

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Danksagung	iii
Inhaltsverzeichnis	v
0 Einleitung	1
I Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen -Argumente für einen historisch-genetischen Unterricht	5
<i>1.1 Kritik des fachsystematischen und an einer vermeintlichen naturwissenschaftlichen Methode orientierten Physikunterrichts</i>	5
1.1.1 Der fachsystematische Unterricht	5
1.1.2 Das Primat des Methodischen	8
1.1.3 Bilder von Physik in der fachdidaktischen Diskussion	12
1.1.4 Das mythische Verständnis des didaktischen Normalverfahrens von der Physik und seine didaktischen Folgen	20
1.1.4.1 Der Mythos von der Methode	20
1.1.4.2 Wirkungsweise des Mythos und didaktische Konsequenzen	24
1.1.5 Wie Physik in Lehr- und Lernmaterialien erscheint	33
1.1.6 Die Entwicklung der wissenschaftlichen Fachdidaktik in empirisch-lernpsychologisch verengter Perspektive	36
<i>1.2 Vorstellungen von der Natur der Naturwissenschaften bei SchülerInnen und LehrerInnen</i>	41
1.2.1 Die Vorstellungen von SchülerInnen / Kindern	42
1.2.1.1 Vorverständnis zur Person des Naturwissenschaftlers, seiner Arbeit und ihre Bedingungen	42
1.2.1.2 Vorverständnis zum epistemologischen Status des Wissens in den Naturwissenschaften und zu wissenschaftstheoretischen Begrifflichkeiten	53
1.2.1.3 Vorverständnis zum Experiment im Unterricht und als Forschungspraxis	61
1.2.1.4 Vorverständnis zur naturwissenschaftlichen Wissensproduktion und ihre Bedingungen	67
1.2.1.5 Zusammenfassung zu den Vorstellungen von SchülerInnen zur Natur der Naturwissenschaften und Konsequenzen für den Unterricht	71

I.2.2	Die Vorstellungen von Lehramtsstudierenden und LehrerInnen und ihre Auswirkungen im Unterricht	73
I.2.2.1	Defizitäre Vorstellungen von LehrerInnen von der Natur der Naturwissenschaften	74
I.2.2.2	Der Zusammenhang zwischen dem Naturwissenschaftsverständnis von LehrerInnen und ihrem Unterricht	79
I.2.2.3	Zusammenfassung zu den Vorstellungen von LehrerInnen zur Natur der Naturwissenschaften und Konsequenzen für die LehrerInnenausbildung	82
I.3	Unterrichtsverfahren zu einem Lernbereich „Natur der Naturwissenschaften“	85
I.3.1	Science – Technology – Society	86
I.3.2	Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht	94
I.3.2.1	Das PINC-Projekt	95
I.3.2.2	Das Cuna-Projekt	96
I.3.2.3	Das PING-Projekt	98
I.3.2.4	Lernbereich Natur nach Freise	99
I.3.2.5	Aktuelle Lehrpläne für naturwissenschaftlichen Unterricht an Gesamtschulen	102
I.3.3	Wissenschaftstheoretisch orientierter Unterricht	103
I.3.4	Genetischer Unterricht nach Wagenschein	108
I.3.5	Naturwissenschaft im Unterricht simulieren	118
I.3.5.1	Modellmethode nach Kircher	121
I.3.5.2	Offenes Experimentieren	123
I.4	Was kann Physikverstehen bedeuten?	135
I.4.1	Orientierung und Bildung durch Physikunterricht	136
I.4.2	Verstehen versus Initiation in die Fachdisziplin	144
I.4.3	Die hermeneutische Dimension des Verstehensbegriffs	148
I.4.3.1	Historische und sozialkonstruktivistische Aspekte der Physik	151
I.4.3.2	Exkurs: Einwände gegen einen Verstehensbegriff, der von Geschichte absieht	155
I.4.3.3	Individualkonstruktivistische Aspekte der Physik	159
I.4.3.4	Physik treiben als Zeichen herstellen und deuten	163
I.4.3.5	Hermeneutisches Physikverstehen als Physikgeschichteverstehen	172

<i>1.5 Geschichte der Naturwissenschaften im naturwissenschaftlichen Unterricht</i>	179
1.5.1 Unterstützt der Nachvollzug der Geschichte das Erlernen physikalischer Begriffe und Konzepte?	182
1.5.1.1 Parallelität bezüglich der Inhalte	185
1.5.1.2 Parallelität bezüglich der Dynamik der Wissensgenese	193
1.5.2 Naturwissenschaften als Aktivität von Menschen verstehen	198
1.5.3 Naturwissenschaften als Teil und Leistung der Kultur verstehen	201
1.5.4 Historische Textquellen als Unterrichtsmedien	209
1.5.5 Naturwissenschaften als Prozeß verstehen	214
1.5.6 Historiographische Analyseebenen naturwissenschaftlicher Prozesse im Unterricht	217
1.5.6.1 Analyseebene 1: Naturwissenschaften als Teil einer kulturellen und gesellschaftlichen Praxis	218
1.5.6.2 Analyseebene 2: Die „innerwissenschaftliche“ Dynamik der Naturwissenschaften	219
1.5.6.3 Analyseebene 3: Tätigkeiten und Forschungsstrategien in ihrer lokalen Begrenzung	220
1.5.7 Der historisch-genetisch-experimentelle Unterricht über Naturwissenschaften	231
1.5.7.1 Nachbauten historischer Experimente im Unterricht	235
1.5.8 Leitfragen zur Vorbereitung einer historisch-genetischen Unterrichtseinheit	249
1.5.9 Von der Notwendigkeit Forschungslücken der Wissenschaftsgeschichte zu schließen	251

II Die Genese physikalischen Wissens im Experiment – eine Fallstudie zur experimentellen Tätigkeit Michael Faradays	253
II.1 Historiographische Vorbemerkungen	253
II.1.1 Was heißt „Geschichte“? Was ist eine „historische Quelle“?	253
II.1.2 Wie spricht man über historische Physik?	258
II.1.3 Methodische Vorüberlegungen zur Rekonstruktion der experimentellen Praxis in Faradays Kondensatorexperimenten	260
II.2 Vorbemerkungen zur Fallstudie	269
II.3 Biographisches zu Michael Faraday	273
II.4 Die Elektrizitätsforschung bis zu den 1830er Jahren	279
II.4.1 Faraday als Mitglied einer vorparadigmatischen scientific community	279
II.4.2 Die Elektrostatik als Forschungsthema des 18. Jahrhunderts	282
II.5 Faradays Nahwirkungstheorie der Elektrizität	285
II.6 Nahwirkungskonzepte und Kritiken an der Fernkrafthypothese von Vorläufern und Zeitgenossen Faradays	293
II.6.1 Atmosphären- und Ausströmungstheorien des 18. Jahrhunderts	293
II.6.2 Die Rolle elektrisch isolierender Medien im 18. Jahrhundert	294
II.6.3 Alternierende elektrische Schichtungen in Isolatormaterialien	296
II.6.4 Repräsentationsfunktion magnetischer Kraftlinien im Raum in den 1820er Jahren	299
II.6.5 Die Theorie der Materie von Thomas Exley, ihre Nahwirkungsaspekte und Kritik des Coulombschen Gesetzes	300
II.6.6 William Snow Harris' Kritik am Coulombschen Gesetz	304
II.6.7 Die Rolle der Medien bei William Snow Harris	306
II.6.8 Die Wirkung von Exleys und Harris' Kritik in der scientific community	309
II.6.9 Die Rolle der Medien bei Richard Laming	311
II.6.10 Nahwirkung bei Charles Griffin	314
II.6.11 Die Theorie der Materie und ihrer Kräfte von Mossotti	314
II.6.12 Fazit	316

II.7 Interpretation der Leydener Flasche in England bis zu den 1830er Jahren	319
II.7.1 Die Ein-Fluidumtheorie Franklins: Die Elektrizität sitzt am Glas der Leydener Flasche	319
II.7.2 Leydener Flasche und Reibungselektrizität	321
II.7.3 Kanonisierung und experimentelle Demonstration der Elektrizität des Glases einer Leydener Flasche	321
II.7.4 Parameter der Speicherung von Elektrizität	324
II.7.5 Fazit	327
II.8 Experimentelle und konzeptionelle Entwicklung von Faradays Elektrostatikforschung bis zum Beginn der Kondensatorexperimente“	329
II.8.1 Die experimentelle Erforschung des Raumaspekts der Elektrizität	332
II.8.2 Die experimentelle Erforschung des Stoffaspekts der Elektrizität	338
II.8.3 Stand der konzeptionellen und experimentellen Entwicklung im Herbst 1836	340
II.8.4 Faraday formuliert ein Forschungsprogramm für die Kondensatorexperimente	344
II.9 Vorbemerkungen zur Analyse der experimentellen Probleme, Abläufe und Tätigkeiten der „Kondensatorexperimente“	347
II.10 Faradays Instrumente: Originale und Replikat	351
II.10.1 Die Kondensatoren Faradays und ihre Rekonstruktion	351
II.10.2 Die Torsionsdrehwaage Faradays und ihre Rekonstruktion	357
II.11 Experimentelle Probleme und Meßfehler	369
II.11.1 Der Idealfall einer Kapazitätsmessung und warum es ihn in der Laborpraxis Faradays nicht gab	369
II.11.2 Verluste an elektrischer Ladung	370
II.11.2.1 Ladungsverluste der Kondensatoren	371
II.11.2.2 Ladungsverluste der Torsionswaage	378
II.11.3 Der Quellen- und Senkencharakter von Schellack und anderen Materialien für Elektrizität	383
II.11.4 Elektrische Ladungen des Schellacks in der Torsionswaage	391
II.11.5 Schwierigkeiten beim Anlegen der Tragekugel	398
II.11.6 Probleme mit Körpern im Laborraum	400
II.11.7 Schwierigkeiten, die Kondensatoren abzudichten	401
II.11.8 Präparation und Verwendung diverser Teststoffe	402

II.11.9 Was bedeuten die experimentellen Probleme für die Praxis des Experimentierens?	403
II.12 Arbeitsweisen und experimentelle Strategien zur Bestimmung der "specific inductive capacity" und zur Lösung experimenteller Probleme	405
II.12.1 Teststoffe variieren	405
II.12.2 Die Instrumente optimieren	406
II.12.3 Geeignete Meßroutinen und Handlungen entwickeln	408
II.12.3.1 Verschiedene Meßroutinen mit der Torsionswaage	409
II.12.3.2 Der Experimentator diszipliniert seinen Körper	412
II.12.3.3 Evaluation experimenteller Probleme in die Meßroutine integrieren	417
II.12.3.4 Weitere experimentelle Handlungen	420
II.12.4 Experimente zur Funktionstüchtigkeit der Instrumente anstellen	422
II.12.5 Die Apparatur um neue, unproblematische Instrumente erweitern	425
II.12.6 Die Metatheorie und den Begriffsapparat erweitern	428
II.12.7 Die Entwicklung eines neuen Experiments	432
II.13 Abschließende Diskussion der Ergebnisse	439
Literatur	445
Abbildungsverzeichnis	487
Lebenslauf des Autors	491