

Kircher · Schneider (Hrsg.)

Physikdidaktik in der Praxis



Springer

Vorwort

„Physikdidaktik in der Praxis“ wendet sich an Physiklehrerinnen und Physiklehrer *der Sekundarstufen I und II sowie an Studierende und Referendare aller Lehrämter mit dem Fach Physik*. Das Buch ist die notwendige Ergänzung von „Physikdidaktik – eine Einführung“ (Kircher, Girwidz & Häubler, 2001).

„Physikdidaktik in der Praxis“ illustriert an Beispielen, wie Physik und Technik in einem grundsätzlich „offenen“ Physikunterricht realisiert werden können.

Eine wichtige Rolle spielen dabei die *Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler* (Kap. 1). Nach heutiger Auffassung ist deren Kenntnis und adäquate Berücksichtigung im Unterricht eine Grundvoraussetzung für erfolgreiches Physiklehren und Physiklernen.

Ein weiteres Problem des gegenwärtigen Physikunterrichts ist das eher geringe Interesse der Schülerinnen an den gegenwärtigen Inhalten und methodischen Strukturen des Physikunterrichts. In „Mädchen im Physikunterricht“ (Kap. 2) werden Probleme analysiert und Ergebnisse aus neueren empirischen Studien zusammengefasst. Des Weiteren werden charakteristische Bereiche der *modernen Physik und Technik in elementarer Weise* dargestellt (Kap.3). Das bedeutet, dass für Erklärungen und Interpretationen weitgehend auf mathematische Formeln verzichtet wird. Dadurch sind die Texte über moderne Physik und Technik *den Physiklehrerinnen und Physiklehrern nicht nur des Gymnasiums zugänglich*.

In den Kapiteln 4 und 5 werden *Projekte und Lernzirkel* als Beispiele für „offene“ Unterrichtsmethoden beschrieben. Wenn es um *aktuelle Medien* des Physikunterrichts geht (Kap. 6), dürfen die sogenannten „Neuen Medien“ (Computer und Internet) nicht fehlen. Außerdem werden in diesem Kapitel „Freihandversuche“ und „gespielte Physik“ thematisiert, um andere Aspekte von „Offenheit“ im Unterricht exemplarisch aufzuzeigen.

„Physikdidaktik in der Praxis“ enthält selbstverständlich auch Beispiele für die *Planung und Analyse des Physikunterrichts* (Kap. 7). Die in 7.1 skizzierten Modelle der Unterrichtsplanung orientieren sich an bekannten Vorschlägen der Schulpädagogik (z.B. Peterssen, 1998). Eine Folge der TIMS-Studie ist der Artikel über „Konstruktion und Bewertung von Physikaufgaben“ (7.2). Pragmatische Ratschläge werden für die „Analyse einer Unterrichtseinheit“ (7.3) anlässlich des Schulpraktikums gegeben. Das in 7.4 beschriebene Instrument „Videoanalyse“ geht über die wissenschaftliche Analyse des Physikunterrichts in der Lehrerbildung hinaus: Es kann außerdem für schriftlichen Hausarbeiten (Zulassungssarbeiten) und für die Analyse des Unterrichts eines selbstkritischen Lehrers genutzt werden.

2. In der Lehrerbildung sind sowohl die theoretische als auch die auf Schulerfahrung beruhende pragmatische Reflexion und Analyse von Beispielen erforderlich. Wegen des Zusammenhangs mit „Physikdidaktik – eine Einführung“ wird hier allerdings weitgehend auf theoretische Erörterungen und physikdidaktische Begründungen verzichtet. Auch gehen wir davon aus, dass für erfahrene Lehrkräfte die Beispiele für sich sprechen. Diese sind in Lage, nicht nur die Beispiele zu unterrichten, sondern selbstständig die zu Grunde liegenden Ideen in eigenen Beispielen weiter zu verfolgen und zu verbreiten.

Die Leitideen von „Physikdidaktik in der Praxis“ sind nicht nur auf den Physikunterricht beschränkt:

Die moderne von den Naturwissenschaften wesentlich geprägte Lebenswelt muss *für alle verständlich* sein. Wir gehen davon aus, dass trotz der häufig sehr stabilen und (aus naturwissenschaftlicher Sicht) inadäquaten Alltagsvorstellungen der Kinder und Jugendlichen, ein „offener“ naturwissenschaftliche Unterricht dazu in der Lage ist.

Offener Unterricht führt nicht nur zu einem *günstigen Lernklima*, sondern darüber hinaus zu einem *positiven sozialen Klima* in der Klasse. Dahinter stehen lernpsychologische Überlegungen und die Überzeugung, dass dadurch auch *Loyalität und Engagement für unsere demokratische Grundordnung geschaffen und gefestigt wird. Dieser Unterricht muss im Allgemeinen ergänzt werden durch eine neue Aufgabekultur (s. 7.2), durch zusätzliche Übungen, Anwendungen, Strukturierungen und auch durch notwendige Evaluation.*

3. Wie bei „Physikdidaktik – eine Einführung“ sind wir auch an Ihren Vorstellungen, neuen Ideen und Erfahrungen im Umgang mit „Physikdidaktik in der Praxis“ interessiert:

Ernst Kircher: Kircher@physik.uni-wuerzburg.de

Werner B. Schneider Werner.Schneider@physik.uni-erlangen.de

4. Mein Dank gilt allen Kolleginnen und Kollegen, die mit großem Engagement ihre Beiträge verfasst und damit zur zügigen Fertigstellung dieses Sammelbandes für die Praxis des Physikunterrichts beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt W.B. Schneider, der die Autoren von Kap. 3 ausgewählt und deren Beiträge moderiert hat. J. Günther hat mit großem Engagement die Aufsätze in ein professionelles Layout gebracht. Die Redaktion des Springer-Verlags hat wertvolle Hilfen für die Fertigstellung der Druckvorlagen gegeben.

Würzburg, Juni 2002

Ernst Kircher

Inhaltsverzeichnis

1	Alltagsvorstellungen und Physik lernen.....	1
1.1	Beispiele für Alltagsvorstellungen.....	1
1.1.1	Vorstellungen zu Phänomenen und Begriffen.....	1
1.1.2	Vorstellungen über die Physik und über das Lernen.....	5
1.1.3	Lehrervorstellungen.....	6
1.2	Vorstellungen und Lernen.....	6
1.2.1	Vorunterrichtliche Vorstellungen berücksichtigen.....	6
1.2.2	Lernen.....	7
1.2.3	Zur Rolle von Vorstellungen beim Lernen.....	9
1.2.4	Konzeptwechsel.....	11
1.3	Unterricht auf der Basis von vorunterrichtlichen Vorstellungen.....	12
1.3.1	Anknüpfen – Umdeuten – Konfrontieren.....	13
1.3.2	Unterrichtsstrategien, die Konzeptwechsel unterstützen.....	14
1.3.3	Wärme – Temperatur – Energie.....	16
1.3.4	Vorstellungen zum Teilchenmodell.....	20
1.4	Anmerkungen und Literaturhinweise.....	23
1.4.1	Abschließende Anmerkungen.....	23
1.5.2	Literaturübersicht zu Alltagsvorstellungen.....	25
2	Mädchen im Physikunterricht.....	27
2.1	Ein erster Überblick.....	28
2.1.1	Die besondere Situation der Mädchen im Physikunterricht.....	28
2.1.2	Einige Ursachen.....	28
2.1.3	Ansatzpunkte für Mädchen gerechten Unterricht.....	31
2.2	Zur Förderung der Mädchen im Physikunterricht.....	32
2.2.1	Konkrete Unterrichtsvorschläge.....	32
2.2.2	Die Interessenstudien des IPN.....	32
2.2.3	Der BLK-Modellversuch.....	35
2.2.4	Die Schweizer Koedukationsstudie.....	38
2.2.5	Fehlende sinnstiftende Kontexte.....	43
2.3	Fazit.....	46
3	Aktuelles aus Physik und Technik.....	47
3.1	Quantenphysik in der Schule.....	48
3.1.1	Grundlagen aus der klassischen Physik.....	48
3.1.2	Übergang zur Quantenphysik.....	49
3.1.3	Ohne Messprozess – „Quanten pur“.....	50
3.1.4	Zum Messprozess.....	53

3.1.5	Das Superpositionsprinzip und die Stabilität der Atome	55
3.2	Elementarteilchenphysik	60
3.2.1	Die elementaren Teilchen	61
3.2.2	Die vier fundamentalen Kräfte.....	63
3.2.3	Zusammenfassung und Ausblick	69
3.2.4	Literaturhinweise	70
3.3	Kosmologie	71
3.3.1	Die Kosmologie als Wissenschaft	72
3.3.2	Das Kosmologische Prinzip	73
3.3.3	Kinematische Folgerungen aus dem Kosmologischen Prinzip	75
3.3.4	Dynamische Folgerungen aus dem Kosmologischen Prinzip	82
3.3.5	Unsere Welt – ein Friedman-Kosmos?	89
3.3.6	Die thermische Geschichte des frühen Universums.....	95
3.3.7	Literaturhinweise	102
3.4	Elemente der nichtlinearen Physik in der Schule	103
3.4.1	Deterministisch und unvorhersagbar	104
3.4.2	Chaotische Schwingungen	106
3.4.3	Dissipative Strukturen.....	114
3.4.4	Fraktale	119
3.5	Quanteninformationsverarbeitung	129
3.5.1	Einige Grundbegriffe der Quantenmechanik	130
3.5.2	Einstein-Podolsky-Rosen- (EPR-) Paradoxon	132
3.5.3	Kein Klonen von Quantenzuständen.....	135
3.5.4	Quantenteleportation.....	135
3.5.5	Ideen zur Realisierung von Quantencomputern	137
3.5.6	Literaturhinweise	139
3.6	Jenseits von Silizium – die neuen Halbleitermaterialien	141
3.6.1	Elektronen im periodischen Potential eines Halbleiterkristalls.....	142
3.6.2	Elektronenprozesse in Halbleitern und ihre Anwendung.....	146
3.6.3	Zusammenfassung und Ausblick	150
4	Aktuelle Methoden I – Projekte	151
4.1	„Die Sonne schickt uns keine Rechnung“ – eine Projektwoche	152
4.1.1	Physikalische und technische Grundlagen	152
4.1.2	Überblick über das Unterrichtsprojekt	156
4.1.3	Projektverlauf	158
4.1.4	Schülerexperimente	162
4.1.5	Zusammenfassung	164

4.2	Das Projekt: Wir fotografieren mit einer selbstgebauten Kamera	166
4.2.1	Projektvorbereitung: Abbildungen mit Linsen.....	167
4.2.2	Gemeinsamer Start zu fünf Projekten	171
4.2.3	Selbstbau von Fernglas, Arbeitsprojektor, Mikroskop und Diaprojektor.....	172
4.2.3	Die Referate	175
4.2.4	Ein Projekt im Unterricht?	179
4.3	Projekt „Induktionsmotore“	181
4.3.1	Fachliches – Ideen für Schüleraktivitäten	181
4.3.2	Lernvoraussetzungen für das Projekts.....	184
4.3.3	Schüleraktivitäten in den Gruppen	187
4.3.4	Abschließende Bemerkungen.....	195
4	Aktuelle Methoden II – Lernzirkel.....	197
5.1	Lernzirkel „Einführung in die Akustik“	198
5.1.1	Ziele, Lernbereiche und Stationen.....	198
5.1.2	Fachliche Grundlagen	201
5.1.3	Unterrichtsmaterialien.....	206
5.1.4	Zur Evaluation des Lernzirkels	209
5.2	Lernzirkel „Laser“	212
5.2.1	Lernvoraussetzungen, Inhalte und Organisation	212
5.2.2	Elementarisierung und didaktische Rekonstruktion des Lasers	213
5.2.3	Die Stationen des Lernzirkels	219
5.2.4	Erfahrungen bei der Durchführung	226
Aktuelle Medien		229
6.1	Neue Medien im Physikunterricht	230
6.1.1	Informationsangebote ordnen, Wissen vorstrukturieren	231
6.1.2	Multimedia: Multicodierung und Multimodalität	237
6.2	Freihandversuche im Physikunterricht	248
6.2.1	Optische Phänomene	250
6.2.2	Überraschendes vom Luftdruck	253
6.2.3	Fallen und Gleiten	255
6.2.4	Tricks im Alltag	257
6.2.5	Schwingungen und Wellen.....	260
6.2.6	Ein bisschen Elektrizität.....	262
6.2.7	Einfache und schwierige Erklärungen.....	264
6.3	Gespielte Physik – Spielerische Physik	266
6.3.1	Konstruktionsspiele – technische Kreativität	266
6.3.2	Gespielte Analogien – modellhaftes Lernen	272
6.3.3	Sinnhafte Spiele – ursprüngliches Verstehen	278

7 Planung und Analyse von Physikunterricht	283
7.1 Planungsmodelle – Unterrichtsentwurf – Unterrichtsstunde	284
7.1.1 Planungsmodelle.....	284
7.1.2 Der Unterrichtsentwurf.....	288
7.1.3 Die Unterrichtsskizze.....	294
7.1.4 Schritte offener Unterrichtsplanung.....	296
7.2 Konstruktion und Bewertung von Physikaufgaben	300
7.2.1 Einleitung.....	300
7.2.2 Die Rolle von Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	303
7.2.3 Die Beurteilung von Aufgaben	305
7.2.4 Ausblick.....	312
7.2.5 Beispiel: Das Schmelzen des Nordpols	313
7.3 Gesichtspunkte zur Analyse einer Unterrichtseinheit.....	323
7.3.1 Unterrichtsbeobachtung	324
7.3.2 Nachbesprechung – es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen	327
7.3.3 Analysekriterien für die 2. Phase der Lehrerbildung	329
7.3.4 Abschließende Bemerkungen	333
7.4 Videoanalysen in der Unterrichtsforschung.....	334
7.4.1 Qualitative und quantitative Unterrichtsforschung	334
7.4.2 Was hat Videoanalyse mit Beobachtung zu tun?.....	335
7.4.3 Methodischer Kontext.....	337
7.4.4 Technik der Videoanalyse	338
7.4.5 Gütekriterien der Videoanalyse	342
7.4.6 Videoanalysen zur kritischen Selbstreflexion des Unterrichts.....	346
Literaturverzeichnis.....	349
Personenverzeichnis.....	363
Stichwortverzeichnis	366
Autorenverzeichnis	375