

1	Einleitung und Zielsetzung	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Zielsetzung	4
1.3	Erkenntnisfortschritte in den letzten Jahrzehnten	7
2	Bedeutung der Geowissenschaften für die Gesellschaft	9
2.1	Aufgaben der Geowissenschaften	9
2.2	Geowissenschaften und die Lösung von Umweltproblemen	13
2.3	Geowissenschaften und die Industriegesellschaft	16
3	Ziele und Aufgaben der Umweltgeologie	21
3.1	Umweltgeologie als aktuelles Forschungsgebiet	21
3.2	Beziehungen zwischen Umweltgeologie und Ökologie	29
3.3	Entwicklung eines modernen Umweltbewusstseins	30
4	Der Mensch als Geofaktor	35
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
5	Menschliche Eingriffe in die Geosphäre	65
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 (Bodenensenkungen)	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 Umwelteinflüsse 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 Raumanspruch	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
6	Eingriffe im Meer – von der Küste bis in die Tiefsee.	185
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
7	Eingriffe in die Atmosphäre – Belastungen und Langzeitfolgen für Klima und Biosphäre	221
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 „Kipppunkte“	265
7.6	Stadtclima und Luftverschmutzung in Ballungsräumen	265
7.6.1	Luftbelastungen durch Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ozon	265
7.6.2	Stadtclima und Schadstofftransport	268
7.6.3	Luftverschmutzung früher und heute	270
7.7	Klimapolitik – Ziele und Möglichkeiten globalen Handelns.	274
8	Zukunft des Planeten Erde	279
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
9	Verantwortung der Geowissenschaften	291
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
10	Ausblick	301
A	Grafische Darstellungen und Quellennachweise	303
Literatur		307
Stichwortverzeichnis		327