

Verlaufsplan der Stunde:		
Phase	geplanter Verlauf	Medien, Aktions-, Arbeits- u. Sozialformen
Einstieg	Begrüßung Bildimpuls: Energieumwandlung Das Pendel des Schreckens (<i>abgebrochen</i>) Das Demo-Experiment wird abgebrochen und darauf hingewiesen, dass es den Sicherheitsvorschriften widerspricht, da zunächst experimentell nachgewiesen werden muss, dass das Pendel nicht höher schwingt als in die Ausgangsposition.	Beamer kurze Einzelarbeitsphase, dann Plenum Demo-Experiment [UI2023] Deckenpendel
Transparenz	Ablauf der Experimentierphase Wiederholung der Sicherheitsregeln , Rollenkarten	Beamer, Lehrervortrag
Erarbeitung	Schülerexperiment zum Pendel HA: offene Aufgabenstellung mit vorgegebenem Material, ohne Versuchsaufbau Lernzuwachs: eigenständiges Entwerfen und Durchführen eines Experiments BA: geschlossene Aufgabenstellung mit genauer Anleitung Lernzuwachs: eigenständiges Durchführen eines Experiments	Gruppenarbeit in leistungshomogenen Dreier-/Vierergruppen (Gruppengröße durch Materialbedarf vorgegeben) Material pro Gruppe: drei Stativfüße, vier Stativstangen, eine Muffe, Faden, Mutter, Maßband, Achsenkreuz Differenziertes Arbeitsblatt zur angeleiteten Anfertigung eines Versuchsprotokolls Hilfekarten (HA) – Das Arbeitsblatt ist auf BA-Niveau bereits so kleinschrittig anleitend, dass keine Hilfekarten benötigt werden Sprinteraufgabe
Sicherung	Vorstellung eines Versuchsprotokolls Herleitung der allgemeinen Form des Energieerhaltungssatzes	Schülerpräsentation einer zufällig ausgewählten Gruppe, das Versuchsprotokoll wird abfotografiert Unterrichtsgespräch, Beamer
Ausstieg	Das Pendel des Schreckens (durchgeführt) Aufräumen Verabschiedung	Demo-Experiment
Didaktische Reserve	Lückentext zum Pendel des Schreckens Durch den Lückentext wird der Energieerhaltungssatz und seine Anwendung auf die ursprüngliche Frage „Ist das Pendel des Schreckens sicher?“ erneut gesichert.	Einzelarbeit Rückseite des Arbeitsblatts
Schulaufgabe	Es wird keine Schulaufgabe gegeben, da die nächste Physikstunde am Dienstag stattfinden und laut Hausaufgabenkonzept der Schule keine Aufgaben von Montag auf Dienstag gegeben werden (keine Lernberatung am Montag).	
Anlagen: Präsentation, Arbeitsblatt, Infoblatt Versuchsprotokoll, Sprinteraufgabe, Hilfekarten, Förderplan A. C.		

Teil II Schriftliche Planung der Unterrichtsstunde

Sachanalyse/Sachstruktur der Unterrichtsstunde

Die physikalische Größe der **Energie** ist ein wichtiges Ordnungsprinzip sowohl in der Physik als auch in der Chemie und der Biologie. „Die Physik kann als Wissenschaft von der Energie bezeichnet werden. Denn Energie ist ein für die gesamte Physik fundamentaler Begriff.“ [GK1998, S. 60] Wegen dieser Umfänglichkeit des Energiebegriffs ist es allerdings auch nicht einfach, diesen zu definieren. Da die Energie in fast allen Bereichen der Physik eine Rolle spielt, tritt sie in verschiedenen sogenannten **Energieformen** auf, beispielsweise kinetische Energie (Bewegungsenergie), potentielle Energie (Höhenenergie), Strahlungs-, Wärme-, chemische und elektrische Energie. Der Energiegehalt eines Systems gibt also gleichzeitig die Fähigkeit des Systems an, mechanische Arbeit zu verrichten, als auch, Strahlung auszusenden, Wärme abzugeben, usw. Diese Energieformen können ineinander **umgewandelt** werden. So wandelt ein Elektromotor elektrische in Bewegungsenergie um, eine Solarzelle Strahlungsenergie (des Sonnenlichts) in elektrische Energie und die Muskeln des menschlichen Körpers chemische Energie in Bewegungsenergie. Die Energie eines physikalischen Systems kann auch quantitativ berechnet und in der Einheit **Joule** (J) angegeben werden, wobei je nach Energieform verschiedene Rechenansätze verwendet werden. Die kinetische Energie eines sich mit der Geschwindigkeit v bewegend Körpers der Masse m beträgt zum Beispiel $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$ und die potentielle Energie, die ein Körper der Masse m durch Überwindung einer Höhe h dazugewinnt, beträgt $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$. Zentral für das quantitative Verständnis der Energie ist der **Energieerhaltungssatz**: In einem abgeschlossenen System kann Energie weder erzeugt werden noch verloren gehen. Es findet also nur eine Umwandlung der verschiedenen Energieformen ineinander statt, während die Gesamtmenge der Energie konstant bleibt. Man spricht daher auch von der Energie als **Erhaltungsgröße**. Im Spezialfall, dass nur mechanische Energieumwandlungen betrachtet werden (d. h. kinetische und potentielle Energie werden ineinander umgewandelt), ergibt sich der **Energieerhaltungssatz der Mechanik** [GK1998, S. 65]: „In einem abgeschlossenen System ist die Summe der mechanischen Energien, d. h. die Summe aus kinetischer und potentieller Energie konstant, solange die Vorgänge im System reibungsfrei ablaufen.“

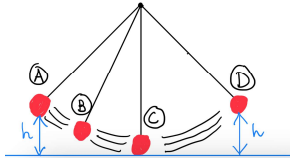


Abbildung 1: Bewegung eines Pendels

Ein **Pendel** ist ein mechanischer Energiewandler, der potentielle in kinetische Energie umwandelt. Am Punkt der höchsten Auslenkung (A) besitzt das Pendel keine kinetische Energie, da seine Geschwindigkeit verschwindet. Dafür besitzt es potentielle Energie, da es sich in erhöhter Position befindet. Bewegt sich das Pendel nach unten (B), wird die potentielle Energie in kinetische Energie umgewandelt. Am Scheitelpunkt (C) ist die potentielle Energie vollständig in kinetische Energie umgewandelt worden. Danach schwingt das Pendel weiter und verliert Geschwindigkeit, d. h. es wandelt kinetische Energie wieder in potentielle Energie um. Dieser Prozess dauert so lange an, bis die kinetische Energie wieder verschwindet, d. h. das Pendel zum Stehen kommt (D). Wegen der Energieerhaltung ist die potentielle Energie nun genauso groß wie zu Anfang, das heißt, Punkt D ist auf der gleichen Höhe h wie Punkt A. Aus der Energieerhaltung und den oben erwähnten Formeln für kinetische und potentielle Energie lässt sich außerdem die **Geschwindigkeit** v im Punkt C **berechnen**: $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$. Während der Energieerhaltungssatz eine wichtige theoretische Basis physikalischer Betrachtungen bildet, ist anzumerken, dass er in der Praxis nie in Gänze zutrifft, da die postulierte Geschlossenheit des Systems nicht zutrifft. So laufen z. B. mechanische Prozesse **niemals**, wie im Energieerhaltungssatz der Mechanik postuliert, **reibungsfrei** ab, sondern es wird immer ein (eventuell kleiner) Teil der mechanischen Energie in Wärmeenergie umgewandelt.

Welche allgemeinen Lehr- und Lernvoraussetzungen müssen für die Planung dieser Stunde Berücksichtigung finden?

Allgemeine Lehr- und Lernvoraussetzungen

Merkmale	Ausprägung	Konsequenzen für den Lehr- und Lernprozess
Allgemeine Angaben	Die D7/8 besteht aus 28 Schüler:innen, von denen ein Schüler sonderpädagogischen Förderbedarf hat. Herr Lackmann unterrichtet die Lerngruppe seit diesem Schuljahr.	In der ersten Unterrichtsreihe spielt die Diagnose der individuellen Lernvoraussetzungen eine wichtige Rolle, um in der weiteren Arbeit angemessen differenzieren zu können. Dieser Prozess ist noch nicht abgeschlossen.
Vorkenntnisse/Leistungsstand (fachlich, methodisch, medial)	Das Fach Physik als reines Fach ist für die Lerngruppe neu. Es bestehen, gemessen an der Klassenstufe, große Wissenslücken. Das Anfertigen eines Versuchsprotokolls ist noch nicht von allen verinnerlicht. In Bezug auf die übergeordneten Kompetenzen sowie das Erarbeiten neuer Inhalte bestehen große Unterschiede innerhalb der Lerngruppe mit vielen sehr starken bis hin zu mehreren sehr schwachen Schüler:innen. In der letzten Stunde haben die Schüler:innen die verschiedenen Energieformen kennengelernt und wissen, dass diese ineinander umgewandelt werden können.	Der Differenzierung sowie der individuellen Förderung kommt im Unterricht eine besonders wichtige Rolle zu. Die fehlenden Grundlagen werden in dem Maße nachgeholt, wie sie als Grundlage der aktuellen Unterrichtsreihe benötigt werden. Die Anfertigung des Versuchsprotokolls wird durch ein Arbeitsblatt angeleitet.
Lern-, Arbeits- und Sozial-, Regelverhalten	Die Lerngruppe zeigt ein großes Interesse an physikalischen Inhalten, und im Ganzen ein der Altersstufe angemessenes Arbeits- und Regelverhalten. Das Arbeitstempo mancher Schüler:innen ist langsam.	Es wird mit einer Zeitvorgabe in der Experimentierphase gearbeitet, um die Gruppen zu zügigem Arbeiten anzuleiten.

Lehr- und Lernvoraussetzungen einzelner Schülerinnen u. Schüler

Die Übersicht wurde aus Platzgründen auf Seite 13 ausgelagert.

Zentrale Didaktische Schwerpunkte

Der Themenkomplex „Energie“ spielt in mehreren aktuellen gesellschaftlichen Debatten eine wichtige Rolle, z. B. zum Thema Energieeffizienz (ugs. „Energie sparen“) sowie zum Klimawandel. Diese Themen berühren den Alltag der Schüler:innen und sie beteiligen sich auch teilweise an der öffentlichen Debatte, wodurch die **Gegenwartsbedeutung** der Stunde (sowie der gesamten Unterrichtsreihe) nachgewiesen ist. Während die politischen Seiten der Diskussion im Physikunterricht eher weniger beleuchtet werden, ist es wichtig, den Energiebegriff sowie die Prinzipien der Energieumwandlung und -erhaltung zu verstehen, um an der Debatte fundiert teilhaben zu können.

Die **Zukunftsbedeutung** der Stunde lässt sich belegen mit dem Sustainable Development Goal Nr. 7 der Vereinten Nationen: „Nachhaltige und moderne Energie für alle – Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und zeitgemäßer Energie für alle sichern“ [UN]. Die Stunde lässt sich also unter die Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) als Grundlagenstunde einordnen, die in der folgenden Unterrichtsreihe „Energie für 8 Milliarden“ eine wichtige Rolle spielt.

Die **Exemplarität** des Themas ist dadurch gegeben, dass die Energie die erste **Erhaltungsgröße** darstellt, die die Schüler:innen kennenlernen. Diese Idee spielt im Physikunterricht der Oberstufe sowie im Physikstudium eine wichtige Rolle, z. B. in der Impulserhaltung, Drehimpulserhaltung, beim Energie-Impuls-Vektor oder im Noether-Theorem.

Im Rahmen der **didaktischen Reduktion** wird in der vorliegenden Stunde darauf verzichtet, die Geschwindigkeit des Pendels aus dem Energieerhaltungssatz quantitativ zu berechnen.

Lernziel(e) der Stunde:

Die Schüler:innen kennen den Energieerhaltungssatz in einem geschlossenen System, können diesen experimentell überprüfen und in seiner allgemeinen Form wiedergeben sowie anwenden, um Aussagen zur Sicherheit von Experimenten zu machen.

Informationen zu Medien/Arbeitsmaterialien:

Beamer: ersetzt das Tafelbild

Präsentation: strukturiert die Stunde, visualisiert Arbeitsaufträge

Deckenpendel: zur Durchführung des Demo-Experiments

Experimentiermaterial: zur Durchführung der Schülerexperimente

Rollenkarten: dienen der Organisation der Gruppenarbeit, sorgen für Zeiteffizienz und positive Abhängigkeit

Differenziertes **Arbeitsblatt:** dient der angeleiteten Erstellung eines Versuchsprotokolls

Hilfekarten in Briefumschlägen: dienen der Unterstützung beim Erstellen des Experiments, tragen zur Differenzierung bei

Sprinter Aufgabe: dient der Differenzierung

Arbeitsblatt „**Infoblatt: Aufbau eines Versuchsprotokolls**“: bereits vorher ausgeteilt, enthält Hilfen zum Verfassen eines Versuchsprotokolls

Informationen zur Methodenkonzeption

Der Einstieg erfolgt mit einem **Bildimpuls**, der den visuellen Lernkanal anspricht, das Interesse der Schüler:innen weckt und so zur Aktivierung beiträgt.

Die Methode des **Schülerexperiments** spielt eine zentrale Rolle im naturwissenschaftlichen Unterricht. Gemäß der Differenzierung in dieser Unterrichtsstunde führen die Gruppen des BA-Niveaus ein **geführtes Experiment** durch, während die Gruppen des HA-Niveaus **forschend experimentieren**, da die Fragestellung und der Aufbau des Experiments erst entwickelt werden müssen (vergleiche [L2010, Seite 144]).

Informationen zur Differenzierung und Individualisierung

Der Unterricht findet differenziert auf den zwei schulinternen Lernniveaus **Hohe Anforderungen (HA)** und **Basisanforderungen (BA)** statt. In der Erarbeitungsphase werden annähernd **leistungshomogenen** Gruppen gebildet, um den Arbeitsauftrag sowie das Material differenzieren zu können. Innerhalb der Lernniveaus bei der Einteilung der Gruppen darauf geachtet, dass **gegenseitige Hilfe** gefördert wird. Durch eine **Sprinter Aufgabe** für Gruppen, die schnell mit der Arbeit fertig sind, wird weiter differenziert.

Da der Lehrperson in der Experimentierphase eine beobachtende Rolle zukommt, kann sie durch **verschiedenes Maß** an Hilfestellung weiter differenzieren.

Verlauf

