

Skript zur Vorlesung

Grundlagen der Fachdidaktik Physik A

(Stand WS 2024)

Apl. Prof. Dr. Stefan Hilger

Mathematik, Didaktik der Mathematik
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
Ostenstrasse 26 - 28
85071 Eichstätt
Stefan.Hilger@ku.de

Prof. Dr. Axel Enders

Lehrstuhl für Experimentalphysik XI und Didaktik der Physik
Universität Bayreuth
Universitätstrasse 30
95440 Bayreuth
axel.enders@uni-bayreuth.de

Vorwort

Die ursprüngliche Version dieses Skriptes wurde von Apl. Prof. Dr. Stefan Hilger, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, bis 2010 verfasst. Mit seiner freundlichen Genehmigung wird dieses Skript seit 2023 an der Universität Bayreuth als Begleitmaterial zur Physiklehrerbildung eingesetzt und am Lehrstuhl *Experimentalphysik XI und Didaktik der Physik* kontinuierlich erweitert.

Axel Enders

Zur Nutzung dieses Skripts

Dieses Skript wurde so formatiert, dass man beim Studium eigene Randnotizen an den Text anfügen kann. Jeder Studierenden sei ermutigt, beim Lesen des Skripts eigene Randnotizen zu erstellen. Diese leider etwas aus der Mode gekommene Technik bietet beim Lernen erhebliche Vorteile:

- **Förderung des aktiven Lesens:** Randnotizen ermutigen dazu, sich intensiv mit dem Text auseinanderzusetzen, um zentrale Punkte zu erkennen und hervorzuheben.
- **Bessere Informationsverarbeitung:** Durch das Zusammenfassen von Informationen in eigenen Worten werden die Inhalte besser verstanden und im Gedächtnis verankert.
- **Erleichterung der späteren Wiederholung:** Randnotizen dienen als schnelle Erinnerungstütze und erleichtern das Wiederfinden wichtiger Informationen beim späteren Durchsehen des Textes.
- **Unterstützung des kritischen Denkens:** Durch das Kommentieren des Gelesenen wird das kritische Denken gefördert, indem der Leser sich aktiv mit den Argumenten und Inhalten auseinandersetzt.
- **Individuelle Strukturierung:** Randnotizen ermöglichen es, den Text nach eigenen Bedürfnissen zu strukturieren, d.h. den Fokus auf die eigenen wichtigsten Informationen zu legen.

Macht reichlich Randnotizen!

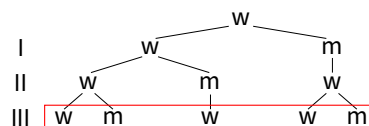


Abbildung 1: Aufteilung des Seitenlayouts mit viel Platz für Eure Randnotizen.

Inhaltsverzeichnis

1	Denkanstöße	7
2	Begründung von Physik in der Schule	9
3	Die Erkenntnis von Natur – durch die Physik	11
3.1	Physikalischer Erkenntnisweg	11
3.2	Physik und Erziehung	12

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel 1

Denkanstöße

- Warum sollen Menschen (SchülerInnen) Physik erlernen?
- Kann man „Physik unterrichten“ lernen?
- Können Jungen Physik besser verstehen bzw. lernen?
- Warum sollen im Physikunterricht Experimente durchgeführt werden?
- Warum ist Physik das — mit Abstand — unbeliebteste Schulfach?
- Ist Physikdidaktik eine Wissenschaft?
- Warum geht von großen Denkleistungen gerade der Physik eine fast unvergleichliche Faszination aus?
- Kann man Physik nur mit Hilfe von Mathematik verstehen?
- Ist die Wissenschaft Physik Fluch oder Segen für die Menschheit?
- Ist ein Lehrplan für das Unterrichten notwendig?
- Sind angesichts von ComputerBeamern noch andere Medien sinnvoll?

Übungsaufgabe

Beantworten Sie diese Fragen für sich und diskutieren Sie Ihre Gedanken mit Ihrem Nachbarn!

Kapitel 2

Begründung von Physik in der Schule

Wie kann Physikunterricht gerechtfertigt (= legitimiert) werden?

Ist es sinnvoll, Physik in der Schule zu unterrichten?

Unter welchen Gesichtspunkten ist diese Frage zu beantworten?

- Aus der Sicht des Kindes?
- Aus der Sicht der Erziehenden?
- Aus der Sicht der Gesellschaft?
- Aus der Sicht der Wirtschaft?

1. Kulturelle Identität

(a) Lange Tradition einer Kultur in Europa, in Deutschland.

(b) Spezifisch naturwissenschaftliche Sichtweise:

- Naturwissenschaftliche Methode (Falsifikation von Hypothesen).
- Empirik (Experiment),
- Mathematisierung,
- Rationales Argumentieren,
- Exaktheit,

(c) Entmythologisierung:

- „Die heilende Strahlkraft der Steine“
- Astronomie und Astrologie,
- Die teuflischen Handy-Strahlen.

(d) Verantwortung für die Welt:

- Gestaltung der technischen Zivilisation
- Umwelterziehung:
 - Kann ich anstelle einer Haushalts(Trocken-)Batterie auch ein Netzgerät verwenden?

(e) Attribuierungen von Physik:

- Physik ist nicht nur die Technik-Hybris: Atombomben, Kraftwerke, Anonyme Apparate-Medizin,

- Ehrfurcht vor den Theorien der theoretisch-abstrakten Physik.

2. Lebensbewältigung

(a) Handwerklich-technische Fertigkeiten, Berufsbildung

(b) Genaues Beobachten.

- In welcher Reihenfolge treten (welche) Farben im Regenbogen auf? In welcher Richtung ist der Bogen zu sehen?

(c) Sprachliche Beschreibung:

- Stimmige Ausdrucksweisen: Der Strom fließt, es liegt eine Spannung an,
- Bereicherung des Wortschatzes: El. Spannung, Druck, Temperatur, Verdampfen, Verdunsten,....
- Vertrautheit mit Einheiten.

(d) Sicherheitsbewusstsein:

- Der Föhn in der Badewanne,
- Der Fotoapparat im Schwimmbad,
- Der Stuhl an der Wand,

3. Im Hinblick auf die Schule: Physik als „Methode“

- Farbe im Unterricht
- Spielerische Elemente,
- Handlungsorientierung,
- Soziale Lernziele: Gruppenexperiment,
- Möglichkeit zum Fachübergreif:
 - Mathematik: Größenrechnen,
 - Verkehrserziehung: Geschwindigkeit, Kräfte, Fliehkräfte, Bremswege.

4. Weitere Gesichtspunkte:

- Ästhetik,
- Mädchen und Physik
- Entwicklung

Kapitel 3

Die Erkenntnis von Natur – durch die Physik

Jeder Mensch beobachtet unbefangen, unbewusst seine (Um-)Welt, die Natur, den Lebensalltag, die technische Zivilisation. Er nimmt – mit Hilfe der Sinnesorgane – Phänomene wahr.

Übungsaufgabe

Notieren Sie möglichst viele Phänomene, die ein Schulkind wahrnimmt / kennt / mitvollzieht!

3.1 Physikalischer Erkenntnisweg

Ein „Mensch mit physikalischer Zuneigung“ bemüht sich,

- diese Phänomene zu sammeln, zu erfassen,
- Zusammenhänge zwischen diesen Phänomenen herzustellen,
- gemeinsame Erklärungen (Ursachen, Gesetze) für verschiedene Phänomene aufzufinden,
- die Erklärungen zu ordnen, zu systematisieren und
- sie in exakter Form unter Benutzung rational-logischer Kategorien des menschlichen Geistes, oft in mathematischer Sprache, darzustellen.

Es entstehen dabei physikalische

- Begriffe (Abstand, Zeit, Energie, Kraft, Drehimpuls)
- Modelle (el. Strom, Atommodell, Teilchenmodell)
- Teilgebiete (Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre, Optik, Atomphysik)
- Theorien (Newton'sche Mechanik, Maxwell'sche Elektrodynamik, Quantenmechanik, QED, GUT,...),

Da sich die Phänomene bei unbefangener Beobachtung teilweise sehr uneinheitlich, komplex, unerklärlich darstellen, stellt der Physiker im Experiment gezielte Fragen an die Welt (Natur), er achtet dabei auf

- Beseitigung störender Einflüsse (Reibung, Erschütterungen, Wärmeverlust,...)
- Nachvollziehbarkeit (mit anderen Apparaturen, an beliebig anderem Ort, von anderen Personen)
- Wiederholbarkeit (zu beliebiger Zeit)
- Quantitative Erfassung (Messprozess)
- Genaue Dokumentation.

Es resultiert ein Wechselspiel aus

- Experimentalphysik (empirische Methode) und
- Theoretischer Physik (induktive und axiomatisch-deduktive Schlussfolgerungen).

Dieses Wechselspiel besteht in einer Abfolge von

- Hypothesenbildung: Man gelangt zu Vermutungen über die Wirklichkeit durch intuitives — deduktives Schließen auf der Grundlage schon bekannter Erkenntnisse.
- Verifikation an Beispielen bzw. Falsifikation
- Deutung innerhalb bestehender Theorien
- oder Erweiterung der bestehenden Theorien

3.2 Physik und Erziehung

In welcher Form und mit welcher Intensität können Schulkinder an diesem Prozess teilnehmen?

Prinzipiell stehen sie einem Physiker nicht nach: Sie nehmen Phänomene wahr und entwickeln ihre eigenen Erklärungsmodelle. Sie bedienen sich dabei ihrer eigenen

- entwicklungspsychologisch-altersgemäßen und
- durch Lernen aus der Umwelt und sozialem Milieu

erworbenen Begriffswelt und Denkmuster.

Physik in der Schule soll nicht verstanden werden

- als ein lediglich im Niveau herabgesetzter Wissensfundus,
- sondern als Prozess, an dem grundsätzlich jeder Mensch und jedes Kind teilnehmen kann.

Das Streben nach physikalischer Erkenntnis ist Bestandteil der menschlichen Natur.

Die Aufgabe der „Physik in der Schule“ ist es, dieses Bestreben geeignet zu begleiten und zu verfeinern. Dabei ist wichtig:

3.2. PHYSIK UND ERZIEHUNG

- Kenntnis, wie Kinder „Physik vollziehen“,
- Kenntnis, wie Physiker „Physik vollziehen“,
- Kenntnis, wie der „Physik-Prozess des Physikers“ an den „Physik-Prozess im Kind“ angekoppelt werden kann.

Einige Grundthesen zur Physik im Unterricht:

1. Der Mensch in allen Facetten seiner Gesamtpersönlichkeit steht im Mittelpunkt jeden Unterrichts. So sind die Ehrfurcht vor dem Leben, die Achtung der Menschenrechte und das Bemühen um eine Menschen-Bildung ständig neu zu verwirklichende Prinzipien in jeder Begegnung von Lehrer und Schüler. (Albert Schweitzer, Tausch/Tausch: Humanistische Persönlichkeitspsychologie)
2. Die Physik umgibt heute eine Aura des Technizismus (vgl. das Negativ-Image infolge der Kernkraft- und Atombombendiskussion). Physik ist aber auch — wenn nicht: vor allem — eine Kulturleistung der Menschheit. (Vgl. die Hochachtung vor Nobelpreisträgern).
3. Physik als Wissen um Fakten und Methoden ist unverzichtbar in der Bewältigung des Lebens in unserer Gesellschaft (Industrie und Technik). Gleichwohl ist Physik *nur ein* Bestandteil unseres Lebens.
4. Charisma und Wissen um Didaktik sind zwei wesentliche Bestimmungstücke des Lehrerverhaltens.
5. Beuys: Jeder Mensch ist ein Künstler. Wagenschein (sinngemäß): Jeder Mensch ist ein Physiker: Aufgabe des Lehrers ist es, den Prozess der Physik im Schüler zu wecken und zu stimulieren.