

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	1
1.1	Die Idee des Modellierens .....	1
1.2	Dimension geologischer Probleme .....	4
1.2.1	Annäherungen bei der Dimensionsreduzierung .....	9
<b>2</b>	<b>Plattentektonik</b> .....	13
2.1	Historische Entwicklung .....	13
2.2	Arbeiten auf der Kugeloberfläche .....	16
2.2.1	...oder ist die Erde doch flach? .....	16
2.2.2	Geometrie auf der Kugel .....	18
2.2.3	Kinematik auf der Kugel .....	19
2.2.4	Dynamik auf der Kugel .....	20
2.3	Kartenprojektionen .....	22
2.4	Der Schalenbau der Erde .....	28
2.4.1	Kruste und Lithosphäre .....	29
2.4.2	Die Platten .....	33
2.4.3	Die Plattengrenzen .....	33
2.4.4	Der Wilson-Zyklus .....	39
2.5	Übungsaufgaben .....	40
<b>3</b>	<b>Temperatur und Wärme</b> .....	43
3.1	Grundlagen der Wärmeleitung .....	44
3.1.1	Die Wärmeleitungsgleichung .....	44
3.1.2	Die Laplace-Gleichung .....	52
3.1.3	Die Fehlerfunktion .....	52
3.1.4	Thermische Zeitkonstanten .....	53
3.2	Grundlagen der Wärmeproduktion .....	56
3.2.1	Radioaktive Wärmeproduktion .....	57
3.2.2	Mechanische Wärmeproduktion .....	58
3.2.3	Chemische Wärmeproduktion .....	66
3.3	Grundlagen der Wärmeadvektion .....	70
3.3.1	Wärmetransport durch Intrusionen .....	70
3.3.2	Wärmetransport durch Erosion .....	71
3.3.3	Wärmetransport durch Fluide .....	73

3.3.4	Die Pecletzahl .....	74
3.4	Wärme in der kontinentalen Lithosphäre .....	75
3.4.1	Stabile Geothermen .....	76
3.5	Wärme in ozeanischer Lithosphäre .....	88
3.5.1	Alternde ozeanische Lithosphäre .....	88
3.5.2	Subduktionszonen .....	92
3.6	Wärmehaushalt von Intrusionen .....	95
3.6.1	Einfache Temperaturstufen .....	96
3.6.2	Eindimensionale Intrusionen .....	98
3.6.3	Zweidimensionale Intrusionen .....	104
3.6.4	Andere Beispiele hilfreicher Randbedingungen .....	105
3.7	Auswahl wichtiger Wärmetransportprobleme .....	111
3.7.1	Zeitlich periodische Schwankungen .....	112
3.7.2	Gefaltete Isothermen .....	113
3.7.3	Isothermen und Topographie der Erdoberfläche .....	116
3.7.4	Temperaturverteilung um Störungen .....	120
3.8	Übungsaufgaben .....	122
<b>4</b>	<b>Form, Höhe und Bewegung .....</b>	<b>127</b>
4.0.1	Bezugsflächen .....	127
4.0.2	Die $f_c$ - $f_1$ -Fläche .....	131
4.1	Vertikale Bewegungen in der Kruste .....	133
4.1.1	Definition von Uplift und Exhumation .....	133
4.1.2	Kinematische Beschreibung .....	137
4.2	Isostasie .....	142
4.2.1	Hydrostatische Isostasie .....	143
4.2.2	Flexurisostasie .....	151
4.3	Geomorphologie .....	158
4.3.1	Tektonisch bedingte Landschaftsbildung .....	159
4.3.2	Reliefentwicklung durch Erosion und Sedimentation .....	160
4.3.3	Fraktale Beschreibung .....	175
4.4	Übungsaufgaben .....	176
<b>5</b>	<b>Kraft und Rheologie .....</b>	<b>181</b>
5.1	Spannung und Verformung .....	181
5.1.1	Der Spannungstensor .....	182
5.1.2	Deformationsgesetze .....	190
5.2	Rheologie der Lithosphäre .....	202
5.2.1	Rheologie der kontinentalen Lithosphäre .....	202
5.2.2	Rheologie der ozeanischen Lithosphäre .....	211
5.3	Kräfte an Lithosphärenplatten .....	214
5.3.1	Übertragungsmechanismen .....	214
5.3.2	Kräfte an ozeanischen Platten .....	221
5.3.3	Kräfte an kontinentalen Platten .....	225
5.4	Übungsaufgaben .....	231

<b>6</b>	<b>Dynamische Prozesse</b> .....	235
6.1	Dehnung von Kontinenten .....	235
6.2	Entstehung von Sedimentationsbecken .....	236
6.2.1	Absenkungsmechanismen .....	237
6.2.2	Beckentypen .....	238
6.2.3	Subsidenzanalyse .....	240
6.2.4	Einige Modelle der kontinentalen Dehnung .....	246
6.3	Kollision von Kontinenten .....	253
6.3.1	Thermische Entwicklung von Kollisionsorogenen .....	253
6.3.2	Mechanische Beschreibung kollidierender Kontinente ..	262
6.3.3	Akkretionskeile .....	278
6.3.4	Einige bemerkenswerte dynamische Prozesse und Pro- bleme .....	283
6.4	Übungsaufgaben .....	296
<b>7</b>	<b><i>P-T-t-D</i>-Kurven</b> .....	299
7.1	Einführung .....	299
7.1.1	Was sind nun <i>P-T</i> - und <i>P-T-t-D</i> -Kurven genau? .....	300
7.2	Grundlagen der Petrologie .....	301
7.2.1	Thermobarometrie .....	302
7.2.2	Eingefrorene Gleichgewichte .....	304
7.2.3	Erwärmungs- und Abkühlraten .....	309
7.3	Erfassung von <i>P-T</i> -Kurven .....	311
7.3.1	Qualitative Form von <i>P-T</i> -Kurven .....	311
7.3.2	Krümmung und Steigung von <i>P-T</i> -Kurven .....	313
7.4	Interpretation von <i>P-T-t-D</i> -Kurven kontinentaler Orogene ...	315
7.4.1	Zeitliche Beziehungen zwischen Metamorphose und Verformung .....	316
7.4.2	Räumliche Beziehungen zwischen Metamorphosegrad und -zeitpunkt .....	317
7.5	Übungsaufgaben .....	319
<b>A</b>	<b>Mathematische Hilfsmittel</b> .....	323
A.1	Wie liest man Differentialgleichungen? .....	323
A.1.1	Begriffe zu Differentialgleichungen .....	325
A.2	Methode der finiten Differenzen .....	328
A.2.1	Raster und Randbedingungen .....	331
A.2.2	Stabilität und Genauigkeit .....	332
A.2.3	Implizite und explizite Methoden .....	332
A.2.4	Näherung der Transportgleichung .....	335
A.2.5	Handhabung unregelmäßiger Ränder .....	337
A.3	Skalare, Vektoren und Tensoren .....	339
A.4	Fourier-Serien .....	342
A.5	Einige numerische Tricks .....	344
A.5.1	Integrieren von Differentialgleichungen .....	344

---

A.5.2 Die „Least-squares“-Methode .....	345
A.5.3 Numerische Lösung unlösbarer Gleichungen .....	346
A.6 Übungsaufgaben .....	347
<b>B Wiederholung wichtiger mathematischer Regeln .....</b>	<b>349</b>
<b>C Symbole, Einheiten und wichtige Größen .....</b>	<b>353</b>
<b>D Antworten zu den Übungsaufgaben .....</b>	<b>361</b>
<b>E Hinweise zu weiterführenden Lehrbüchern .....</b>	<b>375</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>379</b>
<b>Index .....</b>	<b>397</b>