

Senatskommission für
Geowissenschaftliche Gemeinschaftsforschung
der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Dynamische Erde – Zukunftsaufgaben der Geowissenschaften

Strategieschrift

Mit Unterstützung der

DFG

 **Geokommission**

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Bedeutung und Aufgaben der Geowissenschaften	15
1.1 Bedeutung der Geowissenschaften	15
1.2 Globaler Wandel	18
1.3 System Erde	21
1.4 Zukünftige Herausforderungen für die Geowissenschaften	23
2 Die Erde als Rohstoffquelle	27
2.1 Die Georessourcen Wasser und Boden	27
2.2 Fossile Energieträger	38
2.3 Metallische Rohstoffe	44
2.4 Nukleare Brennstoffe	48
2.5 Geothermische Energie	53
2.6 Nutzung des Untergrundes	57
2.7 Industriemineralien und Düngemittel	60
2.8 Produktion von Nahrungsmitteln in einer sich verändernden Umwelt	63
3 Veränderung des Erdsystems durch den Menschen	69
3.1 Die Erde im Anthropozän	69
3.2 Raumnutzung und Raumnutzungskonflikte	72
3.3 Schadstoffe in Wasser, Boden und Luft	74
3.4 Sanierung von Altlasten aus Industrie und Bergbau	76
3.5 Unterirdische Speicherung von Kohlendioxid	80
3.6 Endlagerung radioaktiver Abfälle	86
4 Naturkatastrophen: Die Erde als Unruheherd	91
4.1 Erdbeben und Tsunamis	96
4.2 Vulkaneruptionen	100
4.3 Meteorologische Extremereignisse	104
4.4 Hangrutschungen	105
4.5 Kosmische Katastrophen	108

5	Die Erde als Planet	115
5.1	Die Entstehung des Sonnensystems und der Erde	116
5.2	Kondensation, Akkretion und Differentiation im Solaren Nebel	119
5.3	Die Frühgeschichte der Erde und des Mondes und die Bildung des Erdkerns	124
5.4	Die Frühgeschichte der Erde	131
5.5	Vergleichende Planetologie und Weltraummissionen	136
6	Das tiefe Erdinnere	143
6.1	Erdkern, Magnetfeld und thermische Geschichte der Erde	144
6.2	Die Kern-Mantel-Grenze: Die wichtigste innere Oberfläche unseres Planeten	149
6.3	Mineralphysik und seismische Tomographie	153
6.4	Mantelkonvektion und Rheologie von Mineralen	158
7	Die Lithosphäre	165
7.1	Entstehung der kontinentalen Lithosphäre	166
7.2	Plattentektonik und Gebirgsbildung	171
7.3	Das Wachstum der kontinentalen Lithosphäre: Der Subduktionskanal	176
7.4	Aufbau und Entwicklung von kontinentalen Plattenrändern	179
7.5	Sedimentbecken	182
7.6	Vulkanismus und Physik magmatischer Prozesse	186
7.7	Verformungsmechanismen, Störungssysteme und Erdbeben	190
7.8	Der Breitband Ansatz zur Messung der Lithosphärendeformation	192
7.9	Submarine Hydrothermalquellen	197
8	Die Oberfläche der Erde	207
8.1	Die Evolution von Atmosphäre und Ozeanen	208
8.2	Mineraloberflächen und Verwitterung	212
8.3	Impaktprozesse	215
8.4	Erdoberflächenprozesse	220

9	Natürliche Klimaentwicklung und menschlicher Einfluss auf das Klima	227
9.1	Wechselwirkung zwischen Biosphäre, Kohlenstoffkreislauf und Klima	230
9.2	Wechselwirkungen zwischen Tektonik und Klima	235
9.3	Dynamik abrupter Klimaänderungen	237
9.4	Natürliche Klimavariationen in Warmzeiten	240
9.5	Wechselwirkungen zwischen Klima und vorindustriellen Kulturen	244
9.6	Szenarien für die zukünftige Klimaentwicklung	245
10	Die Erde als Ökosystem	251
10.1	Entwicklung und Bedeutung des Ökosystems Erde	251
10.2	Herkunft und Entwicklung des Lebens	255
10.3	Krisen der Evolution und Dynamik der Biodiversität	259
10.4	Struktur, Funktion und Dynamik von Ökosystemen	263
10.5	Extreme und unbekannte Habitate	269
11	Geowissenschaftliche Methoden und Technologien für die Zukunft	277
11.1	Satelliten zur Erdbeobachtung	279
11.2	Naturlabore, Observatorien und Geophysikalische Großeinrichtungen	283
11.3	Seismische Tomographie und Geodäsie	285
11.4	Beobachten und Probenahme: Forschungsschiffe, Forschungsflugzeuge, Tiefseeobservatorien und Bohrgeräte	289
11.5	Geochemische Analytik / Kosmochemische Methoden / Mikrostrukturelle Analytik	293
11.6	Methoden der experimentellen Geochemie und Geophysik	297
11.7	Geoinformatik – Geoinformationstechnik	301
11.8	Klimasystemmodellierung	302
11.9	Modellierung von Erdoberflächenprozessen und Sedimentbecken	305
11.10	Geodynamische Modellierung der tieferen Erde	307

12 Geowissenschaftliche Forschungslandschaft und geowissenschaftlicher Nachwuchs	311
12.1 Universitäre und außeruniversitäre Einrichtungen	311
12.2 Museen und Forschungssammlungen	319
12.3 Daten- und Informationssysteme	324
12.4 Nationale und internationale Strukturen und Integration	330
12.5 Der geowissenschaftliche Nachwuchs	341
Anhang	351
Abkürzungen	351
Geowissenschaftliche Studiengänge in Deutschland	355
Mitglieder der Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsforschung (Geokommission)	361
Impressum	362
Bildnachweis	363