

# Inhalt

## A Die Erde als dynamischer Körper

1	Grundlagen der Tektonik und Strukturgeologie	2
2	Kräfte in der Lithosphäre	4
2.1	Körperkräfte und Oberflächenkräfte	4
2.2	Abriss zur dynamischen Entwicklung unserer Erde	6

## B Tektonische Strukturen

3	Brüche	12
3.1	Definition und Mechanismen der Bruchausbreitung	12
3.2	Bruchmechanik	13
3.2.1	Entstehung von Zugbrüchen	14
3.2.2	Entstehung von Extensionsbrüchen (Longitudinales „splitting“)	15
3.2.3	Entstehung von Scherbrüchen	15
4	Klüfte	18
4.1	Definition zu Klüften und Kluftsystemen	19
4.2	Kluftstrukturen	20
4.2.1	Haupt- und Nebenklüfte	20
4.2.2	Besenstrukturen	22
4.3	Kluftentstehung im lokal- und regional-geologischen Kontext	24
4.3.1	Nicht-tektonische Klüfte	24
	Kluftentstehung durch Auflast	24
	Entlastungsklüfte	24
	Kluftentstehung durch Volumen- schwund	25
	Klüfte durch Meteoriteneinschlag	26

4.3.2	Tektonische Klüfte	27
4.4	Kluftanalyse	29
4.4.1	Geometrische Beziehung von Klüften zueinander	29
4.4.2	Übergang zwischen verschiedenen Klufttypen	32
4.5	Gänge	34
4.5.1	Entstehung magmatischer Gänge	34
	Sedimentäre Gänge	35
5	Verwerfungen	37
5.1	Terminologie von Verwerfungen	37
5.2	Bewegungssinn von Verwerfungen	39
5.3	Zusammenhang zwischen Ver- werfungsart und Hauptspannungs- richtungen	43
5.4	Verwerfungen im krustalen Spannungsfeld	45
6	Abschiebungen	47
6.1	Definition	48
6.2	Dehnungstektonik und ihre Ursachen	48
6.3	Nomenklatur und Geometrie von Abschiebungen	51
6.4	Schichtverbiegungen und Faltung an Abschiebungen	54
7	Horizontalverschiebungen	58
7.1	Terminologie	58
7.2	Horizontalverschiebungstektonik und ihre Ursachen	60
7.2.1	Transformstörungen	60
7.2.2	Horizontalverschiebungen ( <i>transcurrent faults</i> )	62
7.3	Mechanik von Horizontal- verschiebungen	65
7.3.1	Horizontalverschiebung bei reiner Scherung	65
7.3.2	Horizontalverschiebung bei einfacher Scherung	67
7.3.3	Verbindungsstrukturen	69
7.3.4	Transpression und Transtension	72

<b>8</b>	<b>Auf- und Überschiebungen</b>	<b>74</b>		
8.1	Definitionen	74	11.3.4	Geometrische Beziehungen zwischen Faltenbildung und gleichzeitiger Schieferung
8.2	Auf- und Überschiebungstektonik	74		138
8.2.1	Plattentektonische Konvergenzzonen	74	11.3.5	Schieferung in duktilen Scherzonen
8.2.2	Weitere Ursachen von Auf- und Überschiebungen	78	11.4	Lineationen
8.3	Klassifikation und Kinematik von Auf- und Überschiebungen	80	11.4.1	Strukturelle Lineationen
8.4	Nomenklatur von Auf- und Überschiebungen	84	11.4.2	Boudin-Linien und Boudinage
			11.4.3	Mullions
			11.4.4	Minerallineationen
			11.4.5	Nicht-penetrative Lineationen
<b>9</b>	<b>Inversionstektonik – Reaktivierung präexistenter Krustenstrukturen</b>	<b>95</b>	<b>12</b>	<b>Diapirismus</b>
9.1	Definition	96	12.1	Definition
9.2	Positive Inversion	96	12.2	Gneis-Dome
9.3	Negative Inversion	98	12.3	Salzstöcke
9.4	Reaktivierung von Grabenstrukturen als Horizontalverschiebungen	99	12.3.1	Übersicht der Salzstrukturen
			12.3.2	Salztektonik
			12.3.3	Gravitativ bedingte Salzbewegung
			12.4	Halotektonischer Diapirismus
			12.4.1	Tektonische Extension und Salzdiapirismus
<b>10</b>	<b>Falten</b>	<b>101</b>	12.4.2	Tektonische Kompression und Salzdiapirismus
10.1	Definition	101	12.4.3	Salzdecken
10.2	Tektonischer Rahmen und Mechanismus von Faltung	103	12.4.4	Passiver Salzdiapirismus
10.2.1	Elemente und Geometrie von Falten	103	12.4.5	Salzbewegungen durch gravitativ bedingte Extension und Kompression
	Elemente von Falten	103		
	Lage von Falten im Raum und ihre Geometrie	105	<b>13</b>	<b>Neotektonik</b>
10.2.2	Faltungsmechanismen	112	13.1	Definition
	Stauch- oder Buckelfalten	112	13.2	Wechselbeziehungen zu geowissenschaftlichen Nachbardisziplinen
	Biegefallen	112	13.2.1	Fernerkundung
	Schichtparalleles Gleiten	113	13.2.2	Geodäsie
	Scherfallen	117	13.2.3	Tektonische Geomorphologie / Morphotektonik
	Biegescherfallen	121	13.2.4	Paläoseismologie
10.2.3	Erzwungene Falten	121	13.2.5	Seismotektonik
	Zusammenwirken verschiedener Faltungsmechanismen bei der Entwicklung von Sekundärstrukturen in Falten	122	13.2.6	Weitere geophysikalische Verfahren
10.3	Falten und Spalten	124	13.2.7	Felsmechanik
10.4	Atektonische Falten	125	13.3	In situ-Bestimmung aktiver Gesteinsspannungen
10.4.1	Fließfallen	125	13.3.1	Messungen an der Oberfläche
10.4.2	Rutschfallen	125	13.3.2	Oberflächennahe Messungen in flachen Bohrlöchern
<b>11</b>	<b>Foliation und Lineationen</b>	<b>127</b>	13.3.3	Spannungsbestimmungen in tiefen Bohrlöchern
11.1	Definition	127	13.4	Ermittlung von potentiell aktiven Verwerfungen mit Radon-Messungen im Bodengas
11.2	Tektonite	128	13.5	Neotektonik und Georisiken
11.3	Foliationen	132	13.5.1	Tsunamis
11.3.1	Mechanismen zur Entstehung von Schieferungen	132	13.5.2	Bergstürze und Massenbewegungen
11.3.2	Morphologische Klassifizierung von Schieferungen	133	13.5.3	Erdfälle in der Folge von Salztektonik
11.3.3	Die Beziehungen zwischen Schieferung und Falten	137		

13.6	Altersbestimmung in der Neotektonik .....	172
<b>14</b>	<b>Tektonik und Klima .....</b>	<b>173</b>
14.1	Wechselwirkungen zwischen Tektonik und Klima .....	173
14.2	Regionale Beispiele .....	176
14.2.1	Die Anden .....	176
14.2.2	Das Ostafrikanische Grabensystem .....	177
14.3	Plattentektonik und Klima .....	178

## C Theorie und Auswertung

<b>15</b>	<b>Spannungen .....</b>	<b>180</b>
15.1	Allgemeine Definition von Spannung .....	180
15.2	Der Spannungsbegriff .....	181
15.3	Spannungszustand an einem Punkt ..	182
15.3.1	Spannungsellipsoid .....	183
15.4	Der Mohr'sche Spannungskreis .....	186
15.4.1	Maximale Scherspannung .....	187
15.4.2	Reine Scherspannung .....	188
15.5	Grenzen der Spannung .....	188
15.5.1	Der Bruch des Gesteins .....	189
15.5.2	Reibung .....	191
15.5.3	Bruchkriterium für Zugbrüche .....	192
15.5.4	Auswirkungen von Porenflüssigkeiten auf das Bruchverhalten und Reibungsgleiten von Gesteinen .....	196
<b>16</b>	<b>Deformation .....</b>	<b>199</b>
16.1	Definition .....	199
16.2	Arten der Deformation .....	200
16.2.1	Translation, Rotation, interne Deformation und Volumenänderung ..	200
16.2.2	Homogene Deformation und inhomogene Deformation .....	201
16.3	Deformationsanalyse .....	202
16.3.1	Lineare Deformation .....	202
16.3.2	Winkelscherung $\psi$ und Scherverformung $\gamma$ .....	203
16.3.3	Volumenverformung .....	204
16.3.4	Deformationellipsoid .....	204
16.3.5	Allgemeine Verformung von Linien ..	205
16.3.6	Infinitesimale Verformung und finite Deformation .....	207
16.3.7	Die Deformationsgleichungen .....	208
16.3.8	Der Mohr'sche Deformationskreis .....	208
16.3.9	Reine versus einfache Scherung .....	211
16.3.10	Teilchenbewegung bei progressiver Deformation .....	211

<b>17</b>	<b>Verformungsverhalten .....</b>	<b>213</b>
17.1	Zusammenhang zwischen Spannung und Deformation .....	213
17.1.1	Elastische Verformung .....	213
17.1.2	Viskose Verformung .....	214
17.1.3	Plastische Verformung .....	214
17.1.4	Spröde und duktile Gesteinsdeformation .....	215
17.1.5	Spannung und Gesteinsdeformation ..	216
17.2.1	Elastizitätsmodul .....	217
17.2.2	Poisson-Zahl .....	219

## D Anwendung in der Praxis

<b>18</b>	<b>Angewandte Tektonik .....</b>	<b>222</b>
18.1	Tektonische Strukturen und Lagerstätten .....	222
18.1.1	Strukturbedingte Erzlagerstätten und nichtmetallische Minerallagerstätten .....	223
18.1.2	Strukturbedingte Erdöl- und Erdgas-Lagerstätten .....	224
18.2	Tektonische Strukturen und Grundwasser .....	229
18.2.1	Überblick Grundwasser .....	229
18.2.2	Strukturgeologische Beispiele .....	230
18.3	Tektonische Strukturen und Geothermie .....	231
18.3.1	Überblick Geothermie .....	231
18.3.2	Tektonik und Geothermie .....	231
18.4	Tektonische Strukturen und Baugeologie .....	234
<b>19</b>	<b>Einmessung und graphische Darstellung von Flächen und Linearen .....</b>	<b>237</b>
19.1	Messungen mit dem Geologenkompass im Gelände .....	237
19.2	Graphische Darstellung von Flächen und Linearen .....	240
19.3	Eintragung von Flächen und Linearen in das Schmidt'sche Netz ...	241
	<b>Literatur .....</b>	<b>250</b>
	<b>Index der deutschen Fachbegriffe .....</b>	<b>258</b>
	<b>Index der englischen Fachbegriffe .....</b>	<b>266</b>