

# Übungen zur Einführung in die Geophysik II (SS 2017)

Vorlesung: Dr. Ellen Gottschämmer (ellen.gottschaemmer@kit.edu)

Übung: Martin Pontius (martin.pontius@kit.edu)

Übungstermin und -ort: Do, 11.05.2017, 08:00-09:30, Gebäude 30.22 Hörsaal A

---

## Übungsblatt 1: Radiometrische Altersbestimmung von Gesteinen und Eulersches Theorem

### Aufgabe 1: Radiokarbonmethode

In der Atmosphäre beträgt das Gewichtsverhältnis von  $C^{14}$  zu  $C^{12}$  und  $C^{13}$   $1,6 \cdot 10^{-12}$ . Wann starb der Organismus ab, wenn im toten Organismus ein Gewichtsverhältnis von  $0,6 \cdot 10^{-12}$  gemessen wird,

- für den Fall, dass sich das Atmosphärenverhältnis nicht verändert hat?
- für den Fall, dass es sich um jeweils 1% pro Jahrtausend verändert hat?

Die Halbwertszeit für den Kohlenstoffzerfall beträgt  $T_{1/2} = 5730$  a.

*Hinweis: Berechnen Sie zunächst die Zerfallskonstante  $\lambda$  aus der Halbwertszeit. Berechnen Sie dann die Zeit, zu der der Organismus abstarb, mit Hilfe der Zerfallsgleichung  $\delta_0(t) = \delta_0(0) \cdot e^{-\lambda t}$  (Gleichung 1.3 im Skript). Für Aufgabenteil b) muss die Zerfallsgleichung modifiziert werden. Ergänzen Sie diese um einen kleinen Störungsterm. Beachten Sie hierbei, dass das Verhältnis sowohl zu- als auch abgenommen haben könnte.*

### Aufgabe 2: Rubidium-Strontium-Zerfall

Sechs Granodiorit-Proben aus einem magmatischen Gestein besitzen die in der Tabelle angegebenen Isotopenverhältnisse. Die Zerfallskonstante von Rubidium beträgt  $\lambda_{Rb} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$ . Bestimmen Sie

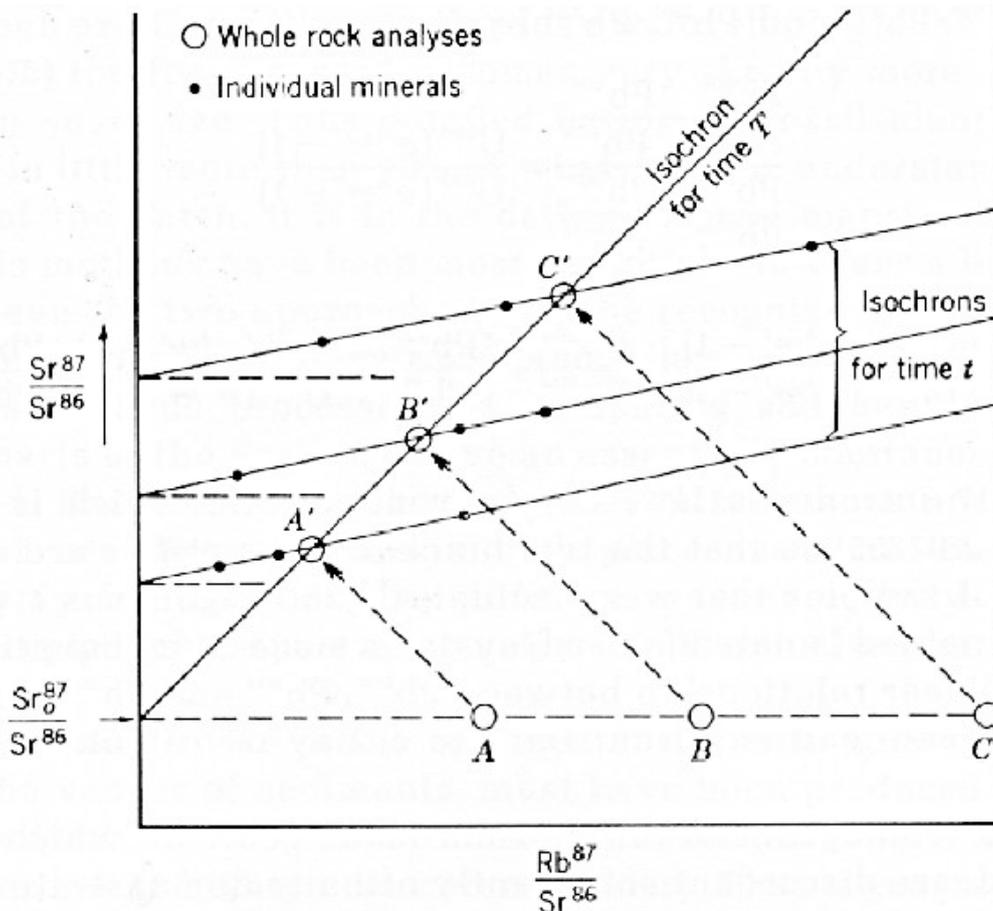
- die Zeit, die seit dem Erstarren des Gesteins vergangen ist sowie
- das Ausgangsverhältnis  $\delta_S(0)$  von  $Sr^{87}/Sr^{86}$  im Magma zur Zeit des Einschlusses.

$\delta_S(t): Sr^{87}/Sr^{86}$	$\delta_R(t): Rb^{87}/Sr^{86}$
0,7117	3,65
0,7095	1,80
0,7092	1,84
0,7083	0,82
0,7083	0,66
0,7082	0,74

Hinweis: Die Isochronengleichung lautet:  $\delta_S(t) = \delta_S(0) + \delta_R(t) \cdot (e^{\lambda t} - 1)$ . Hier ist  $\delta_S(0)$  das Ausgangsverhältnis von  $Sr^{87}/Sr^{86}$  im Gestein,  $\delta_S(t)$  das nach der Zeit  $t$  gemessene Isotopenverhältnis von  $Sr^{87}/Sr^{86}$  im Gestein und  $\delta_R(t)$  das gemessene Verhältnis von  $Rb^{87}/Sr^{86}$ .  $\lambda$  steht für die Zerfallskonstante von Rubidium. Stellen Sie die Isotopenverhältnisse  $\delta_S(t)$  über  $\delta_R(t)$  graphisch dar und berechnen Sie die Steigung der Regressionsgeraden. Die Steigung der Regressionsgeraden entspricht dem Ausdruck  $(e^{\lambda t} - 1)$  in der Isochronengleichung. Berechnen Sie daraus die Zeit  $t$ , die seit dem Erstarren des Gesteins vergangen ist. Stellen Sie die Gleichung nun nach  $\delta_S(0)$  um und berechnen Sie diesen Wert.

### Aufgabe 3: Unterschied von Gesamtgesteinsisotopenverhältnis und Mineralanalyse

Erklären Sie den Unterschied zwischen Gesamtgesteins- und Mineralanalyse in der folgenden Abbildung. Wie kommt es zu den unterschiedlichen Isochronen für den Fall, dass das Gestein als Ganzes analysiert wird oder einzelne Minerale betrachtet werden? Welche Rückschlüsse kann man daraus auf die Genese des Gesteins ziehen?



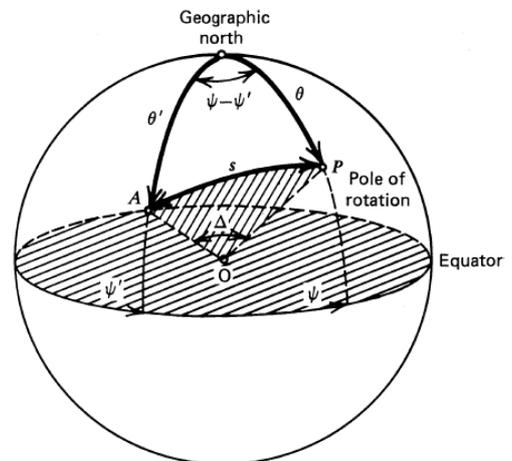
## Aufgabe 4: Eulersches Theorem

In der folgenden Tabelle finden Sie die Koordinaten der Rotationspole P gegeben durch die geografischen Koordinaten der nördlichen Breite sowie der östlichen Länge und den Betrag der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ , mit der die starre Platte um den Rotationspol P rotiert.

Plates	Lat. (N)	Long. (E)	$\omega$ (deg/Myr)
EU-NA	62.4	135.8	0.21
AF-NA	78.8	38.3	0.24
AF-EU	21.0	-20.6	0.12
NA-SA	16.3	-58.1	0.15
AF-SA	62.5	-39.4	0.31
AN-SA	86.4	-40.7	0.26
NA-CA	-74.3	-26.1	0.10
CA-SA	50.0	-65.3	0.18
NA-PA	48.7	-78.2	0.75
CO-PA	36.8	-108.6	2.00
CO-NA	27.9	-120.7	1.36
CO-NZ	4.8	-124.3	0.91
NZ-PA	55.6	-90.1	1.36
NZ-AN	40.5	-95.9	0.52
NZ-SA	56.0	-94.0	0.72
AN-PA	64.3	-84.0	0.87
PA-AU	-60.1	-178.3	1.07
EU-PA	61.1	-85.8	0.86
CO-CA	24.1	-119.4	1.31
NZ-CA	56.2	-104.6	0.55
AU-AN	13.2	38.2	0.65
AF-AN	5.6	-39.2	0.13
AU-AF	12.4	49.8	0.63
AU-IN	-5.6	77.1	0.30
IN-AF	23.6	28.5	0.41
AR-AF	24.1	24.0	0.40
IN-EU	24.4	17.7	0.51
AR-EU	24.6	13.7	0.50
AU-EU	15.1	40.5	0.69
IN-AR	3.0	91.5	0.03

Tabelle: Geographische Koordinaten der Rotationspole zwischen zwei Platten sowie die Winkelgeschwindigkeit der Rotation.

Abbildung: Darstellung der Größen, die zur Berechnung der Plattenbewegung notwendig sind: Lage des Rotationspols P und eines beliebigen Punkts auf der Platte A, mit der Entfernung  $s$  an der Erdoberfläche. Diese wird ausgedrückt durch den Winkel  $\Delta$ , der am Erdmittelpunkt O abgetragen wird. Außerdem erkennt man die östlichen Längen  $\Psi$  und  $\Psi'$  der beiden Punkte und die Kobreiten  $\Theta$  und  $\Theta'$ , die den Komplementärwinkel zur geografischen Breite darstellen.



Wir betrachten die Bewegung der Nordamerikanischen Platte (NA) im Verhältnis zur Pazifischen Platte (PA) im Ort San Francisco ( $37,8^\circ\text{N}$ ,  $122^\circ\text{W}$ )

- a) Berechnen Sie zunächst die Kobreiten ( $\Theta$  und  $\Theta'$ ) und östlichen Längen ( $\Psi$  und  $\Psi'$ ) der Koordinaten des Rotationspols P und der Stadt San Francisco.

*Hinweis: Die Kobreite ist der Komplementärwinkel der geografischen Breite.*

- b) Berechnen Sie jetzt den Winkel  $\Delta$  zwischen dem Rotationspol P und der Stadt San Francisco.

*Hinweis: Der Winkel  $\Delta$  wird am Erdmittelpunkt abgetragen. Es gilt für den Kosinus von  $\Delta$ :  $\cos(\Delta) = \cos(\Theta) \cos(\Theta') + \sin(\Theta) \sin(\Theta') \cdot \cos(\Psi - \Psi')$ .*

- c) Berechnen Sie die Entfernung zwischen dem Rotationspol P und der Stadt San Francisco an der Erdoberfläche.

*Hinweis: Verwenden Sie den Winkel  $\Delta$  im Bogenmaß und den Wert für den mittleren Erdradius von  $6371 \text{ km}$ .*

- d) Berechnen Sie nun die Geschwindigkeit  $u$ , mit der sich ein Punkt in der Stadt San Francisco relativ zum Rotationspol bewegt. Es gilt:  $u = \omega r_E \sin(\Delta)$  mit dem Betrag der Winkelgeschwindigkeit in Radiant.

- e) Angenommen die Verwerfung würde genau durch den Rotationspol laufen: Wie groß wäre an dieser Stelle dann die Geschwindigkeit der Platten?