

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	<i>Environmental insight.</i>	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 Xavier Müller, Dirk Felzmann</i>	
5.1	Interesse an geowissenschaftlichen Inhalten – Ausprägung und Förderansätze	106
5.1.1	Interesse: Eine gegenstandsspezifische und entwicklungsfähige 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
 Chris King (Übersetzung: Sylke Hlawatsch)

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
 Sylke Hlawatsch

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 Truppenkamp 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</i> , ESPs)	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 Stadtpaziergang 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 – Außerschulischer 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,</i>	
	<i>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 Lücken</i>	
16.1	Einführung	400
16.2	Die Stufen einer Evaluation	400
	Literatur.....	410