

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Theoretischer Hintergrund.....	4
2.1	Hintergrundinformationen zu Energie.....	4
2.1.1	Allgemeines Energieverständnis.....	4
2.1.2	Energie aus physikalischer Sicht	5
2.1.2.1	<i>Energieformen</i>	5
2.1.2.2	<i>Von der Quelle zur Endenergie.....</i>	7
2.1.2.3	<i>Prinzipien.....</i>	9
2.1.2.4	<i>Eng verknüpfte Begriffe</i>	12
2.1.3	Ausgewählte Spezifika anderer Domänen	14
2.1.4	Zusammenfassung	16
2.1.5	Fachliche Hintergründe zu den Bildern	18
2.2	Forschungsdiskurs zu Energie.....	25
2.2.1	Überblick zu Studien im Vor- und Grundschulbereich.....	25
2.2.2	Darstellung exemplarischer Studien	30
2.2.3	Kategoriale Darstellung des Forschungsstandes.....	31
2.2.3.1	<i>Energie wird an Erscheinungen erkannt.....</i>	33
2.2.3.2	<i>Eng verknüpfte Begriffe</i>	34
2.2.3.3	<i>Konzeptualisierungen von Energie</i>	35
2.2.3.4	<i>Prinzipien und Fachbegriffe im Kontext Energie.....</i>	35
2.2.3.5	<i>Didaktische Aspekte beim Erlernen des Energiekonzeptes</i>	37
2.2.4	Zusammenfassung zum Stand der Forschung.....	37
2.3	Energie aus didaktischer Perspektive	39
2.3.1	Ist Energie ein Thema für die Grundschule?	39
2.3.2	Definitionen von Energie.....	40
2.3.3	Konzeptualisierungen von Energie.....	41
2.3.4	Didaktische Konzeptionen für die Grundschule	43
2.3.4.1	<i>Physiklernen als Sprachspiel (Starauschek, 2008)</i>	43
2.3.4.2	<i>Prinzip der Basiskonzepte (Giest, 2011)</i>	43
2.3.4.3	<i>The Energy Lens (Crissman, Lacy, Nordine & Tobin, 2015).....</i>	44
2.3.4.4	<i>Phänomenorientierter Ansatz (Kahlert & Demuth, 2008)</i>	44
2.3.4.5	<i>Schweizer Lehrwerk NaTech (Bölsterli Bardy et al., 2017)</i>	45
2.3.4.6	<i>Gofex (Diehl & Peschel, 2016)</i>	46
2.3.5	Didaktische Konzeptionen für die Sekundarstufe	46
2.3.5.1	<i>Einführung über den Kraftbegriff.....</i>	46
2.3.5.2	<i>Kontextorientierung (Höfle, Parchmann & Komorek, 2009).....</i>	47
2.3.5.3	<i>Lernförderliche Metaphern (Kattmann, 2015).....</i>	48
2.3.5.4	<i>Energiequadriga (Duit, 1986a).....</i>	48
2.3.5.5	<i>Unitär vs. konsekutiv (Hadinek, Neumann & Weßnigk, 2016).....</i>	50
2.3.5.6	<i>Veranschaulichungen.....</i>	51
2.3.5.7	<i>Aufbau des Energiekonzeptes.....</i>	52
2.3.6	Rahmen-, Lehrpläne und Curricula.....	54
2.3.7	Zusammenfassende Übersicht	56
3.	Empirische Untersuchung.....	61
3.1	Forschungsrahmen	61
3.1.1	Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion.....	61

3.1.2	Besonderheiten der Forschung mit Kindern	63
3.1.3	Fragestellung	64
3.1.4	Forschungsdesign	66
3.2	Erhebungsverfahren	68
3.2.1	Qualitativer Fragebogen	68
3.2.2	Qualitative Interviews mit Impulsbildern	69
3.3	Sample	74
3.3.1	Sample für den qualitativen Fragebogen	74
3.3.2	Sample für die Interviews mit Impulsbildern	75
3.4	Ablauf der Erhebung	77
3.4.1	Beschreibung der Vorstudie	77
3.4.2	Beschreibung der Hauptstudie	78
3.5	Auswertungsverfahren	79
3.5.1	Aufbereitung der Daten	80
3.5.2	Auswertung des Fragebogens	81
3.5.3	Auswertung der Interviews	83
3.5.3.1	<i>Formale Strukturierung nach Mayring (2015)</i>	83
3.5.3.2	<i>Offenes Codieren nach Schmidt (2017)</i>	85
3.5.3.3	<i>Fragengeleitete Auswertung in Anlehnung an Mayring (2015)</i>	88
3.6	Gütekriterien	94
4.	Darstellung der Ergebnisse	99
4.1	Ergebnisse des Fragebogens	99
4.1.1	Assoziationen zum Wort Energie	99
4.1.2	Assoziationen zu erneuerbaren Energien	103
4.1.3	Weitere spannende Antworten aus dem Fragebogen	106
4.2	Kontextspezifische Vorstellungen von Grundschulkindern zu Energie	106
4.2.1	Welche Bilder wurden mit Energie assoziiert?	107
4.2.2	Darstellung spezifischer Vorstellungen zu exemplarischen Bildern	109
4.2.2.1	<i>Energievorstellungen evoziert durch das Impulsbild Wasserkocher</i> ..	110
4.2.2.2	<i>Energievorstellungen evoziert durch das Impulsbild Feuer</i>	112
4.2.2.3	<i>Energievorstellungen evoziert durch das Impulsbild Fluss</i>	115
4.2.2.4	<i>Energievorstellungen evoziert durch das Impulsbild Wasserrad</i>	117
4.2.2.5	<i>Energievorstellungen evoziert durch das Impulsbild Sonne</i>	119
4.2.2.6	<i>Energievorstellungen evoziert durch die Impulsbilder Nahrung</i>	120
4.2.2.7	<i>Energievorstellungen evoziert durch das Impulsbild Pferde</i>	123
4.2.2.8	<i>Energievorstellungen evoziert durch das Impulsbild Stuhl</i>	125
4.3	Kontextunabhängige Vorstellungen von Grundschulkindern zu Energie ..	126
4.3.1	Schlüsselkategorie: Alles hat Energie	129
4.3.2	Schlüsselkategorie: Eng verknüpfte Begriffe	129
4.3.3	Schlüsselkategorie: (Aus-)Wirkungen	130
4.3.4	Schlüsselkategorie: Erscheinungen/Entitäten	132
4.3.5	Schlüsselkategorie: Nutzen	133
4.3.6	Schlüsselkategorie: Normative Wertung	133
4.4	Sprach- und Argumentationsstrukturen im Zusammenhang mit Energie ..	134
4.4.1	Schlüsselkategorie: Prinzipien	134
4.4.1.1	<i>Oberkategorie: Herstellung/Entstehung</i>	135
4.4.1.2	<i>Oberkategorie: Verbrauchen</i>	135
4.4.1.3	<i>Oberkategorie: Verwenden</i>	136
4.4.1.4	<i>Oberkategorie: Umwandlung</i>	136
4.4.1.5	<i>Oberkategorie: Weitergabe</i>	137

4.4.1.6	<i>Oberkategorie: Speichern</i>	138
4.4.1.7	<i>Oberkategorie: Haben/Enthalten</i>	138
4.4.2	Schlüsselkategorie: Argumentationsstrukturen.....	140
4.4.2.1	<i>Oberkategorie: Sprachliche Verknüpfungen</i>	140
4.4.2.2	<i>Oberkategorie: Vergangenheit/Zukunft</i>	141
4.4.3	Schlüsselkategorie: Fachbegriffe.....	142
4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	142
5.	Interpretation der Ergebnisse	144
5.1	Assoziationen zu Begriffen.....	144
5.1.1	Assoziationen zum Begriff Energie.....	144
5.1.2	Assoziationen zum Begriff erneuerbare Energien.....	145
5.2	Assoziationen zu Kontexten.....	146
5.2.1	Schlüsselkategorie: Alles hat Energie.....	147
5.2.2	Schlüsselkategorie: Eng verknüpfte Begriffe.....	147
5.2.2.1	<i>Energie und Strom</i>	147
5.2.2.2	<i>Energie und Kraft</i>	148
5.2.3	Schlüsselkategorie: (Aus-)Wirkungen.....	150
5.2.3.1	<i>Energie ist vorhanden, wenn etwas passiert</i>	150
5.2.3.2	<i>Energie wird deutlich in Bewegung</i>	151
5.2.3.3	<i>Wärme und Licht sind Ausdruck von Energie</i>	152
5.2.3.4	<i>Energie bedeutet Leben</i>	153
5.2.3.5	<i>Energie zeigt sich im Wachstum</i>	154
5.2.4	Schlüsselkategorie: Nutzen.....	155
5.2.5	Schlüsselkategorie: Entitäten/Erscheinungen.....	156
5.2.5.1	<i>Energie und Nahrung</i>	156
5.2.5.2	<i>Energie und Bestandteile der Nahrung</i>	157
5.2.5.3	<i>Energie und Lebewesen</i>	158
5.2.5.4	<i>Energie und Pflanzen</i>	159
5.2.5.5	<i>Energie und Substanzen</i>	160
5.2.5.6	<i>Energie und Naturerscheinungen</i>	161
5.2.6	Schlüsselkategorie: Normative Wertung.....	162
5.2.7	Schlüsselkategorie: Prinzipien.....	163
5.2.7.1	<i>Energieumwandlung vs. Herstellung und Verbrauch</i>	164
5.2.7.2	<i>Energietransport</i>	165
5.2.7.3	<i>Energiespeicherung</i>	166
5.2.7.4	<i>Energieentwertung</i>	167
5.2.7.5	<i>Energieerhaltung</i>	168
5.2.7.6	<i>Reihenfolge der Einführung der Prinzipien</i>	169
5.2.8	Schlüsselkategorie: Sprachliche Aspekte.....	170
5.2.8.1	<i>Fachbegriffe</i>	170
5.2.8.2	<i>Sprachliche Verknüpfungen</i>	170
5.2.8.3	<i>Gedankenexperiment: Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft</i>	170
6.	Schlussfolgerungen	172
6.1	Schlussfolgerungen zu den Konzeptualisierungen.....	172
6.1.1	Stofflicher Energiebegriff.....	173
6.1.2	Technischer Energiebegriff.....	173
6.1.3	Kausaler Energiebegriff.....	174
6.1.4	Anthropozentrischer Energiebegriff.....	174
6.1.5	Funktionaler Energiebegriff.....	174

6.1.6	Normativer Energiebegriff	174
6.1.7	Universalistischer Energiebegriff	175
6.1.8	Konsumorientierter Energiebegriff	175
6.1.9	Verknüpfungen der Konzeptualisierungen	175
6.1.10	Zusammenfassung	176
6.2	Schlussfolgerungen zur Definition von Energie	178
6.3	Schlussfolgerungen zum didaktischen Verständnis	182
7.	Konsequenzen für den Unterricht.....	184
7.1	Leitlinien.....	185
7.1.1	Leitlinie A: Energie ist ein vielperspektivisches Konzept	185
7.1.2	Leitlinie B: Energie ist etwas Abstraktes.....	186
7.1.3	Leitlinie C: Energie ist eine Erhaltungsgröße	187
7.1.4	Leitlinie D: Energie ist eine Naturgröße	188
7.1.5	Leitlinie E: Vorstellungen und Begriffsverständnis.....	188
7.2	Bausteine	189
7.2.1	Baustein A: Energie ist ein vielperspektivisches Konzept.....	189
7.2.1.1	<i>Universalistischer Energiebegriff</i>	189
7.2.1.2	<i>Technischer Energiebegriff</i>	190
7.2.2	Baustein B: Energie ist etwas Abstraktes	191
7.2.2.1	<i>Kausaler Energiebegriff</i>	191
7.2.2.2	<i>Stofflicher Energiebegriff</i>	195
7.2.3	Baustein C: Energie ist eine Erhaltungsgröße	197
7.2.3.1	<i>Konsumorientierter Energiebegriff</i>	197
7.2.3.2	<i>Prinzipien</i>	198
7.2.4	Baustein D: Energie ist eine Naturgröße	200
7.2.4.1	<i>Naturenergie</i>	200
7.2.4.2	<i>Anthropozentrischer Energiebegriff</i>	201
7.2.4.3	<i>Normativer Energiebegriff</i>	202
7.2.4.4	<i>Funktionaler Energiebegriff</i>	202
7.2.5	Baustein E: Vorstellungen und Begriffsverständnis	204
7.2.5.1	<i>Vorstellungen</i>	204
7.2.5.2	<i>Sprache und Begriffe</i>	205
7.3	Unterrichtsverlauf.....	207
7.3.1	Aufbau des Energiekonzeptes	207
7.3.2	Stufe 1: Energiebegriff, -definition erarbeiten.....	208
7.3.3	Stufe 2: Energieformen und Umwandlung	209
7.3.4	Stufe 3: Speicherung, Entwertung und Erhaltung.....	209
7.4	Zusammenfassung	210
8.	Fazit	212
9.	Literatur und Internetquellen	217
10.	Verzeichnisse.....	228
11.	Anhang.....	233