

Inhaltsverzeichnis

1	Fachwissenschaftliche Grundlagen	1
	<i>Martin Meschede</i>	
1.1	Einführung	2
1.1.1	Der Planet Erde – ein sich ständig veränderndes System	2
1.1.2	Selbstregulation	3
1.2	Das System Erde als Teil des Sonnensystems im Universum	4
1.3	Interagierende Sphären im System Erde	7
1.3.1	Der Bereich des Wassers – Hydrosphäre	7
1.3.2	Der Bereich der Luft – Erdatmosphäre	8
1.3.3	Der Bereich der Gesteine – die feste Erde, Lithosphäre	9
1.3.4	Der Bereich der Lebewesen – die Biosphäre	20
1.4	Rohstoffe im System Erde	24
1.5	Veränderungen im System Erde und ihre Auswirkungen auf die menschliche Zivilisation	26
1.5.1	Natürliche Geogefahren	27
1.5.2	Auswirkungen von Naturereignissen auf die geschichtliche Entwicklung der Menschheit	27
1.5.3	Das Anthropozän als jüngstes Erdzeitalter	28
1.6	Erkundung des Systems Erde mithilfe von Feld- und Laborarbeiten	29
	Literatur	30
2	Einführung in die Geowissenschaftsdidaktik	31
	<i>Dirk Felzmann, Sylke Hlawatsch</i>	
2.1	Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik	32
2.1.1	Allgemeine Didaktik	32
2.1.2	Fachdidaktik als eigene wissenschaftliche Disziplin	33
2.2	Akteurinnen und Akteure geowissenschaftlicher Bildung	37
2.2.1	Akteurinnen und Akteure in Bildungspolitik und Bildungsverwaltung	38
2.2.2	Akteurinnen und Akteure in den Bildungswissenschaften	39
2.2.3	Schulbuchverlage	39
2.2.4	Geologische Landesämter	39
2.2.5	Akteure und Akteurinnen an geowissenschaftlichen Forschungsinstituten, Schülerlaboren und Museen	40
2.2.6	Akteurinnen und Akteure in Geoparks	40
2.2.7	Akteurinnen und Akteure in Fachgesellschaften und Verbänden	40
2.3	Didaktik geowissenschaftlicher Vermittlung	46
2.3.1	Geowissenschaften – die interdisziplinäre naturwissenschaftliche Erforschung der Erde als Gesamtsystem	46
2.3.2	Geoscience Education	47
2.3.3	<i>Earth Systems Education</i> im deutschen Schulunterricht – das Projekt „Forschungsdialog: System Erde“	52
2.3.4	Einzelfachliche Entwicklungen in Deutschland	57
2.4	Aktuelle Entwicklungen im deutschsprachigen Raum	62
2.4.1	Die aktuelle Situation geowissenschaftlicher Vermittlung	62
2.4.2	Ausblick	64
	Literatur	67
3	Stand der Forschung im Bereich der Earth System Science Education	71
	<i>Nir Orion (Übersetzung: Dirk Felzmann und Isolde Bauer)</i>	
3.1	Einleitung	72
3.2	Environmental insight	73
3.3	Systemdenken	73
3.3.1	Forschung zum Systemdenken	73
3.3.2	Das mehrschichtige <i>Systems Thinking Hierarchical</i> -Modell (STH-Modell)	74

3.4	Die Lernumgebung im Freien	77
3.5	Die emotional-soziale Komponente und die Theorie des <i>learning instinct</i>	79
3.5.1	Emotionale Aspekte des Lernens in den Geowissenschaften	79
3.5.2	Die Theorie des <i>learning instinct</i>	80
3.6	Wo sich das Professionsverständnis wandelt	80
3.7	Eine bedenkliche Kluft	81
3.8	Zusammenfassung	82
	Literatur	83
4	Schulische Rahmenvorgaben und Anforderungen mit Relevanz für die Vermittlung von geowissenschaftlichen Sachverhalten	85
	<i>Alexander Kauertz, Dirk Felzmann, Ingrid Hemmer, Sylke Hlawatsch</i>	
4.1	Bildungsstandards	86
4.1.1	Naturwissenschaftliche Grundbildung	86
4.1.2	Die Struktur der Bildungsstandards	86
4.1.3	Naturwissenschaftliche Bildung und Tests	89
4.1.4	Grenzen der Operationalisierung	89
4.1.5	Naturwissenschaftlicher Unterricht – ein Blick ins Fach oder auf das Fach?	90
4.1.6	Naturwissenschaftliche Bildung als Teil allgemeiner Bildung	90
4.2	Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)	92
4.2.1	Was ist BNE? – Entstehung und Begriffsklärung	92
4.2.2	Faktoren eines BNE-Bildungsangebotes	93
4.2.3	Lernvoraussetzungen	94
4.2.4	Ziele und Kompetenzen	94
4.2.5	Inhalte	95
4.2.6	Methoden und Medien	95
4.2.7	Evaluation	96
4.2.8	Partizipation	96
4.2.9	BNE in den Schulen	96
4.2.10	BNE an Hochschulen	96
4.2.11	BNE in der nonformalen Bildung	97
4.2.12	BNE-Whole-Institution-Approach (WIA)	97
4.2.13	Ausblick	98
4.3	Strategie für Bildung in einer digitalen Welt	98
	Literatur	101
5	Voraussetzungen auf Seiten der Lernenden	105
	<i>Martin Xaver Müller, Dirk Felzmann</i>	
5.1	Interesse an geowissenschaftlichen Inhalten – Ausprägung und Förderansätze	106
5.1.1	Interesse: Eine gegenstandsspezifische und entwicklungsähnliche Variable im Lernprozess	106
5.1.2	Interesse an der Domäne „Geowissenschaften“ aus empirischer Sicht	108
5.1.3	Interesse an geowissenschaftlichen Inhalten fördern	109
5.2	Schülervorstellungen	111
5.2.1	Schülervorstellungen – Grundlagen	111
5.2.2	Grundsätzliche Schwierigkeiten bei der Konstruktion geowissenschaftlicher Vorstellungen	117
5.2.3	Konkrete fehlerhafte Schülervorstellungen zu geowissenschaftlichen Sachverhalten	120
	Literatur	124
6	Spezifika geowissenschaftlicher Vermittlung	129
	<i>Dirk Felzmann, Sylke Hlawatsch, Dominik Conrad, Gregor C. Falk, Mathias Faller</i>	
6.1	Bestimmung von Zielen im Rahmen eines kompetenzorientierten geowissenschaftlichen Unterrichtes	130
6.1.1	Erkenntnisgewinnung	130
6.1.2	Kommunikation	131
6.1.3	Bewertung	132
6.1.4	Umgang mit Fachwissen: Basiskonzepte	133

6.2	Auswahl konkreter Fachinhalte	135
6.2.1	Didaktische Konzepte zur Auswahl geeigneter Beispiele	135
6.3	Entscheidungen zur Strukturierung des Lehrangebots	137
6.3.1	Ausgewählte Unterrichtsverfahren für geowissenschaftliche Lehre.....	138
6.3.2	Mit Methoden den Unterricht strukturieren	139
6.3.3	Wissen sichern, vernetzen und transferieren.....	141
6.3.4	Mechanisches Üben – Auswendiglernen	142
6.3.5	Metakognition	142
6.4	Darstellungsformate für systemische Beziehungen	142
6.4.1	Mind Maps	143
6.4.2	Concept Maps.....	143
6.4.3	Flussdiagramme.....	144
6.4.4	Ursache-Wirkungs-Diagramm/Wirkungsdiagramm/Wirkungsgefüge/Wirkgefüge	144
6.4.5	Vergleich der Darstellungsformate	145
6.5	Konkrete Methoden	146
6.5.1	Mystery	146
6.5.2	Storytelling	147
6.5.3	Methoden für geowissenschaftliche Bildung im Gelände: Geländearbeit und Feldforschung	148
6.5.4	Aufbau von Modellkompetenz im naturwissenschaftlichen Geographieunterricht: Modellieren geowissenschaftlicher Phänomene in einem Geowindow	150
	Literatur.....	153
7	Earth Learning Ideas (ELI)	155
	<i>Chris King (Übersetzung: Sylke Hlawatsch)</i>	
7.1	Die Erde erforschen mit Earth Learning Ideas (ELIs) – praktische Aktivitäten für den geographisch-naturwissenschaftlichen Schulunterricht und darüber hinaus	156
7.1.1	Der Earth-Learning-Idea-Ansatz – Überblick.....	157
7.1.2	Mit einer ELI kritisches Denken fördern	158
7.1.3	Beispiel für die Kategorie „Grundfertigkeiten (basic skills)“	158
7.1.4	Beispiel für die Kategorie „Beobachtung (observation)“	158
7.1.5	Beispiel für die Kategorie „Veranschaulichung (illustration)“	158
7.1.6	Ein Beispiel für die Kategorie „Untersuchung (investigation)“	160
7.1.7	Ein Beispiel für die Kategorie „Modelle (models)“	161
7.1.8	Ein Beispiel für die Kategorie „Gedankenexperimente (thought experiment)“.....	162
7.1.9	ELI around the world	163
7.2	Kurze und effektive Fortbildungsworkshops für Lehrkräfte der Naturwissenschaften und der Geographie sowie für angehende Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst	163
7.2.1	Einzelheiten zu den Workshops	164
7.2.2	Evaluationsergebnisse	166
7.3	Diskussion	169
7.4	Schlussfolgerung	170
	Literatur.....	171
8	Geowissenschaften in der Schule – das Beispiel der Richard-Hallmann-Schule (RHS) in Schleswig-Holstein	173
	<i>Sylke Hlawatsch</i>	
8.1	Das Organisationsmodell für den geowissenschaftlichen Unterricht an der Richard-Hallmann-Schule (RHS)	174
8.2	Ausgewählte Beispiele der geowissenschaftlichen Unterrichtspraxis	182
8.2.1	Einführung in die naturwissenschaftliche Betrachtung der Erde als System.....	183
8.2.2	Fossilien – stumme Zeugen der Erdgeschichte	191
8.2.3	Kommt unsere Erde denn nie zur Ruhe?	206
8.2.4	Reise eines Wassertropfens in Trappenkamp	216
8.2.5	Heiß-kalt, heiß-kalt ... – Wie lange geht das schon so?.....	224
8.2.6	Welchen Einfluss hat der Mensch auf das Klima?.....	230
8.3	Resümee und Ausblick	236
	Literatur.....	238

9	International Earth Science Olympiad (IESO) – ein naturwissenschaftlicher Wettbewerb für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II.....	241
	<i>Sylke Hlawatsch</i>	
9.1	Einleitung	242
9.1.1	Historischer Abriss	242
9.1.2	Schülerwettbewerbe in Deutschland.....	242
9.2	Der internationale Wettbewerb – International Earth Science Olympiad (IESO)	244
9.2.1	Delegationen zur Teilnahme an einer IESO	245
9.2.2	Ablauf einer IESO.....	245
9.2.3	Die Wettbewerbsinhalte einer IESO.....	245
9.2.4	Wettbewerbskategorien.....	248
9.2.5	Erdsystemprojekte (<i>Earth Systems Projects, ESPs</i>).....	250
9.2.6	Spezifische Wettbewerbskategorien der Online-IESOs.....	251
9.3	Auswahl einer Mannschaft der Bundesrepublik Deutschland zur Teilnahme an der IESO 252	
	Literatur.....	253
10	Unterstützungsmaßnahmen von der Wissenschaft für die Schule – didaktische Brücke	255
	<i>Maria Mrosko, Sylke Hlawatsch, Dieter Kasang, Martin Meschede, Yamirka Rojas-Agramonte, Christian Winter, Germaine Damm, Peter Appel, Gösta Hoffmann, Edouard Grigowski, Valeska Decker, Tamara Fahry Seelig.</i>	
10.1	Mileko: Der Mineralogische Lehrkoffer.....	256
10.1.1	Beschreibung und Ziele des Projektes.....	256
10.1.2	Einsatzbereiche	256
10.1.3	Weiterentwicklung und Bezugsmöglichkeiten.....	258
10.2	Fachvorträge in der Schule – Rent a Prof.....	258
10.2.1	Erfahrungsbericht.....	258
10.3	Bildungsserver	260
10.3.1	Einleitung	260
10.3.2	Das „Bildungswiki Klimawandel“.....	260
10.3.3	Die Klimaplattform auf dem Hamburger Bildungsserver (HBS).....	262
10.3.4	Wälder im Klimawandel – ein Beispiel	265
10.4	Erklärvideos in der DGGV-Videoreihe „Das System Erde“	267
10.5	Urbane Geologie: Mit digitalen Medien Gesteine auf einem Stadtspaziergang entdecken	268
10.5.1	So wird's gemacht.....	269
10.6	#Geologie-einfach-digital	272
10.6.1	Die Smartphone-App „OutcropWizard“.....	273
10.6.2	Das Projekt „30 Geotope ³ “	273
10.7	Plattform „Geowissenschaften in der Schule“ (GeoWidS)	275
	Literatur.....	276
11	Vermittlungsansätze der außerschulischen Lernorte Natur, Museum und Schülerlabor	277
	<i>Ingrid Hemmer, Tobias Fischer, Mariam El Hourani, Marie-Luise Frey, Christine Hogefeld, Pascal Schmitz, Klaudia Wolf, Gilla Simon, Andrea Koch-Hillmaier, Dorothee Kleinschrot, Kristina Riemenschneider, Sven Hille, Joachim Dengg, Marion Kanwischer, Una Reck, Sylke Hlawatsch, Barbara Hentzsch, Kristin Beck</i>	
11.1	Lernort Natur	278
11.2	Lernort Museum	297
11.3	Lernort Schülerlabor – Forschung erleben	310
	Literatur.....	322

12	Outreach – Wie sich die Wissenschaftskommunikation der modernen Mediennutzung anpasst.	325
	<i>Simon Schneider</i>	
12.1	Was ist diese Wissenschaftskommunikation?	326
12.2	Wer kommuniziert da eigentlich?	327
12.3	An mehreren Fronten gleichzeitig – wie Wissenschaftskommunikation funktioniert.	328
12.4	Wege der Kommunikation	330
12.5	Medialisierung	330
12.6	Soziale Medien und die Macht der Lauten	332
12.7	Audiovisualität als Fluch und Segen – <i>Sexy Science sells</i>	333
12.8	Was bleibt nach der Informationsflut? Lernorte.	335
12.9	Interkulturelle Wissenschaftskommunikation.	335
	Literatur	337
13	Der Arbeitskreis Polarlehrer (Polar Educators Germany)	339
	<i>Rainer Lehmann, Monika Kallfelz, Friederike Krüger</i>	
13.1	Ansatz und Konzept des Arbeitskreises	340
13.2	Werkzeuge zum Umsetzen der gesetzten Ziele	341
13.2.1	Aktivitäten in Deutschland	341
13.2.2	Internationale Vernetzung	342
13.3	Aktivitäten der Expeditionslehrkräfte	342
13.3.1	Teilnahmen seit 2007	342
13.4	Ergebnisse der Expeditionen	344
13.5	Beispiele für Expeditionsteilnahmen von Lehrkräften	344
13.5.1	Expeditionsteilnahme Antarktis – Außerschulisches Lernort Museum	344
13.5.2	Expeditionsteilnahme bei MOSAiC (Arktis-Expedition 2019-2020): Ablauf und Arbeitsergebnisse	349
13.5.3	Expeditionsteilnahme und Publikationen	356
13.6	Expeditionsteilnahme und Fortbildungen für Lehrkräfte	360
13.7	Voraussetzungen und mögliche Herausforderungen zum Erreichen der Ziele	361
13.7.1	Der Weg zum Polarlehrer	361
13.7.2	Zu überwindende Hürden	363
	Literatur	365
14	Hochschuldidaktik in den Geowissenschaften	367
	<i>Malte Junge, Silke Weiß, Donja Aßbichler, Johannes Miocic</i>	
14.1	Einleitung	368
14.1.1	Lehr(kompetenz)entwicklung in den Geowissenschaften	368
14.1.2	Konzeptionelle Perspektiven der Lehre in den Geowissenschaften	369
14.2	Theorien aus der Hochschuldidaktik	369
14.2.1	Übersicht über allgemeine Theorien aus der Hochschuldidaktik	370
14.2.2	Kompetenzbegriffe in der Hochschuldidaktik	370
14.3	Aufbau von Hochschuldidaktik-Zertifikaten	371
14.3.1	Lehren und Lernen	371
14.3.2	Lehrveranstaltungen planen und vorbereiten	371
14.3.3	Lehrveranstaltungen durchführen	372
14.3.4	Lehrveranstaltungen auswerten	372
14.3.5	Studierende beraten und prüfen	372
14.4	Analoge und digitale Lehrmethoden in den Geowissenschaften	372
14.4.1	Flipped Classroom	372
14.5	Zukünftige Entwicklung der Hochschuldidaktik in den Geowissenschaften	374
	Literatur	374

15	Geowissenschaftsdidaktische Forschung	377
	<i>Dirk Felzmann, Sascha Henninger, Tanja Kaiser, Maike Sauer, Alexander Kauertz, Sandra Nitz</i>	
15.1	Räumliches Denken in geowissenschaftlichen Kontexten	378
15.2	Digitale Lernumgebungen schülerorientiert entwickeln – Videoanalysen zur Optimierung eines digital geführten Lernzirkels	379
15.3	Kompetenzbetrachtung im Umgang mit Systemen	390
	Literatur.....	396
16	Die Evaluation von geowissenschaftlichem Unterricht	399
	<i>Markus Lücke</i>	
16.1	Einführung	400
16.2	Die Stufen einer Evaluation	400
	Literatur.....	410