

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Einleitung .....	1
1.2	Zielsetzung .....	4
1.3	Erkenntnisfortschritte in den letzten Jahrzehnten .....	7
<b>2</b>	<b>Bedeutung der Geowissenschaften für die Gesellschaft</b> .....	<b>9</b>
2.1	Aufgaben der Geowissenschaften .....	9
2.2	Geowissenschaften und die Lösung von Umweltproblemen .....	13
2.3	Geowissenschaften und die Industriegesellschaft .....	16
<b>3</b>	<b>Ziele und Aufgaben der Umweltgeologie</b> .....	<b>21</b>
3.1	Umweltgeologie als aktuelles Forschungsgebiet .....	21
3.2	Beziehungen zwischen Umweltgeologie und Ökologie .....	29
3.3	Entwicklung eines modernen Umweltbewusstseins .....	30
<b>4</b>	<b>Der Mensch als Geofaktor</b> .....	<b>35</b>
4.1	Aufstieg des Menschen zum geologischen Faktor .....	35
4.2	Frühe Entwicklung des Menschen .....	36
4.3	Der moderne Mensch und seine Techniken .....	46
4.4	Globale Herausforderungen an die Industriegesellschaft .....	56
4.5	Rahmenbedingungen der Bevölkerungsexplosion .....	59
4.6	Frühzeit der Biosphäre – Bedeutung für den Menschen .....	62
<b>5</b>	<b>Menschliche Eingriffe in die Geosphäre</b> .....	<b>65</b>
5.1	Eingriffe auf dem Festland und ihre Folgen .....	65
5.1.1	Massenverlagerungen durch Rohstoffgewinnung .....	65
5.1.2	Folgewirkungen von Massenverlagerungen .....	72
5.1.2.1	Relief- und Bodenveränderungen (Bodensenkungen) .....	73
5.1.2.2	Rutschungen, Berg- und Felsstürze, Bodenerosion und Subrosion .....	79

5.1.2.3	Massenverlagerung durch Rohstoffgewinnung im Vergleich mit natürlichen Massenbewegungen und Massentransporten . . . . .	89
5.1.2.4	Bodensenkungen durch Grundwassergewinnung und Grundwasserabsenkung . . . . .	92
5.1.3	Langfristige Umweltbelastungen durch Rohstoffgewinnung . . .	93
5.1.3.1	Aufbereitung und Veredlung mineralischer Rohstoffe und ihre Folgewirkungen . . . . .	94
5.1.3.2	Rohstoffgewinnung und Landschaftsveränderungen . . . . .	98
5.1.3.3	Stoffkreisläufe und landschaftsökologische Aspekte . . . . .	99
5.1.3.4	Rohstoffgewinnung und Raumanpruch . . . . .	100
5.1.3.5	Beispiel Rheinisches Braunkohlenrevier . . . . .	103
5.1.3.6	Rohstoffgewinnung und ökologische Konsequenzen . . . . .	106
5.1.4	Eingriff in den Wasserhaushalt: Oberflächenwässer, Grundwasser und Tiefenwasser . . . . .	108
5.1.4.1	Stauseen und künstliche Seen: Sedimentablagerung und Schadstoffe . . . . .	108
5.1.4.2	Bewässerungsprojekte und Umweltgefahren – gewinnt die Natur? . . . . .	111
5.1.4.3	Eingriffe in den Grundwasserhaushalt und die Dynamik der Fließgewässer . . . . .	118
5.1.4.4	Oberirdischer Wasserhaushalt und anthropogene Grundwasserbeeinflussung . . . . .	124
5.1.4.5	Tiefversenkung von Abwässern . . . . .	126
5.2	Umweltrelevante sekundäre Folgen der Eingriffe . . . . .	128
5.2.1	Halden, Abraumkippen und Rückstandsdeponien . . . . .	128
5.2.2	Irreversible Langzeitfolgen anthropogener Eingriffe . . . . .	140
5.2.2.1	Bergschadenswirkungen des Untertagebergbaus . . . . .	141
5.2.2.2	Techrosion – ein anthropogeologischer Prozess . . . . .	142
5.2.2.3	Rohstoffgewinnung und dauerhafte Veränderung der natürlichen Umwelt . . . . .	143
5.2.2.4	Minimierung umweltrelevanter und ökologischer Folgewirkungen . . . . .	150
5.2.2.5	Veränderung geologischer Strukturen und ihre Folgen . . . . .	151
5.2.3	Schädigung der Biosphäre durch Schadstoffeinwirkungen . . . . .	166
5.2.3.1	Saure Niederschläge und neuartige Waldschäden in Mitteleuropa . . . . .	166
5.2.3.2	Schädigung der Biosphäre durch Luftschadstoffe . . . . .	169
5.2.3.3	Herkunft von Schwermetallen in der Umwelt . . . . .	171

5.2.4	Altlasten, radioaktive Abfälle und deren Endlagerung . . . . .	173
5.2.4.1	Altlasten, Altablagerungen und Altstandorte auf dem Festland und im Meer . . . . .	173
5.2.4.2	Radioaktive Abfälle und ihre Entsorgung . . . . .	177
<b>6</b>	<b>Eingriffe im Meer – von der Küste bis in die Tiefsee . . . . .</b>	<b>185</b>
6.1	Überblick . . . . .	185
6.1.1	Eingriffe in Küstenraum und Schelfmeer durch Rohstoffgewinnung . . . . .	190
6.1.2	Gefährdung der marinen Umwelt . . . . .	193
6.2	Umweltgeologische Folgen der Meeresverschmutzung . . . . .	194
6.3	Die Nordsee – ein hochbelastetes Nebenmeer . . . . .	198
6.4	Abfallgrube Meer . . . . .	200
6.5	Stoffaustausch zwischen Küste und offenem Ozean . . . . .	201
6.6	Erzschlämme im Roten Meer – Gewinnung hochriskant . . . . .	202
6.7	Ölverschmutzung des Meeres und ihre Folgen . . . . .	204
6.8	Belastungen durch sonstige organische Schadstoffe . . . . .	207
6.9	Chlorierte und polychlorierte Kohlenwasserstoffe im Meerwasser . . . . .	208
6.10	Eingriffe in den Tiefseebereich . . . . .	210
6.11	Tiefseebergbau – Risiken und mögliche Folgen . . . . .	211
6.12	Atommüll im Meer . . . . .	216
6.13	Wichtige Schlussfolgerungen . . . . .	218
<b>7</b>	<b>Eingriffe in die Atmosphäre – Belastungen und Langzeitfolgen für Klima und Biosphäre . . . . .</b>	<b>221</b>
7.1	Klimawandel – der Mensch als Geofaktor . . . . .	221
7.1.1	Erdgeschichte und Klimageschichte im Überblick . . . . .	225
7.2	Aufbau der Atmosphäre, Klima und Klimaänderungen . . . . .	227
7.2.1	Beschaffenheit und Dynamik der Atmosphäre . . . . .	227
7.2.2	Klimazonen, Klimatypen und Klimaelemente . . . . .	230
7.2.3	Klimaänderungen in Vergangenheit und naher Zukunft . . . . .	231
7.2.4	Natürliche Klimaänderungen und anthropogene Einflüsse . . . . .	234
7.2.5	Vergleich rezenter und paläoklimatischer Ereignisse . . . . .	237
7.3	Treibhauseffekt, Klimazyklen und Kohlenstoffkreislauf . . . . .	240
7.3.1	Uratmosphäre, Klima und Lebensprozesse . . . . .	240
7.3.2	Klima und Kohlenstoffkreislauf . . . . .	242
7.3.3	Zyklische Klimaschwankungen und ihre Ursachen . . . . .	244
7.3.4	Kohlendioxid und Methan als Treibhausgase . . . . .	246
7.3.5	Kalt- und Warmzeiten im Pleistozän – ein Schlüssel zum Verständnis der heutigen Warmzeit? . . . . .	248

7.4	Belastung der Luft durch feste Stoffe und Spurengase . . . . .	250
7.4.1	Hauptverursacher der Luftbelastung . . . . .	250
7.4.2	Emissionen aus anthropogenen und natürlichen Quellen . . . . .	253
7.4.3	Gefährdungspotenziale für Mensch und Umwelt . . . . .	254
7.5	Anthropogene Klimabeeinflussung und Langzeitfolgen . . . . .	256
7.5.1	Umweltverändernde Prozesse durch Klimawandel . . . . .	256
7.5.2	Anthropogenes Kohlendioxid – von der Atmosphäre bis in die Tiefsee? . . . . .	257
7.5.3	Rückwirkungen auf den Menschen und die Tierwelt. . . . .	260
7.5.4	Zukünftige Entwicklungen und die Problematik von Klimaprognosen. . . . .	263
7.5.5	Mögliche „Kippunkte“. . . . .	265
7.6	Stadtklima und Luftverschmutzung in Ballungsräumen . . . . .	265
7.6.1	Luftbelastungen durch Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ozon . . . . .	265
7.6.2	Stadtklima und Schadstofftransport. . . . .	268
7.6.3	Luftverschmutzung früher und heute. . . . .	270
7.7	Klimapolitik – Ziele und Möglichkeiten globalen Handelns. . . . .	274
<b>8</b>	<b>Zukunft des Planeten Erde . . . . .</b>	<b>279</b>
8.1	Geologischer Zeitbegriff und Aktualismus-Prinzip . . . . .	279
8.1.1	Prognosemöglichkeiten . . . . .	281
8.1.2	Die Bedeutung des Zeitfaktors für die Umwelt . . . . .	284
8.1.3	Umweltveränderung und Evolution . . . . .	284
8.2	Zukunftsperspektiven für die Erde. . . . .	285
8.3	Ein Horrorszenario für Ende des 21. bis Mitte des 23. Jahrhundert n. Chr.. . . . .	287
8.4	Zukunftsperspektiven und Beitrag der Umweltgeowissenschaften . . . . .	289
<b>9</b>	<b>Verantwortung der Geowissenschaften. . . . .</b>	<b>291</b>
9.1	Herausforderungen und Möglichkeiten in Forschung und Praxis . . . . .	291
9.2	Ethische Grundlagen zur Erhaltung der Umwelt. . . . .	293
9.3	Geowissenschaften und Politikberatung . . . . .	295
9.4	Verantwortung für den Frieden . . . . .	296
<b>10</b>	<b>Ausblick . . . . .</b>	<b>301</b>
	<b>A Grafische Darstellungen und Quellennachweise . . . . .</b>	<b>303</b>
	<b>Literatur. . . . .</b>	<b>307</b>
	<b>Stichwortverzeichnis. . . . .</b>	<b>327</b>