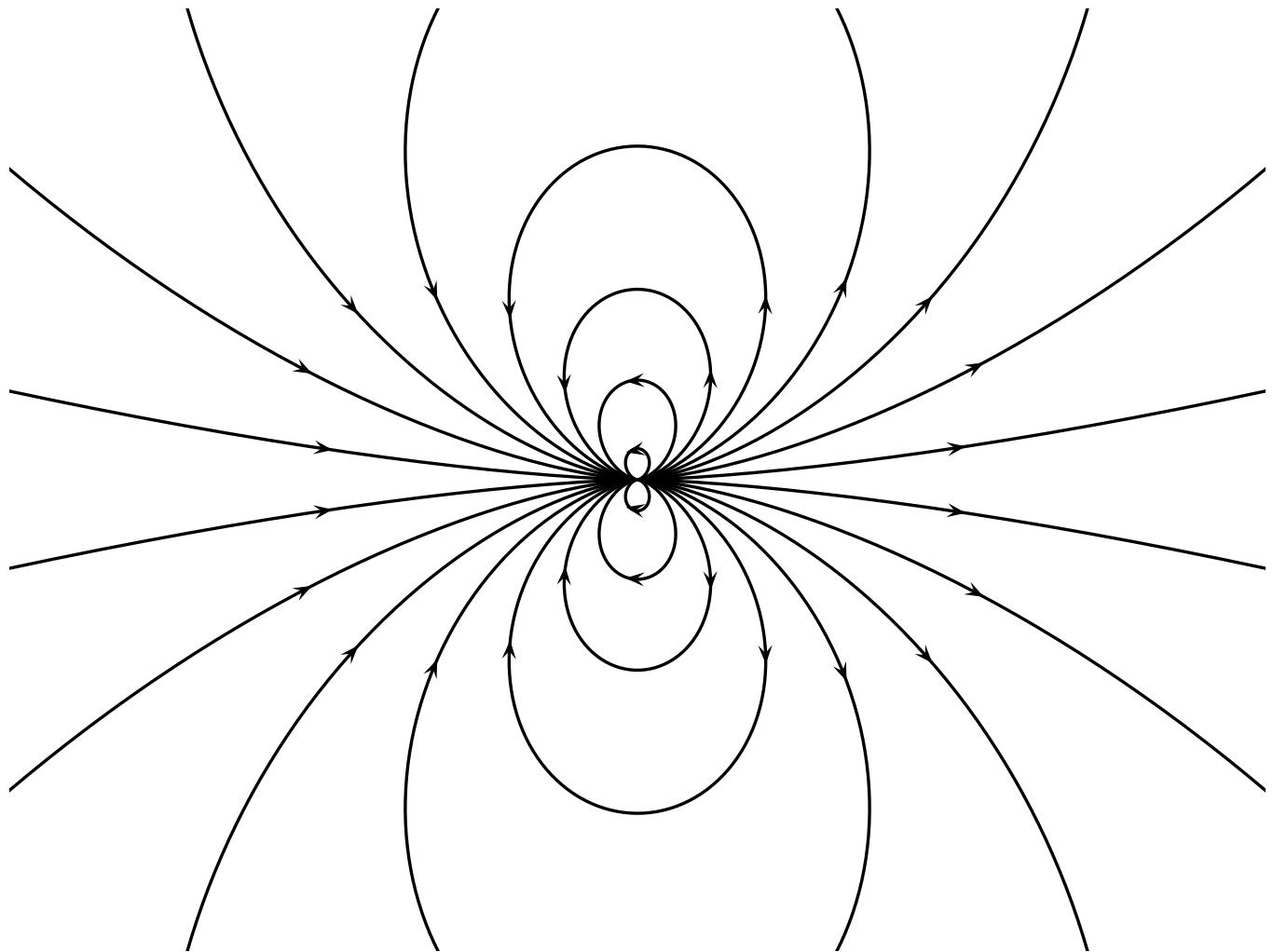
Geomagnetik

- Zeitliche Variationen
- Magnetfeld-Karten
- Beispiele: Erzexploration, Landminen, Archäologie
- Modellierung von Störkörpern

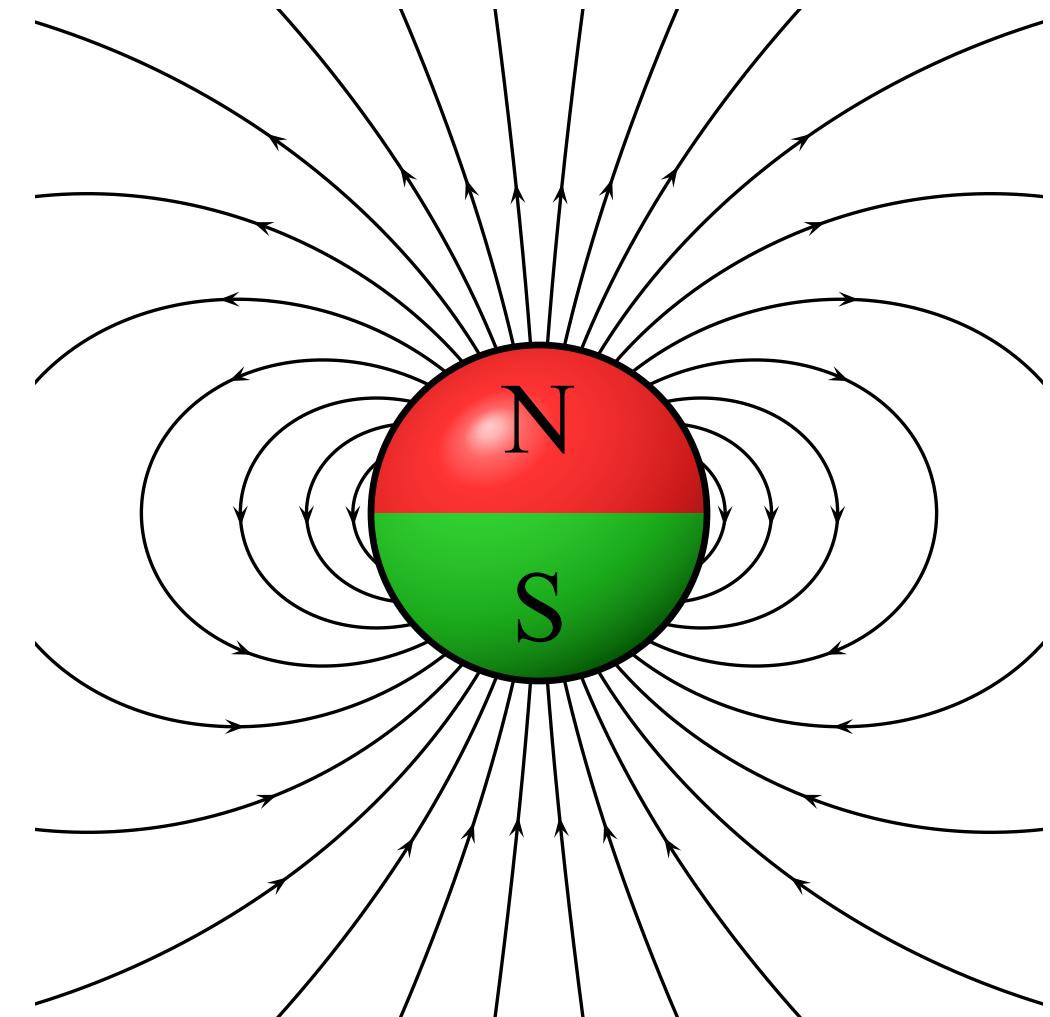
Registrierung der Variation (“Tagesgang”)

1. zweites Magnetometer (Variometer) mit quasi-kontinuierlicher Registrierung
2. Schleifenmethode: wiederholte Messung an einem fixen Basispunkt

Dipol-Feld

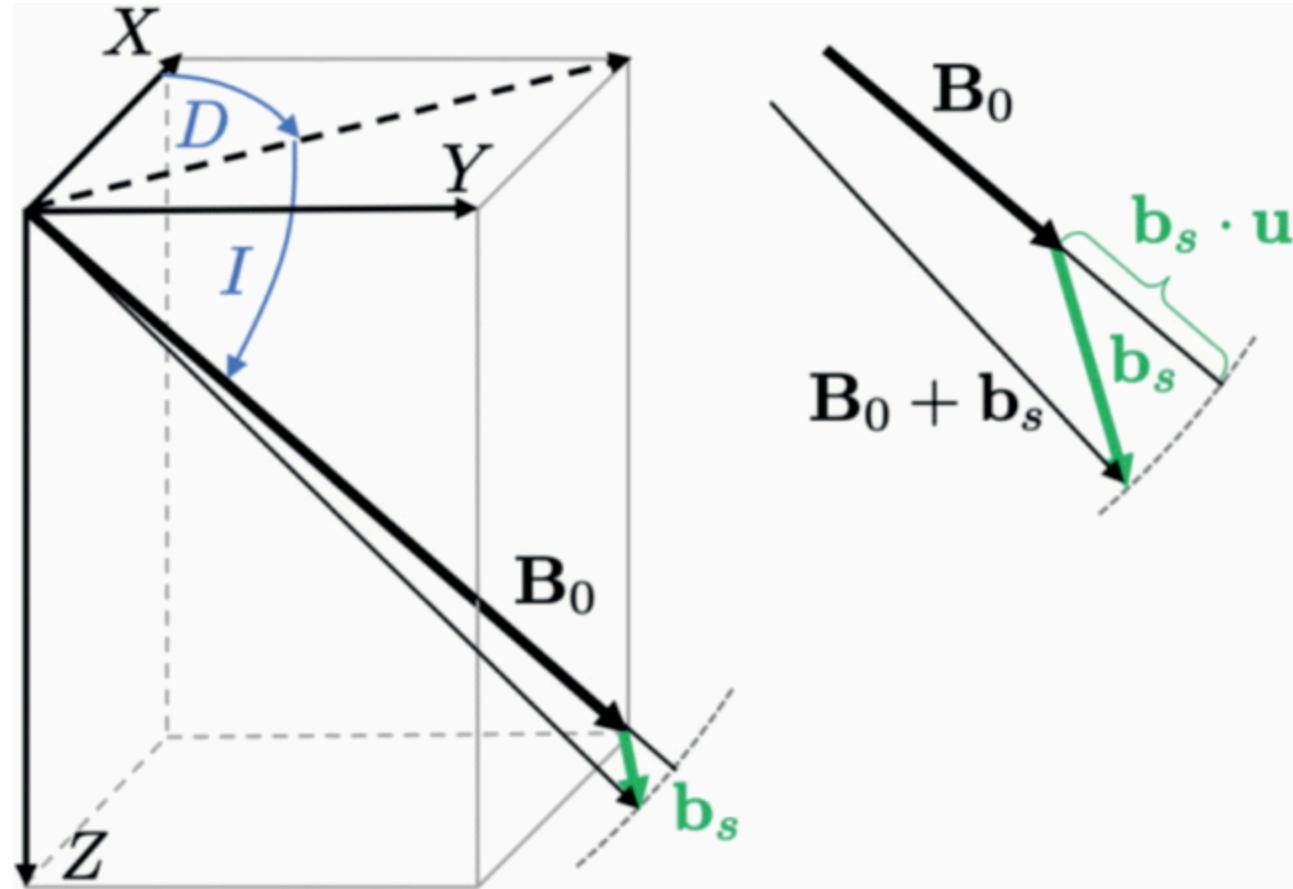


Perfekter Dipol



Magnetisierte Kugel

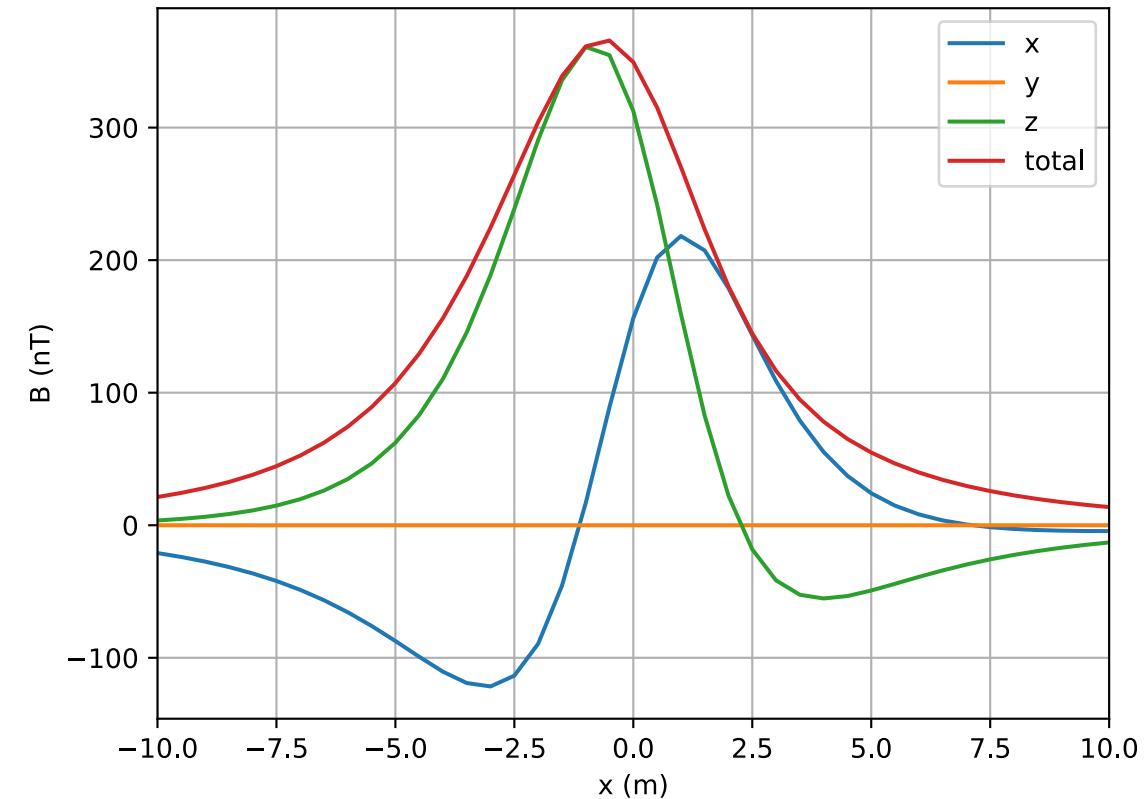
Totalfeld-Anomalie (TFA)



- Erdfeld \mathbf{B}_0 ($50\mu\text{T}$) viel größer als Anomalienfeld \mathbf{b}_s (100nT)
- Totalfeld $\mathbf{B}_0 + \mathbf{b}_s$ ist fast identisch mit Erdfeld
- Differenz (Totalfeld-Anomalie) ist Projektion des Anomalienfelds auf Erdfeld-Richtung

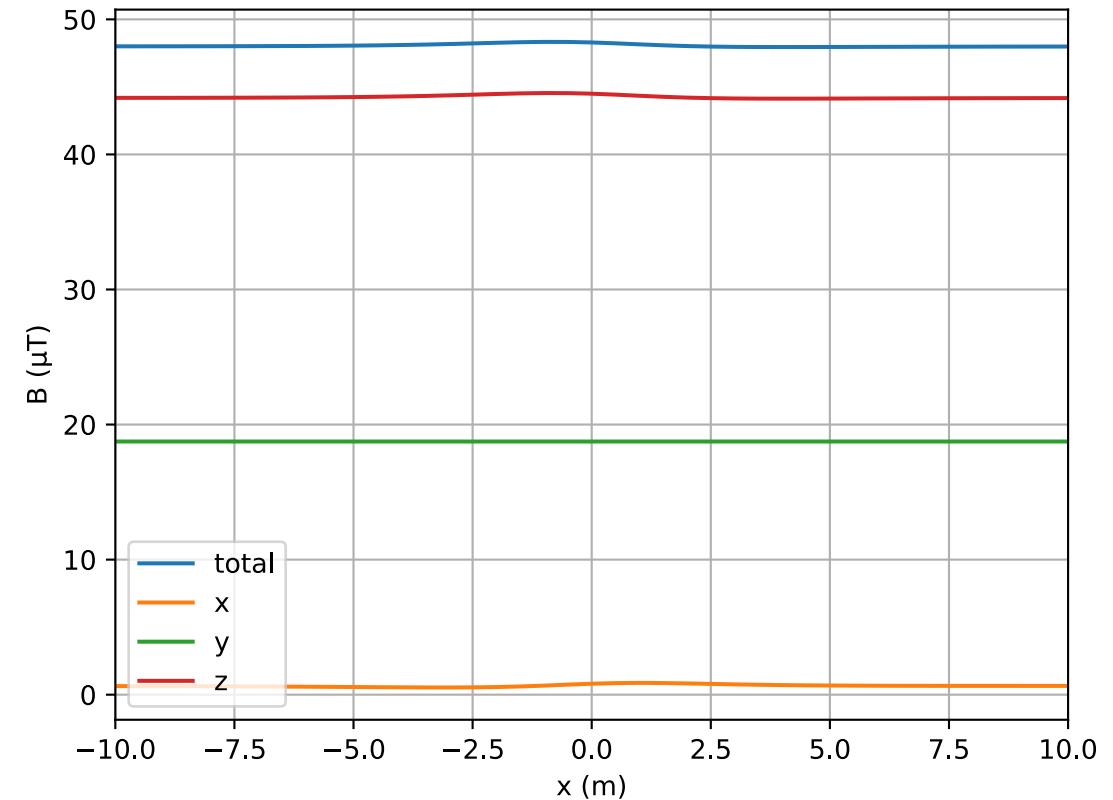
Beispiel - Anomalie

```
1 def magneticDipole(Q, M, P=None, x=None, y=...  
2     P = np.column_stack([x * np.cos(np.deg2rad(y)), ...  
3                           y + x * np.sin(np.deg2rad(y))])  
4     P == Q  
5     r = np.sqrt(np.sum(P**2, axis=1)) # distance  
6     M0 = np.linalg.norm(M)  
7     M = np.array(M, dtype=float) / M0 # unit vector  
8     R = P / np.reshape(r, [-1, 1]) # normed position  
9     fak = np.reshape(my0 * M0 / 4 / np.pi / r**3, [1, -1])  
10    return (np.reshape(R.dot(M), [-1, 1]) * fak)  
11  
12 M = np.array([-1, 0, 1]) * 100 # magnetization  
13 Q = [0, 0, -3] # location of the source  
14 x = np.arange(-10, 10.1, 0.5)  
15 B = magneticDipole(Q, M, x=x, z=1, alpha=0)  
16 ax.plot(x, np.linalg.norm(B, axis=1)*1e9, ...  
17 for i, t in enumerate("xyz"):  
18     ax.plot(x, B[:, i]*1e9, label=t)
```



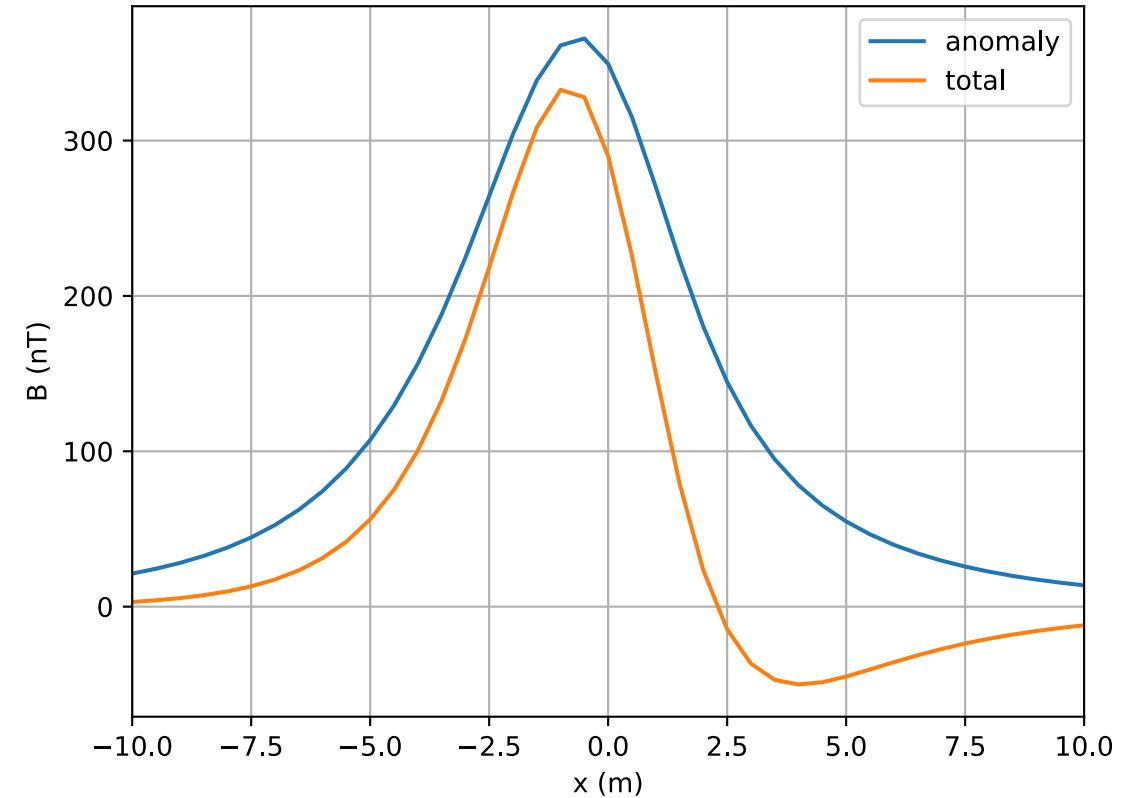
Beispiel - Totalfeld

```
1 F = 48000 * 1e-9 # 48000 nT = 48µT
2 I = 67 # degrees
3 D = 2
4 Z = F * np.sin(np.deg2rad(I))
5 H = F * np.cos(np.deg2rad(I))
6 X = H * np.sin(np.deg2rad(D))
7 Y = H * np.cos(np.deg2rad(D))
8
9 Btotal = B + np.array([[X, Y, Z]]);
10 fig, ax = plt.subplots()
11 ax.plot(x, np.linalg.norm(Btotal,
12           axis=1)*1e9, label="total")
13 for i, t in enumerate("xyz"):
14     ax.plot(x, Btotal[:, i]*1e9, label=t)
```

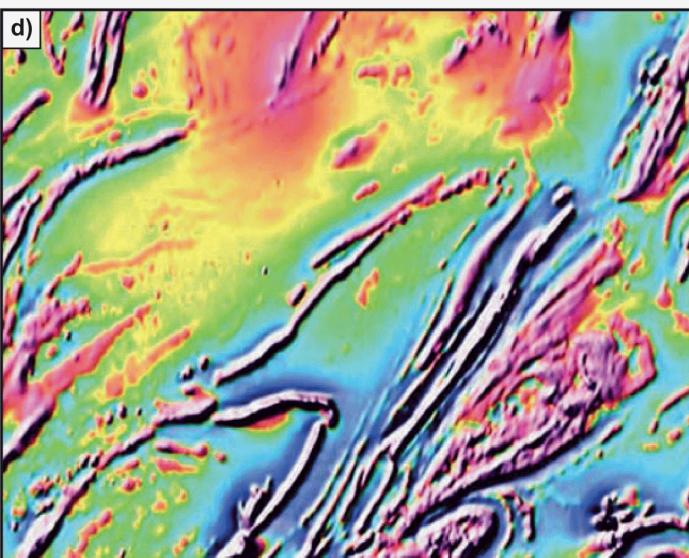
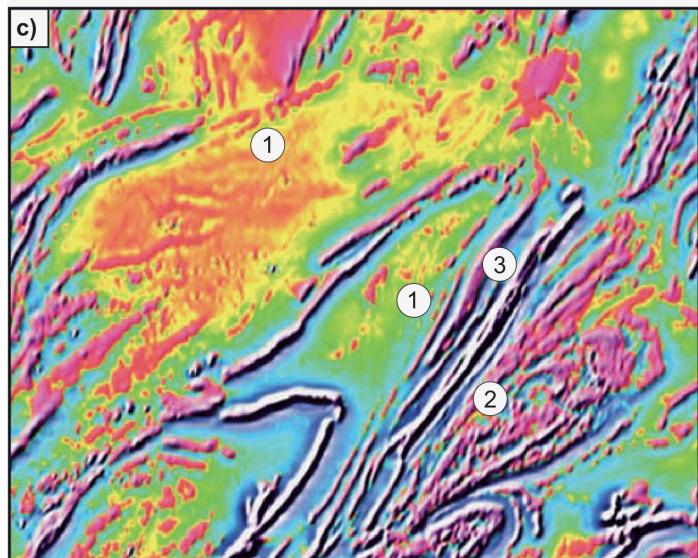
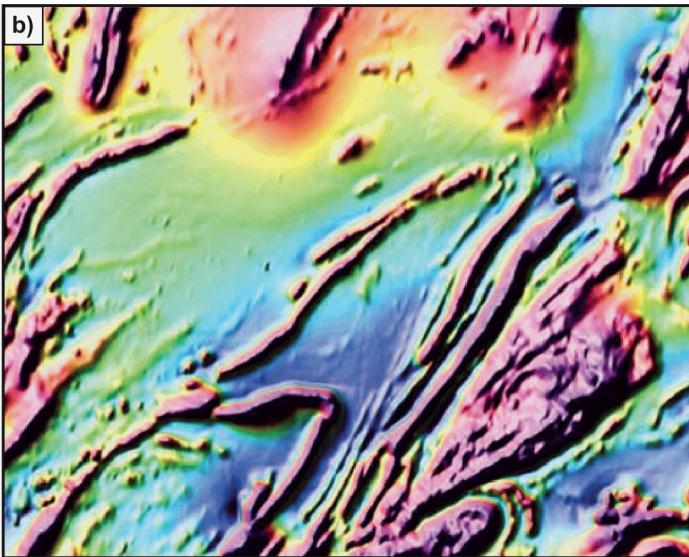
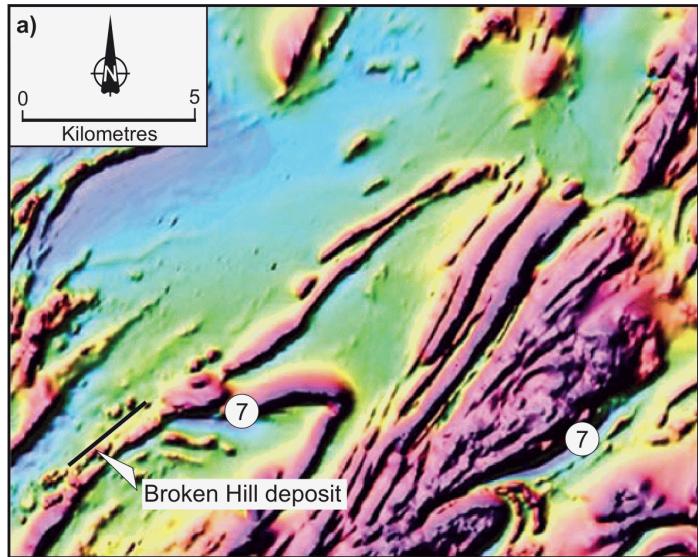


Beispiel - Totalfeld-Anomalie

```
1 fig, ax = plt.subplots()
2 TFA = np.linalg.norm(Btotal, axis=1)-F
3 ax.plot(x, np.linalg.norm(B, axis=1)*1e9,
4          label="anomaly")
5 ax.plot(x, TFA*1e9, label="total")
6 ax.legend()
7 ax.grid()
8 ax.set_xlim(-10, 10)
9 ax.set_xlabel("x (m)")
10 ax.set_ylabel("B (nT)")
```



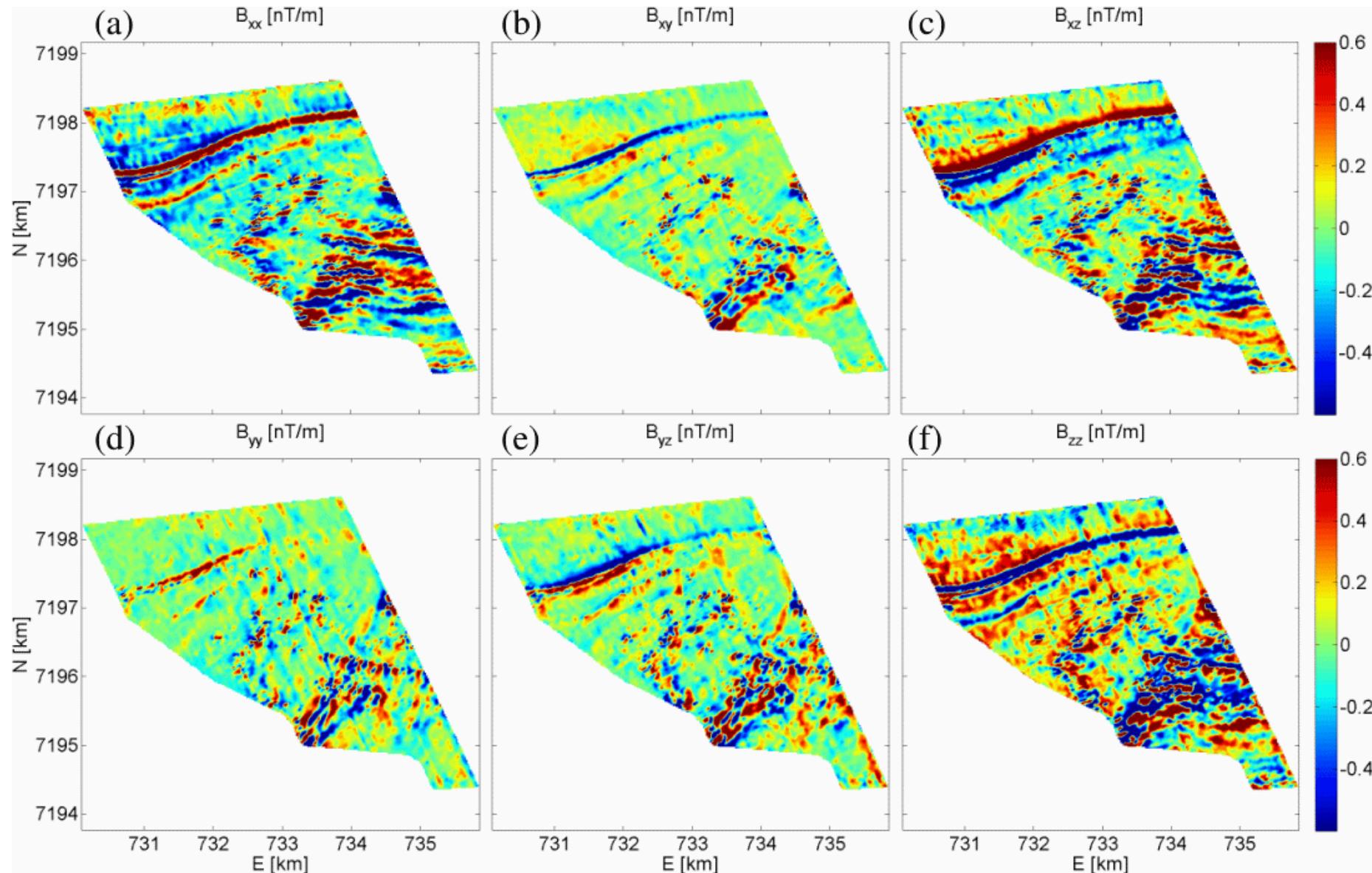
Datenbearbeitung



- Totalintensität (oben) und Vertikalgradient (unten)
- Originaldaten (links) und Polreduktion (rechts)

(Dentith & Mudge)

Magnetischer Tensor (Ableitung nach x/y/z)



Zusammenfassung

- Geomagnetik = relativ günstiges Verfahren, v.a. regionale Erkundung
- Magnetisierung (Vektor): induziert (Erdfeldrichtung) und remanent
- Totalintensität (TFA/TMI) überlagert mit Erdfeld
- Vertikalgradient betont Strukturen und kleine Anomalien