

Lehrplan für Physik

Erweiterte Oberschule

Klassen 11 und 12

(Ausgabe 1972)

ES 10 C . Bestell-Nr. 02 30 14-2 . Lizenz Nr. 203/1000/73 (DN)

Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin

Druck: (52) Nationales Druckhaus, Berlin

Der Lehrplan für Physik
tritt für die Klasse 11 am 1. September 1969
und für die Klasse 12 am 1. September 1970
in der Erweiterten Oberschule
in Kraft.

Berlin, Juni 1968

Minister für Volksbildung
M. Honecker

1. ZIELE UND AUFGABEN

Nach dem Gesetz über das einheitliche sozialistische Bildungssystem hat die Erweiterte Oberschule vor allem die Aufgabe, die bis zum Ende der Klasse 10 vermittelte Allgemeinbildung der Schüler zu vervollkommen und dadurch die Voraussetzungen für ein erfolgreiches Hochschulstudium und eine qualifizierte berufliche und gesellschaftliche Tätigkeit in unserem sozialistischen Staat zu schaffen. Das erfordert, den Schülern eine solide Bildung auf hohem theoretischem Niveau zu vermitteln und sie zu einem bewußten Klassenstandpunkt und zu treuen Bürgern der Deutschen Demokratischen Republik zu erziehen.

Aus dieser Zielstellung leiten sich die wesentlichen Aufgaben für den Physikunterricht in der Erweiterten Oberschule ab.

Die Fachwissenschaft Physik findet im steigenden Maße in allen Naturwissenschaften, technischen und ökonomischen Wissenschaften Anwendung. Physikalische Forschungsergebnisse und Arbeitsmethoden werden immer mehr in der naturwissenschaftlichen und ökonomischen Forschung sowie in der modernen industriellen und landwirtschaftlichen Produktion eingesetzt.

Der Physikunterricht muß die Stellung der Fachwissenschaft im Gesamtgefüge der Wissenschaften verdeutlichen. Er muß die Schüler befähigen, in ihrer künftigen verantwortungsvollen Tätigkeit in der Gesellschaft Probleme und Zusammenhänge zu erkennen, deren Lösung die Anwendung physikalischer Erkenntnisse und Gesetzmäßigkeiten erfordert.

Der Physikunterricht in der Erweiterten Oberschule baut auf dem bis zur Klasse 10 in allen Unterrichtsfächern vermittelten abgerundeten Wissen und Können auf. Er stützt sich dabei besonders auf den Unterricht im Fach Physik und in den anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern sowie auf eine grundlegende polytechnische Bildung. Aufbauend auf diesem bisher erworbenen Wissen und Können werden exakte, fundierte und anwendungsbereite neue Kenntnisse und Einsichten auf einem höheren wissenschaftlich-theoretischen Niveau vermittelt. Das erfolgt insbesondere durch eine tiefere mathematische Durchdringung des Unterrichtsstoffes, durch stärkeres Einbeziehen von Erkennt-

nissen der modernen Physik, durch Betonung von Denk- und Arbeitsweisen der Wissenschaft Physik, durch Orientierung auf das Erkennen von Zusammenhängen zwischen physikalischen Erscheinungen. Dazu gehört die Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten zur selbständigen Ausführung experimenteller Arbeiten bei erhöhten Anforderungen. In Verbindung mit anderen Unterrichtsfächern muß der Physikunterricht dazu beitragen, das mathematische und naturwissenschaftliche Erkenntnisvermögen weiterzuentwickeln und die Schüler zu befähigen, ihr Wissen und Können selbständig zu erwerben, zu festigen und zu erweitern. Die Schüler müssen Sicherheit in der Beherrschung eines Systems von Kenntnissen und Erkenntnissen erlangen und insbesondere lernen, ihre höhere mathematische Bildung bei der quantitativen Erfassung physikalischer Gesetzmäßigkeiten und deren technisch-ökonomischer Anwendung zu nutzen.

Der Unterricht soll dazu beitragen, das Verständnis der Schüler für technische bzw. technologische und volkswirtschaftliche Probleme weiterzuentwickeln. Dabei stützt er sich auf die bisher vermittelte polytechnische Bildung und die Verbindung des physikalischen Bildungsgutes mit dem Leben, mit technisch-ökonomischen und wirtschaftlichen Problemen der planmäßigen Entwicklung unserer Volkswirtschaft.

Den Schülern ist immer wieder die Bedeutung der Wissenschaft Physik bei der Lösung von Aufgaben für die Sicherung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in der Deutschen Demokratischen Republik zu erläutern.

Im Stoffplan ist ausgewiesen, an welchen Stellen besonders die Leistungen der Werktätigen der DDR bei der Durchführung der wissenschaftlich-technischen Revolution herausgearbeitet werden müssen.

Die führende Rolle der sowjetischen Wissenschaften in der Welt ist zu kennzeichnen. Bei den Schülern ist der Stolz auf die großen wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Errungenschaften der Sowjetunion und der anderen sozialistischen Länder zu wecken. Die Bedeutung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit zwischen der DDR, der Sowjetunion und den anderen sozialistischen Ländern für die weitere Festigung und

Stärkung des sozialistischen Lagers und für die Lösung wissenschaftlich-technischer und ökonomischer Aufgaben in der DDR muß den Schülern bewußt werden.

Die Schüler müssen auch erkennen, daß die Naturwissenschaften in ständig steigendem Maße in der Militärwissenschaft und Militärtechnik mittelbar und unmittelbar Anwendung finden. Das bedeutet, daß die Beherrschung der modernen Waffentechnik auch fundierte naturwissenschaftliche, insbesondere physikalische Kenntnisse erfordert. Am hohen Stand der Militärtechnik ist die militärische Überlegenheit der Armeen der Sowjetunion, der befreundeten sozialistischen Staaten und unserer Nationalen Volksarmee gegenüber den Armeen imperialistischer Staaten zu verdeutlichen.

Zur Schaffung einer wissenschaftlichen Weltanschauung hat der Physikunterricht durch die Vermittlung von Erkenntnissen der physikalischen Wissenschaft einen wesentlichen Beitrag zu leisten. Er hat durch Vermittlung bestimmter physikalischer Erkenntnisse entweder (wie bis zur Klasse 10) Verallgemeinerungen des Staatsbürgerkundeunterrichts vorbereiten zu helfen, oder aber auf den im Staatsbürgerkundeunterricht gewonnenen philosophischen Einsichten aufzubauen, sie auf spezifische physikalische Zusammenhänge zu übertragen bzw. durch physikalische Fakten zu festigen und die den Schülern bekannten philosophischen Kategorien anzuwenden. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die im Staatsbürgerkundeunterricht der Klasse 11 behandelten Themen "Die Grundfrage der Philosophie und ihre wissenschaftliche Beantwortung" und "Grunderkenntnisse der materialistischen Dialektik" sowie das in Klasse 12 zu behandelnde Thema "Die Dialektik der Erkenntnis".

Durch biographische Hinweise ist den Schülern das Wirken bedeutender Physiker und Techniker für den wissenschaftlich-technischen und gesellschaftlichen Fortschritt nahezubringen. In Klasse 11 und 12 wird auf das wissenschaftliche Werk folgender Wissenschaftler und Erfinder eingegangen: N. Bohr, L. de Broglie, A. Einstein, J. Franck, O. Hahn, G. Hertz, M. v. Laue, I. Newton, R. J. Mayer, I. R. Oppenheimer, M. Planck und K. E. Ziolkowski. Neben den wissenschaftlichen

Leistungen sind besonders die humanistische Haltung und das gesellschaftliche Wirken von N. Bohr, A. Einstein, O. Hahn, M. Planck und I. R. Oppenheimer zu würdigen.

Die Erfüllung der Bildungs- und Erziehungsaufgaben kann nur im gemeinsamen Vorgehen aller Unterrichtsfächer erfolgen. Insbesondere haben das Fach Physik und die anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer sich dabei in vielfältiger Weise gegenseitig zu ergänzen und zu unterstützen.

2. INHALT UND AUFBAU

Im Physikunterricht bis zur Klasse 10 haben die Schüler grundlegende physikalische Kenntnisse und Erkenntnisse erworben. Durch Schülerexperimente und Praktikumsaufgaben, die in steigendem Maße selbständiger von der Problemstellung bis zur Auswertung zu lösen waren, wurden Fähigkeiten und Fertigkeiten im Experimentieren, einer fundamentalen Arbeitsmethode der Physik, entwickelt.

Es wurden viele Verbindungen zur Technik und zur Volkswirtschaft unter polytechnischem Aspekt geknüpft.

Der Unterricht in der Erweiterten Oberschule kann auf dieser breiten mathematisch-naturwissenschaftlichen und polytechnischen Bildung als Teil einer umfassenden Allgemeinbildung aufbauen. Gegenstand des Physikunterrichts in der Erweiterten Oberschule ist die Behandlung ausgewählter Kapitel aus folgenden Bereichen der Fachwissenschaft Physik: Welle-Teilchen-Dualismus, kinetische Gas- und Wärmetheorie, Hauptsätze der Wärmelehre, klassische Mechanik, Physik der Felder, spezielle Relativitätstheorie. Außerdem wird ein Ausblick auf Steuerungs- und Regelungsprozesse gegeben.

Die Auswahl des Bildungsgutes erfolgt vor allem unter dem Gesichtspunkt einer weitgehenden Orientierung des Unterrichtsprozesses auf die vertiefte experimentelle und mathematisch-theoretische Aneignung grundlegender Theorien und Gesetzmäßigkeiten sowie auf das bewußte Erfassen wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen.

Entsprechend der Zielstellung der Erweiterten Oberschule ist es notwendig, in den Klassen 11 und 12 Themen aus den Vorjahren noch einmal aufzugreifen, wesentliche Grundlagen zu wiederholen und die Stoffgebiete mit den zur Verfügung stehenden mathematischen Mitteln und den Kenntnissen aus anderen, insbesondere naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern auf einem höheren wissenschaftlichen Niveau zu behandeln. Für die Behandlung der Mechanik z. B. steht in der Klasse 11 aus dem Mathematikunterricht die Differential- und Integralrechnung rechtzeitig bereit; so können die Augenblicksgeschwindigkeit bzw. die

Beschleunigung mit dem Differentialquotienten, die mechanische Arbeit mit dem bestimmten Integral erfaßt werden. Die Schüler müssen Sicherheit beim Lösen von Aufgaben mit mathematisch-physikalischen Methoden, mit Lösungsalgorithmen, im Arbeiten mit Größengleichungen und Einheiten erlangen.

Darüber hinaus muß es Aufgabe des Unterrichts sein, Einzelkenntnisse zu systematisieren. Das erfolgt besonders in den Abschnitten über die Felderscheinungen, über den Energieerhaltungssatz und im Ausblick auf Steuerungs- und Regelungsvorgänge.

Die Gültigkeitsgrenzen der Gesetze der klassischen Physik sind insbesondere bei der Quantelung der Energie im atomaren Bereich und bei Fragen aus der speziellen Relativitätstheorie deutlich sichtbar zu machen.

Die experimentelle Methode als ein grundlegendes Erkenntnisverfahren steht auch in der Erweiterten Oberschule im Mittelpunkt des Unterrichts und wird mit höherem wissenschaftlich-theoretischen Niveau eingesetzt. Im engen Zusammenhang mit der Anwendung der experimentellen Methode werden mathematische Methoden zur Erarbeitung physikalischer Erkenntnisse und Gesetzmäßigkeiten benutzt. Bei der experimentellen Durchdringung des Unterrichts ist die Aufmerksamkeit darauf zu richten, daß die Schüler befähigt werden, den physikalischen Sachverhalt theoretisch und experimentell tiefer zu erfassen, rationell zu durchdenken und zu erläutern.

Um den experimentellen Charakter des Unterrichts zu betonen und zu sichern, sind neben Schülerexperimenten in gleicher Front und den experimentellen Schülerarbeiten im Praktikum auch Themenvorschläge für Demonstrationsexperimente in den Plan aufgenommen. Für jede Klassenstufe ist ein physikalisches Praktikum vorgesehen, in dem die Schüler selbständig von der Planung bis zur Auswertung der Versuche unter Anwendung mathematischer Methoden der Fehlerabschätzung physikalische Probleme lösen.

Im Physikunterricht der Klassen 11 und 12 werden die bisher zugrunde gelegten Leitlinien weiter verfolgt, damit die Schüler stets in der Lage sind, größere Zusammenhänge zu übersehen und eine Zersplitterung des Lehrstoffes in zusammenhanglose Stoffgebiete vermieden wird.

Die Leitlinien sind:

- Interpretation physikalischer Erscheinungen und Vorgänge auf der Grundlage der Erkenntnisse über die Struktur der Materie und ihrer Bewegung (Anwendung des Feld- und Teilchenbegriffes). Das erfolgt zum Beispiel in den Abschnitten: "Welle-Teilchen-Dualismus"; "Kinetische Gas- und Wärmetheorie"; "Felder".
- Erklärung physikalischer Erscheinungen und Vorgänge mittels der Begriffe Energie, Energieerhaltung und Energieumwandlung. Das erfolgt bei Teilfragen in allen Bereichen und besonders in den Abschnitten "Mechanik" und "Energieerhaltungssatz".

Ähnliche Leitlinien mit fachspezifisch abgewandelten Zielsetzungen werden auch im Chemie- und Biologielehrgang der Klassen 11 und 12 verfolgt. Das ermöglicht und erfordert eine enge Koordinierung und Abstimmung der Fachlehrer der naturwissenschaftlichen Disziplinen bei fachübergreifenden Verallgemeinerungen über Struktur und Funktion, über energetische Prozesse, über Steuerungs- und Regelungsvorgänge in natürlichen und technischen Systemen.

In der Klasse 11 wird mit Themen über den Welle-Teilchen-Dualismus begonnen. Am Ende der Klasse 10 der Oberschule erhielten die Schüler einen Ausblick auf die Welleneigenschaften des Lichtes.

Nach Wiederholung einiger Grundbegriffe der Wellenlehre wird zuerst auf die Welleneigenschaften des Lichtes eingegangen und das Modell "Welle" benutzt. Danach schließen sich beim lichtelektrischen Effekt Betrachtungen mit dem Modell "Teilchen" an. Der Abschnitt stellt hohe Anforderungen an das Abstraktionsvermögen der Schüler, denn er verlangt das Arbeiten mit zwei unterschiedlichen, dialektisch-widersprüchlichen Modellen vom Licht. Dabei muß den Schülern der dialektische Widerspruch, die Einheit der Gegensätze (behandelt im Staatsbürgerkundeunterricht der Klasse 11) bewußt gemacht werden. Die Schüler müssen erfassen, daß beide Modelle wesentliche Seiten derselben materiellen Struktur widerspiegeln.

In diesem Abschnitt wird auf Ergebnisse moderner physikalischer Forschung (z. B. Atomhülle, Laser) eingegangen. Der Welle-Teilchen-Dualismus hat Folgerungen für Modellvorstellungen von der Atomhülle. Der Chemieunterricht benutzt mit Beginn der Klasse 11 das quantenmechanische Atommodell. In einem Ausblick sollen die Kenntnisse der Schüler darüber aus physikalischer Sicht motiviert werden. Eine tiefere mathematisch-theoretische Behandlung des quantenmechanischen Atommodells erfolgt nicht.

Daran schließt sich die Behandlung der kinetischen Gas- und Wärmetheorie und des ersten und zweiten Hauptsatzes der Wärmelehre an. In diesem Abschnitt wird auch das Ziel verfolgt, das Verständnis für die Rolle von Theorien und Modellvorstellungen im wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß zu vertiefen.

Die Mechanik wird mit Hilfe der Infinitesimalrechnung auf einem höheren Niveau als in Klasse 9 behandelt. Die entsprechenden Vorleistungen aus der Differential- und Integralrechnung werden durch den Mathematikunterricht in Klasse 11 unmittelbar vor der Behandlung dieses Abschnittes im Physikunterricht geschaffen. Es ist daher eine präzise Abstimmung zwischen dem Mathematik- und Physikunterricht erforderlich.

In der Klasse 12 wird die Behandlung der Mechanik mit dem Kapitel über die Drehbewegung fortgesetzt. Begriffe der Drehbewegung werden denen der geradlinigen Bewegung gegenübergestellt. Das Drehmoment, das Trägheitsmoment und der Drehimpuls werden am Modell des starren Körpers erklärt. Der Begriff des Drehmoments ist für die unmittelbar nachfolgende Behandlung des Vektorprodukts im Mathematikunterricht notwendig.

Im folgenden Abschnitt steht der Feldbegriff im Mittelpunkt der Betrachtung. In ihm werden die bis zum Ende der Klasse 10 an verschiedenen Stellen des Lehrganges behandelten Kenntnisse über Felder wiederholt, erweitert und systematisiert.

Die Zusammenfassung der drei Formen der Felder in diesem Abschnitt ermöglicht eine rationelle Gestaltung des Erkenntnisprozesses und ein tieferes Eindringen in das Wesen der Felder als Erscheinungsform der Materie.

Bei der Behandlung der Gravitation ist auf die Kenntnisse aus Klasse 9 zurückzugreifen. Es ist gleichzeitig auf Probleme der Raumfahrt einzugehen. Die großen Erfolge und die führende Rolle der Sowjetunion in der Erforschung und Eroberung des Kosmos sind zu würdigen.

Im Gegensatz zum elektrischen Feld ist das Magnetfeld in der Klasse 9 nur qualitativ behandelt worden. Mit der Einführung der Magnetflußdichte kann es nun quantitativ beschrieben werden. Die elektromagnetische Induktion wird wiederholt, und das Induktionsgesetz wird umfassender dargestellt.

Im Abschnitt "Aus der speziellen Relativitätstheorie" wird auf einige Grunderkenntnisse der modernen Physik eingegangen. Den Schülern soll ein informatorischer Einblick in die spezielle Relativitätstheorie und deren Auswirkung auf die moderne physikalische Forschung gegeben werden. Einige Erkenntnisse, wie die Massenänderung bei hohen Geschwindigkeiten, die Energie-Masse-Beziehung und die Lichtgeschwindigkeit als Grenzgeschwindigkeit, müssen zum sicheren Wissen der Schüler gehören.

Im Abschnitt "Der Energieerhaltungssatz" werden im gesamten Physiklehrgang gewonnene Kenntnisse wiederholt und systematisiert. Auf Fragen der Energieumwandlung bei der Kernspaltung und Kernfusion ist besonders einzugehen (die Kernfusion wurde in Kl. 10 nur informatorisch behandelt).

Bei der Anwendung der Energie-Masse-Beziehung auf Kernumwandlungen werden der Materiebegriff und die Strukturformen der Materie als Beitrag für die weltanschaulich-philosophische Bildung und Erziehung verdeutlicht. Es wird die Erkenntnis vertieft, daß Materie weder entstehen noch verschwinden kann. Die Behandlung der atomaren Prozesse bietet gute Möglichkeiten für die politisch-ideologische Erziehung der Schüler, besonders für die Wehrerziehung. Die wirtschaftliche und militärische Überlegenheit der Sowjetunion bei der Ausnutzung der Kernenergie ist herauszustellen.

Die Schüler müssen die Einsicht gewinnen, daß nur die sozialistische Gesellschaftsordnung die Voraussetzungen dafür schafft, daß die Kernenergie für das Wohl der gesamten Menschheit eingesetzt werden kann. In diesem Zusammenhang wird hervorgehoben, daß die Regierung der DDR in vielen nationalen und internationalen Dokumenten betont hat, daß sie entschieden gegen die Atomkriegspolitik der imperialistischen Staaten, insbesondere der USA und BRD, kämpft und daß sie dafür eintritt, die Kernenergie ausschließlich für friedliche Zwecke zu verwenden.

Zum Abschluß des Lehrganges in der Klasse 12 werden wegen der Bedeutung für die Entwicklung unserer sozialistischen Volkswirtschaft Fragen von Steuerungs- und Regelungsvorgängen aufgegriffen. Es werden physikalische Grundlagen der Steuerungs- und Regelungsprozesse erläutert und markante Beispiele aus verschiedenen Bereichen der Technik zusammengetragen. Die Schüler erhalten einen Ausblick auf den gegenwärtigen Stand und auf die Entwicklungstendenzen dieses Wissenschaftsbereiches aus physikalisch-technischer Sicht. Die Einsicht der Schüler wird vertieft, daß die Wissenschaft zur unmittelbaren Produktivkraft wird, daß wissenschaftlich-technische Erkenntnisse und ihre Verwirklichung in der Praxis Vorbedingungen für eine erfolgreiche Durchführung der wissenschaftlich-technischen Revolution zum Wohle der sozialistischen Gesellschaft sind. Im Anschluß daran erhalten die Schüler in einer Lektion einen Ausblick auf kybernetische Probleme.

Inhalt und Aufbau des vorliegenden Lehrganges für die Klassen 11 und 12 tragen dazu bei, daß der Physikunterricht und die anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehrgänge sich in der Bildungs- und Erziehungsarbeit gegenseitig in vielfältiger Weise ergänzen und unterstützen. Für die vorliegende Stofffolge waren deshalb außer der Systematik des Unterrichtsfaches Physik auch die engen Wechselbeziehungen zu anderen Unterrichtsfächern maßgebend.

3. HINWEISE ZUR UNTERRICHTSGESTALTUNG

Die Verwirklichung der Ziele und Aufgaben des Physikunterrichts an der Erweiterten Oberschule hängt in entscheidendem Maße von seiner didaktisch-methodischen Gestaltung ab. Es sind deshalb die in diesem Lehrplan fixierten Grundlinien des Prozesses der Aneignung von Wissen und Können, der Entwicklung geistiger und praktischer Fähigkeiten sowie der sozialistischen Erziehung bei der Planung und Durchführung des Unterrichts anzuwenden.

Im Zusammenhang mit dem bisher vermittelten physikalischen Wissen und Können muß die Selbsttätigkeit der Schüler zur gründlichen, schöpferischen Auseinandersetzung mit theoretischen und praktischen Problemen auf höherem wissenschaftlichem Niveau geführt werden. Dazu ist es erforderlich, den Schülern die innere Logik des Erkenntnisprozesses sichtbar zu machen.

Bei der Planung und der methodischen Gestaltung seines Unterrichts muß der Lehrer das Grundprinzip der Verbindung der sozialistischen Schule mit dem Leben und der Praxis des sozialistischen Aufbaus in vielfältiger Weise verwirklichen. Dazu sollen die Erfahrungen und Erkenntnisse der Schüler aus der gesellschaftlichen Praxis, aus dem polytechnischen Unterricht, aus den anderen naturwissenschaftlichen Fächern sowie aus dem Fach Staatsbürgerkunde genutzt werden.

Es ist im Unterricht notwendig, vielfältige Methoden anzuwenden, die eine systematische und rationelle Aneignung des Bildungsgutes gewährleisten. Dabei sind solche Methoden anzuwenden, die eine hohe Aktivität der Schüler bei der Aneignung, Festigung und Systematisierung von Wissen und Können bewirken und das schöpferische Denken der Schüler fördern.

In Anbetracht der Vorbereitung auf ein Hochschulstudium müssen die Schüler in steigendem Maße mit speziellen Techniken des geistigen Arbeitens vertraut gemacht werden. Dazu gehören u. a. der selbständige Wissenserwerb, das Einordnen von Einzelfakten in größere Zusammenhänge, das Schlußfolgern und das Kombinieren, das Erhalten und selbständige Aufbereiten bereits erworbenen Wissens. Einige Techniken sind bis zur Erlangung von Fertig-

keiten zu üben. Dazu gehört u. a. das Arbeiten mit Lehrbüchern, Tabellensammlungen, Nachschlagewerken und Wissensspeichern.

Mit der Angabe einiger "Wichtiger Schülertätigkeiten" zu jedem Stoffgebiet wird der Versuch gemacht, praktische und geistige Tätigkeiten zu nennen, die geeignet sind, den Aneignungsprozeß von Wissen und Können beim Schüler beziehungsweise die Entwicklung bestimmter Fähigkeiten und Fertigkeiten zu fördern. Die Angaben unter "Wichtige Schülertätigkeiten" sind vom Lehrer bei der didaktisch-methodischen Planung seines Unterrichts als Hinweise zu verwenden, zu konkretisieren und zu ergänzen.

Das physikalische Experiment und die physikalische Theorie, moderne Modellvorstellungen und mathematische Methoden der Physik sind in der Erweiterten Oberschule bestimmende Faktoren für die Gestaltung des Unterrichts. Dabei darf die Anschauung nicht vernachlässigt werden. Um die Bedeutung des Experiments zu betonen, wurden bei den einzelnen Lehrplanabschnitten verbindliche Schülerexperimente und Vorschläge für Demonstrationsexperimente aufgenommen. Sie müssen dem aktiven Erwerb von Kenntnissen und der systematischen Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten dienen.

Das Praktikum ist ein wichtiger Bestandteil des Physiklehrganges in der Erweiterten Oberschule. Es ist im allgemeinen am Ende des jeweiligen Schuljahres vorgesehen; es kann aber auch schon als Teilpraktikum nach Abschluß einzelner Stoffgebiete durchgeführt werden. Es wird empfohlen, in Klasse 11 ein Teilpraktikum von 8 Stunden bereits nach der Behandlung der Wärmelehre durchzuführen. Das Praktikum ist auch zur Wiederholung und Vertiefung zu nutzen.

Die Praktikumsaufgaben sind so zu stellen, daß die Schüler in steigendem Maße befähigt werden, ihr Wissen und Können auf die selbständige Planung, Vorbereitung und Durchführung von Experimenten anzuwenden sowie die Auswertung der Ergebnisse mit Fehlerabschätzungen durchzuführen. Dazu wird zu Beginn des Praktikums in Klasse 11 eine Einführung in Methoden der Fehlerabschätzung gegeben. Bei der Vorbereitung und Durchführung

experimenteller Aufgaben sind die Bestimmungen des Arbeits- und Brandschutzes^x zu beachten.

Der Lehrer muß in seinem Unterricht die schöpferische Selbsttätigkeit der Schüler auf physikalischem und technischem Gebiet, in den wissenschaftlich-praktischen Fachzirkeln, im fakultativen Unterricht, in Jahresarbeiten sowie in anderen Formen der außerunterrichtlichen Arbeit zur ständigen Erhöhung der Bildungs- und Erziehungsergebnisse nutzen.

Um ein sicheres, anwendungsbereites Wissen und Können bei den Schülern zu erreichen und grundlegende Methoden des wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens anzuwenden, müssen Wiederholungen und Übungen geplant und durchgeführt werden. Bei den einzelnen Stoffgebieten sind Stunden zur Wiederholung, Erweiterung und Systematisierung des bisher vermittelten Bildungsgutes thematisch ausgewiesen. Darüber hinaus enthält der Stoffplan ganze Abschnitte, die speziell dieser Aufgabe dienen. So müssen z. B. in den Abschnitten "Das elektrische und das elektromagnetische Feld" und "Der Energieerhaltungssatz" die bisher in verschiedenen Klassenstufen vermittelten Kenntnisse wiederholt, durch Hinzufügen weiterer Fakten und Gesetzmäßigkeiten ergänzt sowie unter neuen Gesichtspunkten auf höherem Niveau zusammengefaßt werden. Zur immanenten Wiederholung sind tägliche Übungen, Lösungen von Aufgaben u. a. zu nutzen.

Zur Systematisierung, zur Darstellung von Zusammenhängen und zum besseren Verständnis nachfolgenden Bildungsgutes sind in mehreren Stoffeinheiten Lehrstoffe angegeben, mit denen die Schüler nur inhaltlich bekanntzumachen sind. Hierüber werden keine Leistungskontrollen durchgeführt. Bei der Behandlung solcher Lehrstoffe sind auch Experimente durchzuführen sowie wichtige Beispiele und Anwendungen darzustellen. Einzelfakten aus diesen Lehrstoffen gehören zum reproduzierbaren Wissen der Schüler und sind in den Vorbemerkungen zu den entsprechenden Stoffgebieten ausgewiesen.

x Richtlinie für den Arbeits- und Brandschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht und in der außerschulischen Arbeit auf dem Gebiet der Naturwissenschaften. (Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung und des Staatlichen Amtes für Berufsausbildung 1967, Nr. 12 vom 30. 6. 1967).

Für die Stoffvermittlung, für die Wiederholung und für Leistungskontrollen sind in der Klasse 11 30 Unterrichtswochen (90 Std.), in der Klasse 12 27 Unterrichtswochen (81 Std.) geplant. Darüber hinaus sind zur unmittelbaren Vorbereitung auf die mündliche Reifeprüfung 9 Stunden vorgesehen.

STOFFÜBERSICHT

<u>Klasse 11</u> <u>=====</u>	<u>90 Stunden</u>
1. Welle-Teilchen-Dualismus	34 Stunden
1.1. Welleneigenschaften des Lichtes	18 Std.
1.1.1. Wiederholung und Erweiterung der Grundbegriffe der Wellenlehre	(5 Std.)
1.1.2. Interferenz des Lichtes durch Beugung	(5 Std.)
1.1.3. Interferenz des Lichtes durch Reflexion	(4 Std.)
1.1.4. Linearpolarisiertes Licht	(4 Std.)
1.2. Welleneigenschaften von Elektronen	3 Std.
1.3. Quanteneigenschaften des Lichtes	6 Std.
1.4. Modelle für die Atomhülle	5 Std.
1.5. Überblick über die historische Entwicklung der Lichttheorien (Wiederholung und Systematisierung)	2 Std.
2. Kinetische Gas- und Wärmetheorie; Hauptsätze der Wärmelehre	26 Stunden
2.1. Die Gesetze des idealen Gases	6 Std.
2.2. Grundlagen der kinetischen Gastheorie und Wärmetheorie	6 Std.
2.3. Erster und zweiter Hauptsatz der Wärmelehre	12 Std.
2.4. Lösen weiterer Aufgaben aus dem Gebiet der Wärmelehre	2 Std.
3. Praktikum, Teil I	8 Stunden
4. Mechanik I	18 Stunden

4.1.	Geschwindigkeit, Beschleunigung und Bewegungsgleichungen	7 Std.
4.2.	Arbeit und Leistung	4 Std.
4.3.	Impuls	7 Std.
5.	Praktikum, Teil II	4 Stunden

Klasse 12 81 Stunden

1.	Mechanik II	13 Stunden
1.1.	Die Drehbewegung	10 Std.
1.2.	Wiederholung und Lösung von weiteren Aufgaben aus dem Gebiet der Mechanik	3 Std.
2.	Felder	33 Stunden
2.1.	Der Begriff des Feldes	1 Std.
2.2.	Das Gravitationsfeld	6 Std.
2.3.	Das elektrische und das elektromagnetische Feld	26 Std.
2.3.1.	Die quantitative Beschreibung des elektrischen Feldes	(6 Std.)
2.3.2.	Die quantitative Beschreibung des elektromagnetischen Feldes	(12 Std.)
2.3.3.	Die elektromagnetische Induktion	(6 Std.)
2.3.4.	Der Vergleich physikalischer Felder, ihrer Eigenschaften und ihrer Beschreibungsformen	(2 Std.)
3.	Aus der speziellen Relativitätstheorie	8 Stunden
4.	Der Energieerhaltungssatz	10 Stunden

5.	Regelungen	7 Stunden
5.1.	Systematisierung wichtiger Kenntnisse über Regelungsprozesse und Anwendung physikalischer Vorgänge bei Regelungen	5 Std.
5.2.	Lektion: Die Bedeutung der Erforschung kybernetischer Systeme für die Beherrschung der Regelungsvorgänge in Natur, Technik und Ökonomie	2 Std.
6.	Praktikum	10 Stunden

1. Welle-Teilchen-Dualismus
=====**34 Stunden**

Im Stoffgebiet "Wellen" der Klasse 10 wurde der Wellencharakter des Lichtes erarbeitet und das Licht in das elektromagnetische Spektrum eingeordnet.

Diese Thematik wird aufgegriffen und derart erweitert, daß in diesem Abschnitt wesentliche Gedanken der modernen Physik ihren Niederschlag finden. Damit ist er besonders gut geeignet, die Grenzen der Vorstellungen der klassischen Physik und deren Veränderungen und Erweiterungen in der modernen Physik bewußt-zumachen.

Anknüpfend an die Kenntnisse aus Klasse 10 über Beugung und Interferenz von Wellen, lernen die Schüler die Polarisation als Erscheinung kennen, die sowohl in der Makrophysik als auch beim Licht auftritt.

Im Abschnitt "Interferenz des Lichtes durch Beugung" ist auch auf die Beugung der Röntgenwellen einzugehen. Die Röntgenwellen sind schon in Klasse 10 behandelt worden. An dieser Stelle kommt es lediglich darauf an, den Anwendungsbereich des Modells "Welle" auf eine andere elektromagnetische Welle auszuweiten.

Das Laue-Diagramm wird als Nachweis für die Beugung und die sich daraus ergebende Wellennatur der Röntgenwelle erwähnt. Das Debey-Scherrer-Verfahren wird nicht behandelt.

Im Abschnitt über die Polarisation des Lichtes wird die Transversalität der Lichtwellen nachgewiesen. Als ein Beitrag zur polytechnischen Bildung wird die Anwendung der Polarisation bei der Spannungsdoppelbrechung behandelt.

Im folgenden Abschnitt muß mit der Erklärung des Photoeffekts nachgewiesen werden, daß man mit dem Wellenmodell des Lichtes die Natur des Lichtes nicht erschöpfend erklären kann. Diese experimentellen Erkenntnisse führen zu einem neuen Modell des

Lichtes, dem Teilchenmodell des Lichtes. Die Materiewellen zeigen, daß der Welle-Teilchen-Dualismus nicht auf das Licht beschränkt ist.

Auf die Anwendung physikalischer Kenntnisse in der wissenschaftlichen und technischen Praxis wird besonders bei der Interferenz des Lichtes, bei der Polarisation und beim Elektronenmikroskop eingegangen. Beim Elektronenmikroskop ist auf dessen Anwendung in der Biologie und Medizin hinzuweisen. Aus dem Biologieunterricht kennen die Schüler bereits elektronenmikroskopische Bilder. Am Beispiel des Laser und seiner Anwendung kann gezeigt werden, daß zwischen einer wissenschaftlichen Entdeckung und ihrer Anwendung in der Produktion eine immer kürzere Zeitspanne liegt und wie Forschungsergebnisse unmittelbar in die Produktion eingehen.

Die Erkenntnisse über den Welle-Teilchen-Dualismus machen es notwendig, die bisher bekannten Vorstellungen von der Atomhülle zu erweitern. Andererseits wird im Chemieunterricht das quantenmechanische Atommodell für die Erklärung der Atombindung benutzt. Eine tiefergehende Behandlung, insbesondere eine exakt mathematische Betrachtung, muß wegen der fehlenden Voraussetzungen unterbleiben. Daher wird nach dem Abschnitt über die Quanteneigenschaften des Lichtes in einem Ausblick das im Chemieunterricht benutzte Atommodell in physikalische Zusammenhänge eingeordnet.

Neben der Wiederholung des Bohrschen Atommodells und der Betonung, daß es sich historisch bewährt hat, wird auf die Grenzen seiner Anwendbarkeit hingewiesen. Es muß herausgestellt werden, daß das Bohrsche Atommodell nicht mehr den modernen Auffassungen entspricht, sondern daß sich jedes Modell vom objektiv existierenden Atom den experimentellen Erfahrungen und neuen Erkenntnissen anpassen muß. Damit hat dieser Abschnitt Bedeutung für die weltanschaulich-philosophische Bildung und Erziehung. Den Schülern wird hier und im Systematisierungsabschnitt über die historische Entwicklung der Lichttheorien bewußtgemacht, daß die Erkenntnis durch die wechselseitige Beziehung zwischen Theorie und Praxis immer weiter voranschreitet, sich der absoluten Wahrheit ständig nähert und daß somit die Welt erkennbar ist.

Diese Problematik ist auch Gegenstand des Staatsbürgerkundeunterrichts. Dort werden u. a. die Themen "Die Grundfrage der Philosophie und ihre wissenschaftliche Beantwortung" und "Grundkenntnisse der materialistischen Dialektik" behandelt. Dem Staatsbürgerkundeunterricht werden durch philosophische Einflechtungen und Hinweise wesentliche Fakten bereitgestellt. Von seiten des Physikunterrichts wird hierzu z. B. herausgearbeitet, daß die Lichtwellen durch zwei sich widersprechende Modelle erfaßbar sind. Zwischen dem Wellenmodell und dem Teilchenmodell besteht der allgemeine dialektische Widerspruch zwischen Kontinuität und Diskontinuität.

1.1. Welleneigenschaften des Lichtes 18 Std.

1.1.1. Wiederholung und Erweiterung der Grundbegriffe der Wellenlehre (5 Std.)

Begriff der Welle¹

Zusammenhang zwischen Schwingung und Welle

Transversal- und Longitudinalwellen

Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen $v = \lambda \cdot f$

Huygenssches Prinzip, Elementarwelle

Brechungsgesetz

Überlagerung von Wellen, Interferenz

Gangunterschied

Stehende Wellen

Reflexion einer Seilwelle am losen und festen Ende,
Verallgemeinerung auf die Reflexion beliebiger Wellen
am dünneren und dichteren Medium

Phasensprung

¹ Die Stoffe, die im Physikunterricht der Klassen 6 bis 10 bereits so weit behandelt wurden, daß sie im Unterricht der Klassen 11 und 12 nur wiederholt, nicht aber neu eingeführt werden, sind in den einzelnen Stoffgebieten dieses Lehrplans durch Einrückung gekennzeichnet.

Demonstrationsexperimente

Darstellen von transversalen und longitudinalen Wellen mit einer größeren Zahl gekoppelter Oszillatoren und mit Schraubenfedern

Ausarbeitung und Reflexion von Seilwellen

Demonstrationen zum Huygensschen Prinzip mit Wasserwellen

Beugung und Interferenz von Wasserwellen

Wichtige Schülertätigkeiten

Erörtern verschiedener physikalischer Größen, deren zeitliche Änderung eine Schwingung bzw. deren zeitliche und örtliche Änderung eine Welle ergibt

Beschreiben der gemeinsamen und unterschiedlichen Merkmale von Transversal- und Longitudinalwellen

Zusammenstellen der Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Kenngrößen und Eigenschaften von Schwingungen und Wellen

Graphisches Beschreiben von Schwingungen und Wellen im zweidimensionalen Koordinatensystem

Unterscheiden der graphischen Darstellungen von Schwingungen und Wellen

Graphisches Darstellen der Überlagerung von Wellen

Deuten graphischer Darstellungen von Schwingungen bzw. Wellen

1.1.2. Interferenz des Lichtes durch Beugung (5 Std.)

Kohärenz des Lichtes

Interferenz durch Beugung am Doppelspalt

Herleitung der Beziehung für die hellen Streifen bei der Beugung am Doppelspalt

$$\frac{n \cdot \lambda}{a} = \frac{s_n}{e_n}$$

Interferenz durch Beugung am optischen Gitter

Experimentelle Bestimmung der Wellenlänge des Lichtes

**Gegenüberstellen des Beugungsspektrums und des Dispersions-
spektrums**

Optisches Spektrum: Ultrarot, sichtbares Gebiet, ultraviolett

**Beispiele zur Anwendung des ultraroten und ultravioletten
Lichtes in Medizin, Technik und Militärwesen**

**Beugung von Röntgenwellen am Kristallgitter und das
Laue-Diagramm**

**Bemerkung: Die Schüler sind nur mit dem Prinzip der Versuchs-
anordnung nach M. v. Laue und der damit erkannten
Beugung von Röntgenwellen bekanntzumachen.**

Demonstrationsexperimente

Interferenz durch Beugung natürlichen Lichtes am Doppelspalt

**Interferenz durch Beugung von monochromatischem Licht und von
Glühlicht am optischen Gitter**

Nachweis des ultraroten und des ultravioletten Lichtes

Schülerexperimente

**Erzeugung eines Beugungsspektrums, Bestimmung der Wellenlänge
des Lichtes**

Wichtige Schülertätigkeiten

**Übertragen des Wellenbildes der Ausbreitung mechanischer
Schwingungen auf das Licht**

**Beachten des Unterschiedes zwischen objektiv-realem Vorgang
und Modellvorstellung**

Vergleichen von Beugungs- und Dispersionsspektren

1.1.3. Interferenz des Lichtes durch Reflexion (4 Std.)

Möglichkeit der Herstellung des Gangunterschiedes interferierender Wellenzüge durch eine planparallele Platte und eine Keilplatte

Anwendung der Interferenz an dünnen Schichten:

Reflexminderung durch oberflächenvergütete optische Linsen

Interferenzfilter

Erläuterungen des prinzipiellen Aufbaus eines Interferometers

Demonstrationsexperiment

Interferenzversuch an einer dünnen Glimmerplatte (Pohlsoher Interferenzversuch)

Erzeugung von Newtonschen Ringen

Schülerexperimente

Interferenz an einer Seifenwasserhaut bei monochromatischem und natürlichem Licht

Wichtige Schülertätigkeiten

Anwenden der Begriffe Gangunterschied und Phasensprung zur Erklärung der Interferenz an dünnen Schichten

Berechnen von Gangunterschieden und Schichtdicken

Übertragen der Erkenntnisse der Interferenz an einer dünnen Flüssigkeitsschicht auf eine dünne Luftschicht

1.1.4. Linearpolarisiertes Licht (4 Std.)

Begriff des linearpolarisierten Lichtes

Licht als Transversalwelle

Polarisation durch Reflexion und Brechung

Brewstersches Gesetz

Polarisation durch Doppelbrechung am Beispiel des Kalkspats

Polarisation durch Filter

Drehung der Schwingungsebene des polarisierten Lichtes durch optisch aktive Stoffe

Hinweis auf die Spannungsdoppelbrechung und ihre Anwendung bei Belastungsprüfungen von Werkstücken

Demonstrationsexperimente

Polarisation durch Filter

Polarisation des Lichtes durch Reflexion an unbelegten Glas-
spiegeln

Polarisation des Lichtes durch Brechung (Glasplattensatz)

Doppelbrechung an einem Kalkspatkristall

Drehung der Polarisationssebene durch eine Zuckerlösung

Spannungsdoppelbrechung

Schülerexperimente

Untersuchen der Polarisation beim reflektierten Licht

Bestimmen des Polarisationswinkels

1.2. Welleneigenschaften von Elektronen

3 Std.

Das Doppelspaltexperiment mit Teilchen und Wellen
(Gedankenexperiment)

Interferenzen mit Elektronenstrahlen

Das Elektronenmikroskop

Gegenüberstellen der Wirkungsweise eines Lichtmikroskops und
eines Elektronenmikroskops

Materiewellen

Hinweis auf das Werk von de Broglie

Berechnen von Wellenlängen für Elektronen verschiedener Ge-
schwindigkeiten

Demonstrationsexperiment

Wirkungsweise eines Feldelektronenmikroskops

1.3. Quanteneigenschaften des Lichtes

6 Std.

Der äußere lichtelektrische Effekt

$$\text{Einsteinsche Gleichung } h \cdot f = \frac{1}{2} m_e \cdot v^2 + h \cdot f_G$$

Energetische Betrachtung mit der Einsteinschen Gleichung

Das Plancksche Wirkungsquantum

Die Energiestufen der Elektronenhülle des Atoms

Anregung von Atomen durch Elektronenstoß

Franck-Hertz-Versuch

Termdarstellung von Linienspektren

Spontane Emission

Induzierte Emission und Absorption, Laser

Verwendung des Lasers in Forschung und Produktion

Bemerkung: Das Plancksche Wirkungsquantum ist vom Fotoeffekt her einzuführen

Demonstrationsexperimente

Herauslösen von Elektronen aus einer Metallplatte durch Röntgenstrahlen bzw. UV-Licht

Funktionsweise einer Fotozelle

Bestimmung des Planckschen Wirkungsquantums mittels des Fotoeffekts

Wichtige Schülertätigkeiten

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf die Vorgänge beim Fotoeffekt

Berechnen von Energiequanten

Deuten von möglichen Energieübergängen in der Atomhülle mit Hilfe von Termschemen

1.4. Modelle für die Atomhülle

5 Std.

Das Bohrsche Atommodell (Wiederholung)

Wissenschaftliches Werk und humanistische Haltung von Niels Bohr

Die Grenzen des Bohrschen Atommodells
Ausblick auf das quantenmechanische Atommodell

Mit den folgenden Themen werden die Schüler nur bekannt gemacht:

Folgerungen aus den Erkenntnissen über Materiewellen auf die Bewegung der Elektronen der Atomhülle
Existenz diskreter Energiebeträge und bestimmter davon abhängiger Schwingungszustände bei der Bewegung eines Elektrons
Aufenthaltswahrscheinlichkeit der Elektronen innerhalb eines bestimmten Bereiches

Bemerkung: Die Kenntnisse aus dem Chemieunterricht der Klasse 9 und aus dem Physikunterricht der Klasse 10 über das Atommodell werden wiederholt, ohne daß dabei eine mathematische Formulierung der Bohrschen Postulate und eine mathematische Berechnung beim Wasserstoffatom vorgenommen wird.

Bei der Betrachtung des quantenmechanischen Atommodells sind die Kenntnisse aus dem Chemieunterricht der Klasse 11 heranzuziehen. Dort wurde der Orbitalbegriff als Aufenthaltsbereich von Elektronen eines bestimmten Energiegehalts erklärt (quantenmechanisches Atommodell).

Im Physikunterricht werden die Vorgänge in der Atomhülle durch das Modell einer räumlichen Schwingung gedeutet. Das wird durch eine zweidimensionale Betrachtung (Chladnische Klangfiguren) vereinfacht erläutert. Hervorzuheben ist, daß es für die Elektronen verschiedene Energiezustände gibt und daß zu jedem Energiebetrag eine spezielle Schwingungsform gehört. Durch die Einführung des Begriffs der Aufenthaltswahrscheinlichkeit wird der Bezug zu dem im Chemieunterricht benutzten Atommodell hergestellt.

Demonstrationsexperimente

Schwingungszustände einer Saite oder eines Stabes

Schwingungszustände einer Platte (Chladnische Klangfiguren)

Wichtige Schülertätigkeiten

Analytisches Vergleichen von Modellvorstellungen über das Atom

1.5. Überblick über die historische Entwicklung der Lichttheorien (Wiederholung und Systematisierung) 2 Std.

Auffassungen von Newton und Huygens über das Licht

Messung der Lichtgeschwindigkeit durch Fizeau und Foucault

Versuche zum Wellenmodell des Lichtes (Beugung, Interferenz, Polarisation)

Hinweis auf die Theorie der elektromagnetischen Wellen von Maxwell und deren Nachweis durch H. Hertz (anknüpfen an Klasse 10)

Anwendung der Ergebnisse der Quantentheorie auf das Licht durch Einstein

de Broglie und die Materiewellen

Wissenschaftliches Werk und humanistische Haltung von Max Planck und Albert Einstein

Bemerkung: In diesem Abschnitt werden die Kenntnisse über das Licht in einer historischen Betrachtung systematisiert. Den Schülern bekannte Einzelfakten sind in den historischen Rahmen einzuordnen. Dabei sind die Wechselwirkung zwischen Theorie und Praxis, das Voranschreiten der Erkenntnis und die Erkennbarkeit der Welt zu verdeutlichen.

Wichtige Schülertätigkeiten /

Erklären der Reflexion und der Brechung des Lichtes mit dem Huygensschen Prinzip

Beschreiben verschiedener Methoden zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

Referieren über Leben und Werk von M. Planck und A. Einstein
Systematisieren von Versuchen zur Begründung der Welleneigenschaften und Teilcheneigenschaften des Lichtes

Nachweisen der Dialektik von Kontinuierlichem und Diskretem am Beispiel des Lichtes

2. Kinetische Gas- und Wärmetheorie; Hauptsätze der Wärmelehre

26 Stunden

In den Klassen 6 und 8 haben die Schüler einige Begriffe aus der Wärmelehre kennengelernt.

Es ist notwendig, zunächst einige Grundbegriffe zu wiederholen. Daran schließt sich - auch als Vorleistung für den Chemieunterricht - eine Wiederholung, Vertiefung und Erweiterung der Kenntnisse über das Verhalten des idealen Gases bei Änderung der Zustandsgrößen an. Die Wiederholung beginnt mit der Betrachtung der Vorgänge der Ausdehnung fester und flüssiger Körper, woran sich die Behandlung der Ausdehnung von Gasen anschließt. Hierbei muß eine Verallgemeinerung des Temperaturbegriffes (Kelvintemperatur) erfolgen. Aus den Gesetzen für isotherme und isobare Zustandsänderungen kann die allgemeine Zustandsgleichung hergeleitet werden.

Danach ist deduktiv nachzuweisen, daß auch das bisher nicht genannte Gesetz für isochore Zustandsänderungen in der allgemeinen Zustandsgleichung enthalten ist.

In der Wärmelehre werden beide im Vorwort genannten Leitlinien berücksichtigt. Im Abschnitt über die kinetische Gas- und Wärmetheorie werden makroskopische Erscheinungen bei Gasen durch mikrophysikalische Betrachtungen erklärt und Schlußfolgerungen gezogen. Die Leitlinie der energetischen Betrachtung wird im Abschnitt über den ersten Hauptsatz der Wärmelehre und seiner Anwendung wieder aufgegriffen.

Der 1. Hauptsatz wurde in Klasse 8 mathematisch in der Form $W_w = \Delta W_1 + W_m$ formuliert. Darauf kann der Chemieunterricht bei thermodynamischen Betrachtungen von Zustandsänderungen aufbauen.

An die Behandlung des 1. Hauptsatzes schließen sich Betrachtungen über Energieumwandlungen an. Der 2. Hauptsatz wird nur qualitativ behandelt. Es wird die Folgerung gezogen, daß ein Perpetuum mobile unmöglich ist.

Die bisherigen Kenntnisse über Diagramme werden durch das Arbeitsdiagramm von Wärmekraftmaschinen erweitert. Die Schüler erwerben weitere Fertigkeiten im Umgang mit Diagrammen als eine wichtige wissenschaftliche Arbeitstechnik. Die Erörterung von Arbeitsdiagrammen und des Wirkungsgrades ist der Ausgangspunkt für technisch-ökonomische Betrachtungen.

Bei der kinetischen Gas- und Wärmetheorie ist auf die methodologische Seite der Erkenntnisgewinnung einzugehen und die Bedeutung von Modellvorstellungen und Theorien für die Erkenntnis zu betonen. Es wird auf den Charakter der statistischen Gesetze eingegangen. Anknüpfend an die Kenntnisse der Schüler aus dem Stoffgebiet "Kernphysik" der Klasse 10, wird ihnen erneut bewußt gemacht, daß mit den statistischen Gesetzen Aussagen über das wahrscheinliche Eintreten von bestimmten Ereignissen gemacht werden können.

Bei der Behandlung der einzelnen Themen sind geeignete Anwendungsaufgaben zum Wärmeaustausch, zur Wärmeausdehnung, zur allgemeinen Zustandsgleichung und zu Energieumwandlungen zu lösen. Darüber hinaus sind zwei weitere Stunden dafür explizit ausgewiesen.

2.1. Die Gesetze des idealen Gases

6 Std.

Wiederholung und Erweiterung:

Molekularkinetische Betrachtungsweise
Ausdehnung fester und flüssiger Körper (qualitativ)

Der lineare und kubische Ausdehnungskoeffizient

Ausdehnung von Gasen
Kelvintemperatur
Die Zustandsgleichung des idealen Gases in der Form

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{konstant}$$

Spezialfälle der allgemeinen Zustandsgleichung:

Isotherme Zustandsänderung (Boylesches Gesetz)

Isobare Zustandsänderung (Gay-Lussacsches Volumengesetz)

Isochore Zustandsänderung (Gay-Lussacsches Druckgesetz)

Die Gaskonstante R

Die Zustandsgleichung $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$

Die molare Gaskonstante R_0 ; $R = R_0 \cdot \frac{1}{m_{\text{Mol}}}$

Bemerkung: Um den Zusammenhang mit der Volumenausdehnung von festen und flüssigen Körpern zu zeigen, ist die Gleichung

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_0}{T_0} \quad \text{umzuformen in } V_1 = V_0 (1 + \gamma \cdot \vartheta).$$

Auf die spezifische Gaskonstante ist nicht einzugehen.

Demonstrationsexperimente

Längenänderung eines Stabes

Volumenänderung einer Flüssigkeit

Untersuchung des Zusammenhanges zwischen den Zustandsgrößen Druck, Volumen und Temperatur bei Gasen

Wichtige Schülerertätigkeiten

Rechnen mit den Größengleichungen für die lineare und kubische Ausdehnung

Spezialisieren der allgemeinen Zustandsgleichung des idealen Gases für die Zustandsänderung bei konstanter Temperatur, bei konstantem Volumen und bei konstantem Druck

Umformen der Gleichung

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_0}{T_0} \quad \text{in die Gleichung } p_1 = p_0 (1 + \gamma \cdot \vartheta)$$

bzw.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_0}{T_0} \quad \text{in } V_1 = V_0 (1 + \gamma \cdot \vartheta)$$

Zuordnen der Gasgesetze zu den Zustandsänderungen

2.2. Grundlagen der kinetischen Gastheorie und Wärmetheorie

6 Std.

Makrophysikalische und mikrophysikalische Betrachtungsweise

Molekularbewegung

Diffusion bei Gasen und Flüssigkeiten

Grundvorstellungen und Grundgleichungen der kinetischen Gastheorie (anknüpfen an Klasse 6 und 8)

Erklärung des Boyleschen Gesetzes mit der kinetischen Betrachtungsweise

Geschwindigkeit der Gasmoleküle

Kinetische Energie der Gasmoleküle und Temperatur

Innere Energie

Demonstrationsexperimente

Molekularbewegung in einer Flüssigkeit bzw. in einem Gas
Kraftwirkung auf eine Fläche durch herabfallende Stahlkugeln
(Briefwaage)

Modellversuche mit dem Schüttelapparat

Diffusion von Gasen

Diffusion bei überschiichteten Flüssigkeiten

Wichtige Schülertätigkeiten

Überprüfen der Wahrscheinlichkeit, mit einem Spielwürfel eine bestimmte Ziffer zu werfen

Darstellen der Treffer in einem Trefferzahl-Gesamtzahl-Diagramm

Erklären der Vorgänge Schmelzen, Verdampfen und Sieden mit den Erkenntnissen der Molekulartheorie

2.3. Erster und zweiter Hauptsatz der Wärmelehre

12 Std.

Wiederholung und Erweiterung:

Wärmemenge, Wärmeaustausch

Wärmekapazität, Wasserwert

Umwandlung mechanischer Energie in Wärme

Umrechnungsverhältnis zwischen Energieeinheiten

Die spezifische Wärme von Gasen

Der erste Hauptsatz der Wärmelehre

Innere Energie und Arbeit bei der Expansion eines Gases

Gedankenversuch von J. R. Mayer

Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile 1. Art

Anwendung des 1. Hauptsatzes:

Adiabatische Zustandsänderung

Arbeit und innere Energie der isothermen und

adiabatischen Zustandsänderung

p-V-Diagramm des Viertakt-Otto- und des Dieselmotors

Wirtschaftlicher Wirkungsgrad

Energiediagramme (Streifendiagramme) eines Otto- und Dieselmotors sowie einer Dampfturbine

Entwicklung des Einsatzes und des Baus von Wärmekraftmaschinen in der DDR

Bedeutende Wärmekraftwerke in der DDR

Reversible und irreversible Vorgänge

Der 2. Hauptsatz der Wärmelehre (qualitativ)

Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile 2. Art

Bemerkung: Die spezifischen Wärmen von Gasen werden bei der Erklärung der Äquivalenz von mechanischer Energie und Wärme gegeben. Es werden keine Verfahren der experimentellen Bestimmung von c_p und c_v behandelt. Mit Hilfe des ersten Hauptsatzes ist nachzuweisen, daß $c_p > c_v$ ist.

Die Funktionsweisen der Motoren und der Dampfturbine sind von den Schülern selbständig zu wiederholen. Hier wird besonderer Wert auf das Lesen von Diagrammen gelegt.

Schülerexperimente

Bestimmen der Wärmekapazität eines Gefäßes

Bestimmen der spezifischen Wärme von festen Körpern

Wichtige Schülertätigkeiten

Anwenden des Energieerhaltungssatzes beim Wärmeaustausch
Darstellen der Zustandsänderungen von Gasen in p-V-Diagrammen
Herauslesen von Zustandsänderungen aus gegebenen p-V-Diagrammen
Klassifizieren der Zustandsänderungen von Gasen
Bestimmen der Arbeit eines Otto- und Dieselmotors durch Auswerten eines Arbeitsdiagrammes (Aus zählen der Fläche)
Berechnen des Wirkungsgrades vorgegebener Energieumwandlungen

2.4. Lösen weiterer Aufgaben aus dem Gebiet der Wärmelehre

2 Std.

3. Praktikum, Teil I

8 Stunden

Im Praktikum erhält der Schüler die Möglichkeit, sein Wissen anzuwenden, zu festigen, zu vertiefen und zu erweitern.

Gleichzeitig dient das Praktikum zur Vorbereitung auf eine laborpraktische Tätigkeit beim Studium bzw. in der späteren beruflichen Arbeit, denn die im Praktikum vermittelten Meßverfahren und laborpraktischen Techniken spielen bei vielen naturwissenschaftlich-technischen Messungen eine entscheidende Rolle.

Die Versuchsthemen für das Praktikum beziehen sich auf die Stoffgebiete der Klasse 11. Es sollten aber auch Experimente zur Wiederholung aus den Praktika der Klassen 9 und 10 herangezogen werden.

Im Praktikum, Teil I, werden im Anschluß an die Behandlung der Wärmelehre Versuche zu den Lichtwellen und zur Wärmelehre durchgeführt.

Zu Beginn des Praktikums sind die Schüler in zwei Stunden mit Methoden der Fehlerabschätzung vertrautzumachen. Die Begriffe absoluter Fehler, relativer Fehler und prozentualer Fehler aus dem Mathematikunterricht Klasse 7 sind zu wiederholen.

Die Berechnung der Fehler einer Summe, eines Produkts und eines Quotienten sind zu erläutern.

Dem Schüler ist die Aufgabe so zeitig zu geben, daß er sich genügend gedanklich auf die Versuchsdurchführung vorbereiten kann.

In der zur Verfügung stehenden Zeit soll die Aufmerksamkeit und die Tätigkeit des Schülers auf die Lösung der Experimental- aufgabe gerichtet sein. Er muß durch Bereitstellen von Protokollbogen, vorgefertigten Meßtabelle und anderen Hilfsmitteln zur rationellen Bearbeitung der Praktikumsaufgaben beitragen.

Vor Beginn der praktischen Arbeit sind die Schüler eingehend über Maßnahmen zum Arbeitsschutz zu belehren.

Von den nachstehenden Versuchen hat jeder Schüler mindestens vier durchzuführen:

- Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Schallwelle mit einem Resonanzrohr
- Bestimmung der Wellenlänge des monochromatischen Lichtes mit einem optischen Gitter
- Aufnahme einer Eichkurve für ein Polarimeter zur Bestimmung der Konzentration einer Zuckerlösung
- Abschätzung des Moleküldurchmessers mit der Ölfleckmethode
- Bestimmung der spezifischen Wärme einer Flüssigkeit durch Wärmeaustausch
- Bestimmung des linearen Ausdehnungskoeffizienten
- Bestimmung des Ausdehnungs- bzw. Spannungskoeffizienten für Gase
- Bestimmung des Wirkungsgrades bei der Umwandlung mechanischer Energie in Wärmeenergie
- Bestimmen des Zusammenhanges zwischen Einfallswinkel und Brechungswinkel (Herleiten des Brechungsgesetzes)

Im Abschnitt Mechanik wird eine Reihe von Begriffen und Gesetzen besonders aus Klasse 9 wiederholt, erweitert und mit Hilfe der mathematischen Kenntnisse der Differential- und Integralrechnung vertieft.

Aus dem Mathematikunterricht der Klasse 11 sind den Schülern die Begriffe "Differentialquotient" und "bestimmtes Integral" bekannt. Auf die Vektorrechnung kann noch nicht zurückgegriffen werden.

Neben der Rolle des Experiments ist den Schülern hier besonders die Bedeutung mathematischer Begriffe und Methoden für die physikalische Wissenschaft deutlich zu machen. Den Schülern ist zu zeigen, wie man physikalische Vorgänge mit Hilfe der Infinitesimalrechnung exakt mathematisch erfassen kann.

Am Anfang des Abschnittes wird das Modell "Punktmasse" (in Klasse 9 als Modell "Massenpunkt" bezeichnet) wiederholt und bei der Erweiterung und Vertiefung der mechanischen Grundbegriffe benutzt. Mit den Grundgrößen sind die zugehörigen Einheiten zu wiederholen. Beim Lösen von Aufgaben zu den einzelnen Themen soll Sicherheit im Rechnen mit Größengleichungen und im Umgang mit den Einheiten erlangt werden. Bei den Gesetzen der Bewegungslehre ist wieder das Herauslesen von physikalischen Sachverhalten aus Diagrammen zu üben. Bei der Behandlung der Bewegungsgesetze kann auf die relativistische Betrachtung von Bewegungsvorgängen eingegangen werden. Hiermit wird das dialektische Denken der Schüler gefördert, und sie erkennen, daß es keine absolute Ruhe gibt.

Bei der Behandlung des Impulses wird das Grundgesetz der Mechanik als zeitliche Änderung des Impulses dargestellt.

$$F = \frac{d(m \cdot v)}{dt} \quad m = \text{konstant}$$

Hierbei kann schon ein Hinweis darauf erfolgen, daß die Masse nicht immer konstant zu sein braucht (relativistische Massenänderung, Massenänderung einer startenden Rakete).

Die mathematische Darstellung läßt den Vektorcharakter des Impulses außer acht. Die Differentialrechnung kann nur an den Betrag angewendet werden, da das Differenzieren von Vektoren nicht behandelt wird.

Aus dem Satz von der Erhaltung des Impulses

$$\sum_{k=1}^n m_k \cdot v_k = \text{konstant}$$

wird das Trägheitsgesetz als Spezialfall gefolgert. Beide Fälle dienen dazu, die Erkenntnisse über Zusammenhänge physikalischer Gesetzmäßigkeiten in der Mechanik zu erweitern. Es sollte auch nicht versäumt werden, den Satz von der Erhaltung des Impulses und den Satz von der Erhaltung der Energie als gleichberechtigt und unabhängig voneinander gültig nebeneinander zu stellen.

Der Energieerhaltungssatz der Mechanik und der Impulserhaltungssatz finden Anwendung bei der Erarbeitung der Gesetze des elastischen und unelastischen Stoßes. Bei Beispielen zu elastischen Stoßvorgängen kann noch einmal auf die elastischen Stöße von Gasmolekülen untereinander und gegen eine feste Wand, wie sie zur Herleitung der Grundgleichung der kinetischen Gastheorie benutzt wurden, eingegangen werden.

Die Behandlung des Prinzips von Raketen bzw. Strahltriebwerken ist zur Vermittlung von militärtechnischen Fakten und für militärpolitische Überlegungen zu nutzen.

4.1. Geschwindigkeit, Beschleunigung und Bewegungsgleichungen

7 Std.

Wiederholung und Erweiterung:

Die Punktmasse

Durchschnittsgeschwindigkeit und Augenblicksgeschwindigkeit

$$v = \frac{ds}{dt}$$

Durchschnittsbeschleunigung und Augenblicksbeschleunigung

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$$

Das Grundgesetz der Mechanik $F = m \cdot a$

Bewegungen unter dem Einfluß von Kräften:

$F = 0$ (gleichförmige, geradlinige Bewegung)

$F = \text{konst.}$ (gleichmäßig beschleunigte Bewegung)

Ermittlung des Geschwindigkeit-Zeit-Gesetzes und des Weg-Zeit-Gesetzes aus der vorgegebenen Beschleunigung für den freien Fall und senkrechten Wurf nach oben und unten

$F = F(t)$ (ungleichförmige Bewegung)

Bemerkung: Der schräge Wurf wird bei Übungen im Mathematikunterricht in Klasse 12 quantitativ behandelt.

Demonstrationsexperimente

Überprüfen der Weg-Zeit-Gesetze und der Geschwindigkeit-Zeit-Gesetze der gleichförmigen und der gleichmäßig beschleunigten Bewegung

Wichtige Schülertätigkeiten

Unterscheiden von Augenblicks- und Durchschnittsgeschwindigkeiten anhand von Beispielen

Aufstellen der Bewegungsgesetze für die Beschleunigung $a = 0$, $a = \text{konst.}$ und $a = a(t)$ durch Anwendung der Integralrechnung

Deduzieren des Geschwindigkeit-Zeit-Gesetzes und des Beschleunigung-Zeit-Gesetzes durch Differentiation des Weg-Zeit-Gesetzes

Herleiten der Bewegungsgesetze für Spezialfälle aus den allgemeinen Gesetzen der gleichmäßig beschleunigten Bewegung

Aufstellen von Weg-Zeit-Diagrammen und Geschwindigkeit-Zeit-Diagrammen

Erkennen des Bewegungsablaufes aus einem gegebenen Bewegungsdiagramm

4.2. Arbeit und Leistung

4 Std.

Arbeit bei konstanter Kraft

$$W = F_s \cdot s$$

$$W = F \cdot s \cdot \cos(\alpha; s)$$

Arbeit bei veränderlicher Kraft

$$W = \int_{s_1}^{s_2} F_s \cdot ds$$

Leistung (allgemeine Definition)

$$P = \frac{W}{t} \text{ als Spezialfall}$$

Mechanische Energie (Wiederholung)

Verschiebungsarbeit und potentielle Energie

Beschleunigungsarbeit und kinetische Energie

Satz von der Erhaltung der mechanischen Energie

Bemerkung: Der Mathematikunterricht greift das Problem der Arbeit zu Beginn der Klasse 12 bei der Einführung des Skalarproduktes auf. Berechnungen der Arbeit bei veränderlicher Kraft werden am Ende der Klasse 11 im Mathematikunterricht vorgenommen. Die Auswertung von Arbeitsdiagrammen wird nur an einem Beispiel wiederholend gebracht, da das schon im Abschnitt Wärmelehre erfolgte.

Wichtige Schülertätigkeiten

Anwenden des Begriffs "bestimmtes Integral" bei Berechnungen zur mechanischen Arbeit

Systematisieren von Arbeitsdiagrammen ($F = \text{konstant}$; $F = k \cdot s$ und $F = F(s)$)

4.3. Der Impuls

7 Std.

Der Kraftstoß und der Impuls

Der Impuls als vektorielle Größe

Das Gesetz von der Erhaltung des Impulses

Fortbewegung eines Körpers durch Rückstoß auf der Erde und im Kosmos

Prinzip der Rakete und des Strahltriebwerkes und ihre Anwendung in der Luft- und Raumfahrt

Wissenschaftliches Werk von K. E. Ziolkowski

Militärtechnische Bedeutung von Raketen und modernen Kampfflugzeugen für die Verteidigung der Staaten des Warschauer Vertrages

Der zentrale elastische Stoß

Der zentrale unelastische Stoß

Demonstrationsexperimente

Impulsversuch mit Wagen gleicher Masse

Impulsversuch mit Wagen verschiedener Masse

Kugelstoßversuch

Impulsübertragung auf mehrere Pendel mit elastischen Kugeln

Wichtige Schülertätigkeiten

Begründen des Rückstoßes beim Gewehr bzw. Geschütz

Erläutern des Antriebes einer Rakete

Anwenden des Energie- und des Impulserhaltungssatzes auf den elastischen und unelastischen Stoß

Spezialisieren der Größengleichungen des elastischen Stoßes auf besondere Beispiele

Zusammentragen wichtiger Daten über die Erforschung des Weltraumes

5. Praktikum, Teil II

4 Stunden

=====

Von den nachstehenden Versuchen hat jeder Schüler mindestens zwei durchzuführen. Neben Versuchen zur Mechanik sollten auch Versuche zur Wiederholung aus früheren Stoffgebieten durchgeführt werden.

- Versuche zu den Wurfgesetzen
- Messung von Geschoßgeschwindigkeiten
- Bestimmung der Stoßkraft und Stoßdauer beim Fall einer Kugel auf eine feste Unterlage

1. Mechanik II
=====

13 Stunden

Die Begriffe der Drehbewegung werden in Gegenüberstellung zu den Begriffen der geradlinigen Bewegung erarbeitet. Die Fliehkraft ist als Trägheitskraft in einem bewegten Bezugssystem zu erklären. Berechnungen mit den Größengleichungen für die Fliehkraft sind im Zusammenhang mit einigen wichtigen Anwendungsbeispielen aus der Technik durchzuführen.

Auf die Pioniertaten der sowjetischen Raumfahrt ist bei der Behandlung der ersten und zweiten kosmischen Geschwindigkeit sowie bei der Behandlung der Zentrifuge als Trainingsgeräte für Raumfahrer einzugehen.

Die Schüler haben bisher im Physiklehrgang noch nicht den Begriff Drehmoment kennengelernt. Die Behandlung erfolgt nach Einführung des Modells "starrer Körper". Mit der Einführung des Drehmoments als vektorielle Größe werden wichtige Vorleistungen für die Behandlung des Vektorproduktes im Mathematikunterricht geschaffen.

Das Trägheitsmoment wird experimentell und mathematisch eingeführt. Auf den Drehimpuls und die Rotationsenergie wird durch Analogiebetrachtung zwischen geradliniger Bewegung und Drehbewegung geschlossen.

Für die Behandlung stehen die grundlegenden Begriffe der Differential- und Integralrechnung zur Verfügung. Auf den Vektorcharakter der physikalischen Größen Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung ist hinzuweisen. Der bisher bekannte Beschleunigungsbegriff wird durch die Definition der Beschleunigung als Quotient aus der Änderung des Geschwindigkeitsvektors und der Zeit erweitert.

Bei der Behandlung des Lehrstoffes sind vielfältige Anwendungsaufgaben zu lösen. Darüber hinaus stehen am Ende des Abschnittes drei Stunden zusätzlich zur Verfügung, um Aufgaben aus dem Gesamtgebiet der Mechanik zu lösen.

Drehwinkel

Begriff des starren Körpers

Bahngeschwindigkeit

Winkelgeschwindigkeit

Bahnbeschleunigung

Winkelbeschleunigung

Geschwindigkeit und Beschleunigung als vektorielle Größen

Radialbeschleunigung

Radialkraft

Bezugssysteme bei der Drehbewegung

Fliehkraft

Zentrifuge

Kurventüberhöhung

Berechnung der 1. kosmischen Geschwindigkeit

Das Drehmoment $M = F \cdot s \cdot \sin(\varphi; s)$

Das Drehmoment als vektorielle Größe

Das Trägheitsmoment $J = \int r^2 dm$

Bestimmung von Trägheitsmomenten durch Drehschwingungen

Berechnung von Trägheitsmomenten einfacher Körper

Der Drehimpuls

Hinweis auf den Satz von der Erhaltung des Drehimpulses

Gegenüberstellung von Begriffen, physikalischen Größen und

Gesetzen der geradlinigen Bewegung und der Drehbewegung

Demonstrationsexperimente

Untersuchen der Abhängigkeit der Fliehkraft von Winkelgeschwindigkeit, Radius und Masse

Modell einer Zentrifuge

Nachweis des Gleichgewichts der Radialkräfte eines rotierenden Systems

Modellversuch zur Abplattung der Erde

Oberfläche einer rotierenden Flüssigkeit

Bestimmen von Drehmomenten

Bestimmen des Trägheitsmomentes eines Reifens mit dem Müller-schen Reifenapparat

Bestimmung des Trägheitsmomentes aus Drehschwingungen mit der Drehmomentenwaage

Nachweis des Satzes von der Erhaltung des Drehimpulses

Schülerexperimente

Bestimmen von Drehmomenten am Hebel und an der Momentenscheibe

Wichtige Schülertätigkeiten

Übertragen der Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung auf die Drehbewegung

Unterscheiden verschiedener Bezugssysteme (ruhesendes und mitbewegtes System)

Aufstellen weiterer Größengleichungen für die Fliehkraft unter Benutzung der Größen ω , T und f

Berechnen der Umlaufzeiten und Bahngeschwindigkeiten künstlicher Satelliten

Aufstellen einer Tabelle zur Gegenüberstellung der Größen der geradlinigen Bewegung und der Drehbewegung

1.2. Wiederholung und Lösung von weiteren Aufgaben aus dem Gebiet der Mechanik 3 Std.

2. Felder 33 Stunden
=====

In diesem Abschnitt wird entsprechend der Leitlinie der strukturellen Betrachtung der Feldbegriff in den Vordergrund gestellt.

Zuerst wird eine allgemeine Definition des Begriffes "Feld" gegeben. Dann wiederholen die Schüler ihre Kenntnisse aus Klasse 9 über das erste und zweite Keplersche Gesetz, das Gravitationsgesetz und das Gravitationsfeld. Sie lernen das dritte Keplersche Gesetz kennen. Dabei werden weitere Probleme der Weltraumfahrt behandelt und die Erfolge der sowjetischen Wissenschaftler, Techniker und Kosmonauten gewürdigt.

Die Schüler erfahren, daß die Wechselbeziehungen zwischen Körpern auf der Erde und im Weltall gleichen Gesetzmäßigkeiten unterliegen und daß sich darin die materielle Einheit des Universums zeigt.

Im Staatsbürgerkundeunterricht der Klasse 11 wurde das Gesetz des Umschlagens quantitativer Veränderungen in qualitative Veränderungen behandelt. Als Beispiel für dieses Gesetz kann bei der Diskussion der kosmischen Geschwindigkeiten die Tatsache herausgearbeitet werden, daß ein von der Erde gestarteter Körper erst nach Erreichen der ersten kosmischen Geschwindigkeit zum Erdsatelliten wird bzw. nach Erreichen der zweiten kosmischen Geschwindigkeit das Schwerfeld der Erde verlassen kann.

Anschließend werden die Kenntnisse über das elektrische Feld wiederholt und durch das Coulombsche Gesetz erweitert. Das Gravitationsgesetz und das Coulombsche Gesetz sind zu vergleichen.

Im bisherigen Physikunterricht wurde das Magnetfeld nur qualitativ behandelt. An dieser Stelle soll eine quantitative Behandlung und dabei die Einführung der Magnetflußdichte als feldbeschreibende Größe erfolgen. Die Voraussetzungen für die Anwendung der Vektorrechnung sind durch den Mathematikunterricht gegeben.

Es erfolgt die Einführung der Lorentzkraft. Als deren Anwendung werden die Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons und die Kreisbeschleuniger behandelt. Dabei ist auf die relativistische Massenänderung hinzuweisen. Im Zusammenhang mit der Schilderung moderner Beschleunigungsanlagen, die Ausmaße riesiger Industriewerke haben, ist die Tatsache herauszuarbeiten, daß die Aufwendungen an Investitionen für derartige Anlagen die Möglichkeiten kleinerer Länder übersteigen und daß die sozialistischen Länder in Dubna ein gemeinsames Forschungszentrum errichtet haben.

Neben der Größe \mathcal{J} wird auf die zweite, das magnetische Feld beschreibende Größe, die magnetische Feldstärke \mathcal{H} , eingegangen. Mit dem Zusammenhang zwischen \mathcal{J} und \mathcal{H} werden das Verhalten und die Eigenschaften von Stoffen im Magnetfeld phänomenologisch beschrieben. Dabei ist die Bedeutung der Anwendung magnetischer Werkstoffe in modernen elektronischen Geräten und Anlagen zu erläutern.

Entsprechend der Leitlinie der energetischen Betrachtung werden, wie bereits in den Klassen 8 und 9, elektrische und magnetische Felder als Träger von Energie gekennzeichnet.

Die Kenntnisse über den Induktionsvorgang werden wiederholt, das Induktionsgesetz wird hergeleitet.

Den Schülern ist anhand einiger Beispiele bei der zusammenfassenden Betrachtung über das Gravitationsfeld, das elektrische und das elektromagnetische Feld die Einheitlichkeit der Erscheinungsform Feld bewußtzumachen.

2.1. Der Begriff des Feldes 1 Std.

2.2. Das Gravitationsfeld 6 Std.

Wiederholung und Erweiterung:

Das erste und zweite Keplersche Gesetz

Das Gravitationsgesetz

Das Gravitationsfeld

Das dritte Keplersche Gesetz

Feldstärke des Gravitationsfeldes

Arbeit im Gravitationsfeld

Berechnung der Geschwindigkeiten von Erdsatelliten auf Kreisbahnen

Die 2. kosmische Geschwindigkeit

Die 3. kosmische Geschwindigkeit

Wichtige Schülertätigkeiten

Berechnen von Kenndaten künstlicher Satelliten mit Hilfe der Keplerschen Gesetze und der Newtonschen Bewegungsgesetze (Nachweis der materiellen Einheit der Welt)

Sammeln und Ordnen von Kenndaten wichtiger kosmischer Flugkörper

Berechnen der Masse von Himmelskörpern

2.3. Das elektrische und das elektromagnetische Feld

26 Std.

2.3.1. Die quantitative Beschreibung des elektrischen Feldes

(6 Std.)

Wiederholung und Erweiterung:

Die Entstehung eines elektrischen Feldes

Das modellhafte Beschreiben eines Feldes mit Kraftlinien

Die elektrische Feldstärke als vektorielle Größe

Der Betrag der elektrischen Feldstärke für das homogene elektrische Feld

Das elektrische Feld einer Punktladung

Das Coulombsche Gesetz

Die Energie des elektrischen Feldes dargestellt durch die Größen ϵ und ζ beziehungsweise C und U

Die Beschleunigung geladener Teilchen im Linearbeschleuniger
Prinzip der Bestimmung der Elementarladung nach Millikan

Bemerkung: Der Faktor $\frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0}$ im Coulombschen Gesetz ist zu geben.

2.3.2. Die quantitative Beschreibung des elektromagnetischen Feldes

(12 Std.)

Wiederholung:

Die Entstehung eines elektromagnetischen Feldes

Die Darstellung eines elektromagnetischen Feldes

Die Kraft auf einen stromführenden Leiter im Magnetfeld

Die magnetische Induktion \mathcal{B} (Magnetflußdichte) als vektorielle Größe zur Beschreibung des Feldes

Die Lorentzkraft

Verfahren der experimentellen Bestimmung der spezifischen Ladung eines Elektrons (nach Schuster)

Prinzipieller Aufbau und die Wirkungsweise des Zyklotrons und des Synchrozyklotrons

Die magnetische Feldstärke im Inneren einer Spule
Die Energie des magnetischen Feldes dargestellt durch die
Größen \mathcal{E} und μ beziehungsweise L und I
Der Zusammenhang zwischen \mathcal{E} und \mathcal{H}
Die Permeabilität
Ferromagnetismus
Diamagnetismus
Paramagnetismus
Beispiele für magnetische Werkstoffe in modernen elektronischen
Geräten und Anlagen und ihre Bedeutung für die Verwirklichung
der wissenschaftlich-technischen Revolution

Bemerkung: Die Gleichungen für die magnetische Induktion und
die Lorentzkraft sind vektoriell zu schreiben.

2.3.3. Die elektromagnetische Induktion (6 Std.)

Erscheinung der Induktion

Induktion in bewegten Leitern

Induktion in ruhenden Leitern

Der Zusammenhang zwischen verrichteter Arbeit im Magnetfeld
und induzierter Spannung

Der magnetische Fluß

Das Induktionsgesetz in differentieller Schreibweise

Das Lenzsche Gesetz

Wirbelströme

Technische Ausnutzung der Wirbelströme und ihre Verhütung

2.3.4. Der Vergleich physikalischer Felder, ihrer Eigenschaften und ihrer Beschreibungsformen (2 Std.)

Das Feld als Strukturform der Materie

Gemeinsame und unterschiedliche Merkmale der verschiedenen
Felder

Die physikalische Theorie der Felder und ihr Verhältnis zur objektiven Realität

Der erkenntnistheoretische Charakter der Modellvorstellungen

Demonstrationsexperimente

Veranschaulichung verschiedener Formen elektrischer Felder

Kraftwirkungen zwischen elektrischen Ladungen

Nachweis des Coulombschen Gesetzes

Modell eines Linearbeschleunigers

Kraftwirkungen auf stromführende Leiter im Magnetfeld

Bestimmung der spezifischen Ladung eines Elektrons durch

Ablenkung eines Elektronenstrahls im Magnetfeld (Versuch nach Schuster)

Abhängigkeit des Spannungsstoßes von der Änderung der magnetischen Induktion \mathcal{E} und der Änderung der Windungsfläche

Bestätigung des Lenzschen Gesetzes

Wichtige Schülertätigkeiten

Sammeln und Ordnen von Kenndaten moderner Teilchenbeschleuniger

Anwenden des Energieerhaltungssatzes bei der Erklärung der elektromagnetischen Induktion

Gegenüberstellen der Größen des magnetischen und des elektrischen Feldes

Analysieren der Dialektik von Kontinuierlichem und Diskretem am Beispiel der Strukturformen der Materie Feld und Stoff

Unterscheiden von Definition und Gesetz (z. B. Selbstinduktion L und Induktionsgesetz)

3. Aus der speziellen Relativitätstheorie

8 Stunden

(mit diesem Abschnitt werden die Schüler nur bekannt gemacht)

Nach einer Gegenüberstellung verschiedener Bezugssysteme lernen die Schüler die klassische Addition von Geschwindigkeiten und die Galileitransformation kennen. Mit der Beschreibung des Michelson-Versuches und dessen Auswertung wird die Unabhängigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes vom Inertialsystem erarbeitet. Der Michelson-Versuch macht den Schülern

deutlich, daß in der Physik über die Richtigkeit einer Behauptung das Experiment entscheidet. Aus der Tatsache der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit wird gefolgert, daß die Zeit und die Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse relativ sind. Die Schüler erkennen in der Lichtgeschwindigkeit eine Grenzgeschwindigkeit

Die Lorentz-Transformation ist den Schülern zu geben. Zeitdilatation und Längenkontraktion sind herzuleiten und zu diskutieren. Auch auf die Massenänderung und die Masse-Energie-Beziehung ist einzugehen. Die Massenänderung bei beschleunigten Teilchen in Beschleunigern wird als experimenteller Beweis herangezogen.

Den Schülern ist bewußtzumachen, daß die Aussagen der klassischen Mechanik in denen der speziellen Relativitätstheorie enthalten sind.

In der Art der Darstellung soll zum Ausdruck kommen, wie in der naturwissenschaftlichen Forschung durch kritische Auswertung zweckmäßig ausgewählter Versuche und durch logisches, in mathematischen Formulierungen präzisiertes Denken neue Erkenntnisse gewonnen und gesichert werden.

Zu jeder Aussage ist der Gültigkeitsbereich anzugeben. So ist z. B. herauszustellen, daß die Galileitransformation für kleine Relativgeschwindigkeiten gefunden wurde und nur hierfür in der Praxis gilt. Die Lorentz-Transformation ist umfassender und enthält die Galilei-Transformation als Sonderfall. Den Schülern soll das ständige Vorwärtsschreiten in der Erkenntnis der objektiven Realität bewußt gemacht werden, wobei die Aussagen der klassischen Physik als Sonderfälle weiterhin ihre Gültigkeit behalten.

Bewegte Bezugssysteme

Beschleunigte Systeme und Inertialsysteme

Galileitransformation

Relativitätsprinzip der Mechanik

Konstanz der Lichtgeschwindigkeit

Michelson-Versuch (Ziel, Aufbau und Ergebnis)

Relativität der Gleichzeitigkeit

Lorentztransformation

Ergebnisse der speziellen Relativitätstheorie

Zeitdilatation

Längenkontraktion

Addition von Geschwindigkeiten

Massenänderung (Ruhemasse und Impulsmasse)

Masse-Energie-Beziehung

Ergebnisse der klassischen Physik als Spezialfälle der relativistischen Physik

Philosophisch-weltanschauliche Folgerungen aus der speziellen Relativitätstheorie

Dialektisch-materialistische Auffassung von Raum und Zeit

Dialektische Einheit von Masse und Energie

Beziehungen zwischen klassischer und moderner Physik

Bemerkung: Aus diesem Stoffgebiet gehören die Kenntnisse über die Massenänderung (Ruhemasse und Impulsmasse) und die Masse-Energie-Beziehung im Gegensatz zu den anderen Themen zum reproduzierbaren Wissen der Schüler.

Wichtige Schülertätigkeiten

Entwickeln des Additionsgesetzes der Geschwindigkeit aus der Galileitransformation

Entwickeln des Additionsgesetzes der Geschwindigkeit aus der Lorentztransformation

Interpretieren der Zeitdilatation und der Längenkontraktion

4. Der Energieerhaltungssatz

10 Stunden

=====

Eine Leitlinie im gesamten Physiklehrgang ist die der energetischen Betrachtungsweise. Bei den verschiedensten Erscheinungen und Vorgängen wurden im Physik- sowie im Chemie- und Biologieunterricht energetische Überlegungen angestellt. Die Kenntnisse über Energie und Energieumwandlungen werden im vorliegenden Abschnitt zusammengefaßt und systematisiert.

Im Mittelpunkt stehen die Energiebilanzen bei Kernprozessen und wirtschaftspolitische Fragen der Energieversorgung in Gegenwart und Zukunft. Insbesondere muß auf die Struktur der

Energieträger und auf die Vorhaben zur Sicherung des ständig wachsenden Energiebedarfs in der Deutschen Demokratischen Republik eingegangen werden. Hierbei sind die Leistungen unserer Werktätigen und die enge freundschaftliche und erfolgreiche Zusammenarbeit aller sozialistischen Länder zu würdigen.

Im Zusammenhang mit der Atomkernenergie sind die führenden Leistungen der Sowjetunion beim wirtschaftlichen Einsatz dieser Energieform und die wissenschaftlich-technischen und ökonomischen Anstrengungen der Sowjetunion und der sozialistischen Länder zur Sicherung der militärischen Überlegenheit in der atomaren Waffentechnik zu verdeutlichen.

Neben den wissenschaftlichen Leistungen der Atomphysiker ist die Haltung einiger Atomwissenschaftler wie z. B. von Otto Hahn und J. R. Oppenheimer gegen die Atomkriegsgefahr zu würdigen.

Die Interpretation der Masse-Energie-Beziehung wird für die weltanschauliche Bildung und Erziehung genutzt. Den Schülern werden an den Beispielen der Paarzerstrahlung und der Paarerzeugung die Strukturformen der Materie Stoff und Feld mit ihren dominierenden Eigenschaften Masse und Energie verdeutlicht.

Hierbei muß gezeigt werden, daß dabei stoffliche Materie in feldförmige und umgekehrt verwandelt wird. Mit diesen Betrachtungen wird die im Staatsbürgerkundeunterricht behandelte Unerschaffbarkeit und Unzerstörbarkeit der Materie weiter belegt und verdeutlicht.

Am Schluß des Abschnitts erhalten die Schüler einen Überblick über einige Erhaltungssätze der Physik.

Wiederholung aus Klasse 6 bis 11:

Begriff der Energie

Formen der Energie und ihre gegenseitige Umwandlung
Satz von der Erhaltung der Energie

Umrechnungen zwischen den Einheiten der mechanischen, elektrischen und Wärmeenergie

Das Streben nach Erhöhung des Wirkungsgrades bei der Energieumwandlung in der Technik

Energiebilanz bei Kernreaktionen:
Bindungsenergie und Bindungsenergiekurve
Bindungsenergie und Massendefekt
Kernspaltung
Kernfusion und andere thermonukleare Reaktionen
Masse-Energie-Beziehung bei der Paarerzeugung und
Paarerzeugung
Überblick über Energiequellen und Energieversorgung in
Gegenwart und Zukunft
Hauptentwicklungstendenz der Energieversorgung in der DDR
Systematisierung einiger Erhaltungssätze der Physik:
Energieerhaltungssatz, Impulserhaltungssatz,
Drehimpulserhaltungssatz, Ladungserhaltungssatz

Wichtige Schülerleistungen

Ordnen und Vergleichen von Energieumwandlungen bei gegebenen
Vorgängen aus der Natur und Technik
Umrechnen von Energiebeträgen bei Umwandlungsbeispielen von
einer Energieeinheit in eine andere
Berechnen von Bindungsenergien beim Aufbau von Elementen
Berechnen des Massendefektes bei der Spaltung von Uran 235
und bei der Fusion von Wasserstoff zu Helium
Berechnen der auftretenden Energie bei der Zerstrahlung
eines Elektrons und Positrons
Zusammenstellen und Systematisieren von Energiequellen
der Gegenwart und der Zukunft

5. Regelungen

7 Stunden

In diesem Abschnitt sollen unter physikalisch-technischer
Sicht einige Gesetzmäßigkeiten aus dem Gebiet der elektrischen
Leitungsvorgänge, der Pneumatik und der Elektrotechnik wieder-
holend behandelt werden. Gleichzeitig dient er dazu, die Schü-
ler, anknüpfend an Kenntnisse und Fähigkeiten aus dem poly-
technischen Unterricht und dem Biologieunterricht, mit weite-
ren Problemen von Regelungen vertraut zu machen. Im polytechni-
schen Unterricht der Klasse 9 sind Kennzeichen, Wirkungskette

und Blockdarstellung der Regelung an verschiedenen Anlagen besonders aus dem Maschinenbau behandelt worden. Außerdem geht der Biologieunterricht auf Regelkreise ein. Im vorliegenden Abschnitt werden diese Kenntnisse unter Bezugnahme auf die physikalischen Grundlagen aufgegriffen.

Der Abschnitt zielt auf das Verständnis der prinzipiellen Wirkungsweise von Regelanlagen durch die Schüler ab. Er soll die Bedeutung der Regelungen für die Steigerung der Arbeitsproduktivität an Beispielen zeigen.

Es wird die Fähigkeit des funktionalen Denkens und des Lesens von graphischen Darstellungen geübt, indem die Wirkungsweise einiger Regelanlagen mit Hilfe der Sprungfunktion untersucht wird. Dabei werden die Begriffe P- und I-Regler geprägt und ihre wichtigsten Eigenschaften erläutert.

Eine Lektion zum Thema "Regelung und Kybernetik" gibt einen Ausblick und zeigt den integrierenden Charakter der neuen Wissenschaft Kybernetik.

5.1. Systematisierung wichtiger Kenntnisse über Regelungsprozesse und Anwendung physikalischer Vorgänge bei Regelungen 5 Std.

Elektronische Gleichspannungsregelung
Wirkungskette, Blockschaltbild
Regelgröße, Störgröße, Meßgröße, Stellgröße
Istwert, Sollwert als Zuordnungsbegriffe
Funktionsweise von Regelanlagen
Sprungfunktion, Übergangsfunktion
P-, I-Regler, Regelgüte, Regelabweichung
Schwingungsverhalten
Regelung, Automation und Arbeitsproduktivität

Demonstrationsexperimente

Elektronische Gleichspannungsregelung
Elektromechanische Spannungsregelung
Wasserstandsregelung mit Schwimmer, Hebel und Ventil

Wichtige Schülertätigkeiten

Aufstellen der Wirkungskette der Gleichspannungsregelanlage unter Erläuterung der zugrundeliegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten

Aufstellen eines Blockschaltbildes unter Zuordnung der Bauelemente Meßfühler, Vergleichseinrichtung, Stellglied und Regelstrecke

Zuordnung der wirksam werdenden physikalischen Größen zu den Begriffen Regelgröße, Störgröße, Meßgröße, Stellgröße, Istwert, Sollwert

5.2. Lektion: Die Bedeutung der Erforschung kybernetischer Systeme für die Beherrschung der Regelungsvorgänge in Natur, Technik und Ökonomie 2 Std.

6. Praktikum
=====

10 Stunden

Im Praktikum der Klasse 12 werden experimentelle Untersuchungen zu Themen aus verschiedenen Stoffgebieten durchgeführt und die Schüler auf die Reifeprüfung vorbereitet. Diese Vorbereitung wird umso wirksamer, je mehr Versuche aus den Vorjahren wiederholend herangezogen werden. Eine Erhöhung des Niveaus in der Durchführung und Auswertung der Versuche sollte hier in der stärkeren Selbsttätigkeit der Schüler beim Experimentieren und der kritischen Betrachtung der Ergebnisse unter Anwendung der Methoden der Fehlerabschätzung liegen.

Die Anfertigung der Protokolle muß umfangreicher mit genügend breiter Darstellung theoretischer Grundlagen zum Versuch erfolgen.

Vom Schüler ist die Versuchsdurchführung durch Bereitstellen von Protokollbogen, vorgefertigten Meßtabelle, graphischen Hilfsmitteln u. a. gut vorzubereiten, damit in der zur Verfügung stehenden Zeit die Aufmerksamkeit der Schüler vorwiegend der Lösung der Experimentalaufgabe zugewandt werden kann.

Jeder Schüler hat mindestens 5 Versuche durchzuführen:

1. Messung der Radialkraft

Abhängigkeit der Radialkraft vom Radius und von der Winkelgeschwindigkeit

2. Bestimmung von Trägheitsmomenten

(z. B. mit dem Reifenapparat)

3. Aufnahme der Entladungskurve von Kondensatoren

4. Bestimmung der Horizontalintensität der magnetischen Feldstärke

5. Versuche zum Induktionsgesetz

6. Aufnahme von Widerstandscharakteristiken

7. Bestimmung des Wirkungsgrades bei der Umwandlung elektrischer Energie in Wärmeenergie

8. Versuche mit Katodenstrahloszillographen

9. Aufbau des Modells einer pneumatischen Druckregelung eines Gasstromes und Untersuchung der Funktionsweise dieses Reglers

02 30 14-2
-,60