

## Vorwort

### Bildung und moderne Physik

Nicht selten wird das vergangene Jahrhundert als „Jahrhundert der Physik“ bezeichnet, denn wie keine andere Wissenschaft hat die Physik das 20. Jahrhundert geprägt und verändert. Einerseits machten die rasant zunehmenden physikalischen Kenntnisse eine bis dahin unvorstellbare technische Entwicklung möglich, andererseits sorgten Relativitäts- und Quantentheorie für eine grundlegend neue philosophische Sicht der Welt. Aus diesem Grund sind im 21. Jahrhundert nicht nur Inhalte der klassischen Physik Teil der Allgemeinbildung, auch die wesentlichsten Aussagen der modernen Physik gehören dazu. Um diese attraktiven Inhalte allen Schülern an bayerischen Gymnasien zugänglich zu machen, wurden Teile der genannten Themenbereiche in den Lehrplänen der Jahrgangsstufen 9 und 10 des bayerischen Gymnasiums verankert.

Mit der Vermittlung von Lerninhalten der Atom- und Quantenphysik, die präzise nur mit Hilfe einer Mathematik zu formulieren sind, die weit jenseits der Schulmathematik liegt, betritt jede bayerische Lehrkraft didaktisches und methodisches Neuland. Anders als im Unterricht der bisherigen Oberstufe, wo Atom- und Quantenphysik teilweise auch quantitativ erfasst werden, geht es in den Jahrgangsstufen 9 und 10, abgesehen von einigen Rechnungen in der Kernphysik, fast ausschließlich um qualitative Betrachtungen, wobei einerseits eine möglichst anschauliche Darstellung angestrebt wird, andererseits aber Fehlvorstellungen durch irreführende Modelle vermieden werden sollen. Unter keinen Umständen sollen die faszinierenden Phänomene hinter abstrakten Formeln versteckt werden. Die vorliegende Handreichung soll hierzu als Umsetzungshilfe dienen.

Die Aussagen der Atom- und vor allem die der Quantenphysik sind erstaunlich, und nicht selten laufen experimentelle Befunde unserer Vorstellung sogar völlig zuwider. Der Physik-Nobelpreisträger Richard Feynman unterstreicht dies mit folgendem Zitat: „Ich las in einer Zeitung, es soll eine Zeit gegeben haben, in der nur zwölf Leute Albert Einsteins Relativitätstheorie verstanden. Ich glaube nicht, dass es jemals eine solche Zeit gab, aber ich kann mit Sicherheit sagen, dass niemand die Quantenmechanik versteht.“

### Unterrichtsziele

Das obige Zitat zeigt, dass bei jeglichem Unterricht zur Atom- und Quantenphysik, bei den Lernenden ebenso wie beim Lehrenden, Fragen offen bleiben werden. Dies gilt für Vorlesungen an der Universität genauso wie für den Unterricht mit Schülern, die zum ersten Mal mit dieser Thematik in Berührung kommen. Primäres Ziel des Unterrichts über Atom- und Quantenphysik in der Mittelstufe ist es demnach nicht, die Schüler mit fundierten Kenntnissen zu entlassen, sondern vielmehr, sie für die Fragen der Atom- und Quantenphysik zu sensibilisieren, sie zu interessieren und nicht zuletzt zum Staunen zu bringen.

### Aufbau und Verwendung der Handreichung

Die Handreichung „Atome – Wellen – Quanten“ ist kein Lehrbuch über die Atom- und Quantenphysik. Sie ist stark am Lehrplan orientiert und stellt für die Sequenzen „9.2 Atome“ und „10.3 Wellenlehre und Einblick in die Quantenphysik“ konkrete Vorschläge für insgesamt 40 einzelne Unterrichtsstunden zur Verfügung. Diese Vorschläge sind nicht etwa als Präzisierung des Lehrplans zu verstehen, aus denen herauszulesen sei, welche Lernziele von jeder Klasse erreicht werden müssten. Es geht darum, zu jedem Lehrplaninhalt *einen möglichen Weg* vorzustellen. Angesichts der oben formulierten Unterrichtsziele soll nicht angestrebt werden, jede einzelne hier angebotene Unterrichtsstunde „abzuarbeiten“. Sie sollen als Chance begriffen werden, zu jedem im Lehrplan angegebenen Themenbereich eine ansprechende Unterrichtsstunde zu gestalten.

Um die Informationen kompakt und übersichtlich zu gestalten, sind die Unterrichtsstunden jeweils auf einer Doppelseite ausgeführt und in folgende Punkte untergliedert:

- **Lernziele:** Sie markieren innerhalb des Konzepts Orientierungspunkte und sind ausdrücklich als Hilfestellung bei der Unterrichtsvorbereitung gedacht. Keinesfalls sind sie als Mindestanforderung an die Schüler oder einzig mögliche Lehrplaninterpretation zu verstehen.
- **Didaktische Hinweise:** Neben Hinweisen zu erwartungsgemäß didaktisch schwierig umsetzbaren Inhalten finden sich hier insbesondere Informationen zu alternativen Vorgehensweisen oder auch Informationen, die über die Unterrichtsinhalte hinausgehen.
- **Hinweise zu Experimenten:** Themenbedingt stehen nicht zu jedem Lerninhalt geeignete Experimente zur Verfügung, doch, wo immer möglich, werden Experimente – auch Schülerexperimente – vorgeschlagen und erläutert. An der einen oder anderen Stelle tauchen hier auch Vorschläge für Analogieexperimente aus der Mechanik auf.
- **Literatur und Medien:** Lassen sich mit schulischen Mitteln keine Experimente durchführen, so können Simulationen, auch solche zu Analogieexperimenten, eine Alternative sein. Die Simulationen, die zum großen Teil auf der beiliegenden CD zu finden sind, helfen, bestimmte Vorgänge plausibel zu machen und genauer zu erklären. Zudem finden sich bei diesem Punkt auch weiterführende Literaturhinweise.
- **Unterrichtsinhalte:** Die rechte Hälfte der Doppelseite pro Stunde ist den eigentlichen Unterrichtsinhalten vorbehalten. Die wichtigsten Aussagen zu den Lerninhalten sind besonders prägnant formuliert und im Text hervorgehoben, so dass sie als zentrale Sätze beispielsweise auch in einer Tafelanschrift auftauchen können.

Nach den Kapiteln „Atome“ und „Wellen und Quanten“ befindet sich jeweils eine kleine Zusammenstellung von Aufgaben, durch die die Unterrichtsstunden sinnvoll ergänzt werden können. Selbstverständlich können und sollen auch geeignete Aufgaben aus Lehrbüchern herangezogen werden.

Neben den bereits angesprochenen Materialien und Word-Dateien, welche die Handreichung selbst enthalten und aus denen auch einzelne Inhalte herausgenommen und an eigene Vorstellungen angepasst werden können, findet sich auf der beiliegenden CD das Fortbildungsprogramm zur Quantenphysik **MILQ** des Lehrstuhls für Didaktik der Physik der Universität München. Es bietet Lehrkräften die Möglichkeit, ihr Wissen über die Quantenphysik zu vervollständigen bzw. aufzufrischen.

Ziel der Autoren war es, den Lehrkräften eine Umsetzungshilfe zu einer didaktisch anspruchsvollen Thematik an die Hand zu geben, so dass in angemessener Zeit ein abwechslungsreicher und bei aller didaktischen Reduktion fachlich korrekter Unterricht erarbeitet und durchgeführt werden kann, der zudem die Interessenlage von Schülern der Jahrgangsstufen 9 bzw. 10 berücksichtigt. Die Handreichung kann und soll aber auch dazu dienen, Lehrkräften Alternativen und Ergänzungen zum selbst entwickelten Unterricht aufzuzeigen. In jedem Fall wünschen die Autoren viel Erfolg und Freude im Unterricht mit „Atomen – Wellen – Quanten“.

**Bemerkungen**

Um die Handreichung flüssig lesbar zu gestalten, ist im Text von Schülern, gelegentlich auch von Lehrern die Rede. Selbstverständlich sind dabei stets Schülerinnen und Schüler bzw. Lehrerinnen und Lehrer gemeint. Dass das Kollegium eines Gymnasiums aus Frauen und Männern, die Schülerschaft aus Schülerinnen und Schülern besteht, wurde überall mitbedacht.

Die Dateistruktur auf der Begleit-CD korrespondiert mit den Bezeichnungen im Literaturverzeichnis.

Die auf der CD befindlichen Programme sind alle frei verfügbar und stehen zum Download an den im Literaturverzeichnis angegebenen Stellen bereit.

**Mitglieder des Arbeitskreises waren**

OStR Dr. German Hacker (Hardenberg-Gymnasium Fürth)  
StR Wolfgang Kuntsch (Albert-Einstein-Gymnasium München)  
StRin Karin Steinhübl (Gymnasium Raubling)  
OStR Andreas Thalmaier (ISB)  
StR Matthias Treuheit (Graf-Münster Gymnasium Bayreuth)

