MINISTERRAT DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
MINISTERIUM FÜR VOLKSBILDUNG

Rahmenprogramm

**für Arbeitsgemeinschaften
der Klassen 9 und 10**

Technische Anwendungen der Physik

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN · 1978

1. Auflage
Lizenz Nr. 203/1000/78 (E)
LSV 0645
Printed in the German Democratic Republic
Satz und Druck: Druckerei Schweriner Volkszeitung II-16-8
Verlagstitelnummer 30 06 53-1

Das vorliegende Rahmenprogramm ist ab 1. September 1978 verbindliche Grundlage für die Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften in den Klassen 9 und 10.

Berlin, Dezember 1977

Dietzel
Stellvertreter des Ministers

Inhaltsverzeichnis

		Seite
Gesamtvorwort		5
Thematische Übersicht		7
Pflichtkurs:	Prinzipien der Temperaturmessung	8
Erster Wahlkurs:	Mechanische Eigenschaften von Festkörpern	14
Zweiter Wahlkurs:	Elektrische Energie und ihre Nutzung durch Motoren	20
Dritter Wahlkurs:	Grundgesetze der Optik	26

Gesamtvorwort

Im Unterricht der Arbeitsgemeinschaft „Technische Anwendungen der Physik" wenden die Schüler ihr Wissen und Können aus dem obligatorischen Physikunterricht und dem polytechnischen Unterricht auf technische Sachverhalte an und festigen und erweitern es. Anhand vieler praktischer Beispiele sollen sie erkennen, wie physikalische Erkenntnisse in der Produktion genutzt werden.

Die Schüler sollen größere Selbständigkeit beim Erkennen von Problemen, beim Entwickeln von Lösungsideen und bei der experimentellen Überprüfung der Lösungsvorschläge erlangen. Dazu sind ihre Fähigkeiten zum selbständigen Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten weiter zu entwickeln. Bei der Auswertung der Experimente sind die Fähigkeiten der Schüler zu vervollkommnen, die Ergebnisse sprachlich exakt zu formulieren und sie gegebenenfalls in Form von graphischen Darstellungen oder Gleichungen anzugeben. Zu den Ergebnissen sollten Fehlerbetrachtungen durchgeführt werden. Es ist die Gewohnheit weiter herauszubilden, mit Geräten verantwortungsbewußt umzugehen und die Arbeitsschutzbestimmungen einzuhalten.[1]

Die Schüler sind immer besser zu befähigen, geeignete Aufgaben aus der Praxis graphisch oder rechnerisch zu lösen, d. h., die Aufgaben inhaltlich zu analysieren, die geeigneten Zusammenhänge für die Lösung aufzufinden bzw. entsprechende Gleichungen selbst herzuleiten und den Lösungsweg übersichtlich darzustellen. Sie sollen in der Lage sein, Lösungswege zu begründen und festzustellen, ob die Ergebnisse physikalisch sinnvoll sind bzw. den technischen Gegebenheiten entsprechen.

Der Unterricht in der Arbeitsgemeinschaft soll sich durch eine enge Verbindung von Theorie und Praxis, von Schule und Leben auszeichnen. Dazu tragen auch Exkursionen (Betriebsbesichtigungen, Besuch technischer Museen u. a.) bei, auf denen die Schüler mit der Anwendung physikalischer Erkenntnisse in der materiellen Produktion vertraut gemacht werden können. An geeigneten Stellen sollen sie auf Entwicklungstendenzen in der Technik hingewiesen werden.

Besonderes Gewicht ist auf die selbständige Arbeit der Schüler zu legen. Die eigene experimentelle Arbeit und die Erfüllung gesellschaftlich nützlicher Arbeitsvorhaben bieten dafür eine wichtige Grundlage. Bei der Realisierung der Arbeitsvorhaben sollen die Schüler zur selbständigen Lösung theoretischer und praktischer Probleme angehalten werden. Die Arbeitsvorhaben sind so auszuwählen, daß sie das Interesse der Schüler

---

[1] Siehe: Richtlinie für den Arbeits- und Brandschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht und in der außerunterrichtlichen Arbeit auf dem Gebiet der Naturwissenschaften vom 25. Mai 1967 mit Kommentar. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1972, Bestell-Nr. 706 365 8.
Anordnung über den Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie Brandschutz im polytechnischen Unterricht der Klassen 7 bis 12 und in Arbeitsgemeinschaften mit praktisch-produktivem und naturwissenschaftlich-technischem Charakter vom 2. September 1975. In: Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung, Nr. 15/1975.

wecken und die Schüler ihre Erfahrungen aus dem naturwissenschaftlichen und polytechnischen Unterricht sowie aus anderen Lebensbereichen vielseitig anwenden können.

Gelegenheiten zur Wiederholung und komplexen Anwendung von Grundbegriffen und Gesetzen aus dem Unterricht in den Fächern Mathematik, Physik, Chemie, polytechnischer Unterricht und Staatsbürgerkunde sind zu nutzen. Außerdem sind die Schüler anzuhalten, sich für die Lösung praktischer Probleme selbständig Wissen anzueignen und ihre Fähigkeiten im Umgang mit Fachbüchern, Zeitschriften, Tabellen- und Formelsammlungen weiterzuentwickeln. Zur Ausbildung dieser Fähigkeiten sind die Schüler schrittweise an das Halten von Schülervorträgen heranzuführen.

Die Erfüllung von Aufträgen oder von Arbeitsvorhaben ist für die Erziehung zur Arbeit im Kollektiv geeignet.

Es ist die Erkenntnis zu vertiefen, daß Gründlichkeit und Ausdauer bei der Arbeit, die kritische Einschätzung der eigenen Leistungen sowie die Berücksichtigung und Achtung der Leistungen anderer wesentlich zum Erfolg gemeinsamer Tätigkeiten beitragen.

Die Schüler sollen durch die Teilnahme an der Messe der Meister von morgen, durch die Verteidigung von Arbeitsvorhaben vor dem Auftraggeber, durch Vorträge vor anderen Schülern, durch die Gestaltung von Wandzeitungen u. a. öffentlich Rechenschaft über die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in der Arbeitsgemeinschaft ablegen.

Das Rahmenprogramm enthält einen Pflichtkurs und drei Wahlkurse. Aufgrund der großen Bedeutung der Temperaturmessung in vielen Bereichen der Volkswirtschaft und der Forschung sowie der günstigen Möglichkeiten für die experimentelle Arbeit der Schüler, ist der Pflichtkurs „Prinzipien der Temperaturmessung" im Rahmen dieser Arbeitsgemeinschaft unbedingt zu behandeln. Dabei muß der Arbeitsgemeinschaftsleiter verantwortungsbewußt entscheiden, welchen Inhalt er in den Mittelpunkt der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit stellt. Für die Behandlung dieses Kurses ist etwa ein Drittel der Zeit zu planen, die der Arbeitsgemeinschaft insgesamt zur Verfügung steht. In der restlichen Zeit sind Stoffe aus einem oder mehreren Wahlkursen zu behandeln. Bei der Auswahl sollte sich der Arbeitsgemeinschaftsleiter von den unterschiedlichen territorialen Gegebenheiten, von Interessen, Neigungen und Kenntnissen der Schüler sowie vom geplanten Arbeitsvorhaben (Herstellen eines Messeexponats, Durchführen einer Schulausstellung, Instandhaltung physikalischer Geräte, Anfertigen einer Dokumentation u. a.) leiten lassen. Bei der zeitlichen Planung der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit sind für die 9. Klassen 30 und für die 10. Klassen 20 bis 25 Doppelstunden vorzusehen. Die Stoffanordnung ist so zu wählen, daß größere Vorgriffe auf den Stoff des obligatorischen Physikunterrichts vermieden werden.

Die Literaturangaben bei den einzelnen Themen sind Empfehlungen und beziehen sich auf den fachlichen Inhalt und die Experimente. Die für Schüler geeignete Literatur ist durch ein S gekennzeichnet. Sie ist entsprechend den Arbeitsaufgaben, beschränkt auf einige wenige Bücher, auszuwählen.

Thematische Übersicht

Pflichtkurs: Prinzipien der Temperaturmessung
1. Temperaturmessung mit Flüssigkeits- und Metallthermometern
2. Temperaturmessung mit Widerstandsthermometern oder Thermoelementen

Erster Wahlkurs: Mechanische Eigenschaften von Festkörpern
1. Elastizität und Plastizität
2. Festigkeit und Werkstoffprüfung

Zweiter Wahlkurs: Elektrische Energie und ihre Nutzung durch Motoren
1. Generatoren und Motoren
2. Übertragung elektrischer Energie

Dritter Wahlkurs: Grundgesetze der Optik
1. Bilderzeugung mit Linsen und Bildspeicherung im fotografischen Negativ und Positiv
2. Fernrohre und Mikroskope
3. Farben des Lichtes

Pflichtkurs: Prinzipien der Temperaturmessung

Thematische Übersicht

1. Temperaturmessung mit Flüssigkeits- und Metallthermometern
2. Temperaturmessung mit Widerstandsthermometern oder Thermoelementen

Vorbemerkungen

Die Temperatur ist eine der am häufigsten vorkommenden Meßgrößen. Ihre Überwachung oder Regelung ist praktisch in allen Industriezweigen erforderlich, z. B. für den beabsichtigten Verlauf chemischer Reaktionen, für die Gewinnung und Verarbeitung metallurgischer Erzeugnisse, für die Herstellung klimatisierter Bedingungen in Produktionsbetrieben, für den Schutz von Ofen- und Behälterwandungen vor thermischen Überlastungen, für den verlustfreien Transport und die verlustfreie Lagerung und Verarbeitung von Nahrungsgütern und für weitere Produktionsabläufe. Ausgehend von solchen Beispielen sind mit den Schülern technische und ökonomische Probleme im Zusammenhang mit der Temperaturmessung zu diskutieren. Ökonomische Probleme, die entstehen, wenn erforderliche technische Parameter nicht eingehalten werden beziehungsweise wenn die Wahl des Temperaturmeßverfahrens unzweckmäßig ist, sollten in die Diskussion einbezogen werden.

Die Schüler haben im Physikunterricht der Klasse 6 Kenntnisse über das Verhalten der Körper beim Erwärmen und Abkühlen und in Klasse 8 über die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes von Metallen und Halbleitern erworben. Darauf aufbauend werden im Abschnitt 1. die Beziehungen zwischen Temperaturänderung und Längenänderung fester Körper sowie Temperaturänderung und Volumenänderung flüssiger Körper quantitativ untersucht. Die quantitative Untersuchung der Beziehungen zwischen Temperaturänderung und Widerstandsänderung bei Metallen und Halbleitern und zwischen Temperaturänderung und Thermospannung bei Thermoelementen erfolgt im Abschnitt 2.

Es wird wiederholend darauf eingegangen, daß man Stoffeigenschaften, die sich mit der Temperatur gesetzmäßig und meßbar ändern, zur Temperaturmessung nutzen kann. In diesem Zusammenhang wird auf die Meßgrößenwandlung eingegangen. Die Schüler werden mit den allgemeinen Anforderungen an eine Temperaturmessung vertraut gemacht. Es wird erarbeitet, daß das Meßgerät bzw. der Meßfühler selbst die zu messende Temperatur annehmen müssen und die dabei benötigte Wärme unter Umständen zu beträchtlichen Meßfehlern führen kann.

Die Wahl des Meßverfahrens hinsichtlich des erforderlichen Meßbereiches, der auftretenden Meßunsicherheit, der Funktionssicherheit und der Fernübertragung der Meßdaten erfolgt entsprechend den Anforderungen des mit den Schülern zu besprechenden Produktionsprozesses.

Regeleinrichtungen sind wichtige Voraussetzungen zur Realisierung der Teil- und Komplexautomatisierung. Deshalb werden die Schüler mit dem Prinzip der Temperaturregelung (Zweipunktregelung) und deren Anwendung vertraut gemacht.

Inhalt der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit

1. Temperaturmessung mit Flüssigkeits- und Metallthermometern

Grundlagen aus dem obligatorischen Unterricht:
Temperatur, Wärmemenge, Verhalten der Körper beim Erwärmen und Abkühlen, Wärmeleitung, Wärmeströmung, Wärmestrahlung

- Ausdehnung fester und flüssiger Körper bei Erwärmung (quantitativ)
- linearer und kubischer Ausdehnungskoeffizient
- Flüssigkeitsthermometer: Aufbau, Thermometerflüssigkeiten, Eichung
  - Anwendung für Kontroll- und Vergleichsmessungen z. B. in Laboratorien, in der chemischen Industrie, in der Konservenindustrie, in der Meteorologie
  - Kontaktthermometer als Zweipunkt-Temperaturregler mit Sollwerteinstellung z. B. in Brutapparaten, industriemäßig produzierenden Großviehanlagen, Trocknungsanlagen, Gewächshäusern, Lagerhallen
- Bimetallthermometer: Aufbau, Wirkungsprinzip
  - Anwendung des Bimetallstreifens zur Zweipunkt-Temperaturregelung in Haushaltsgeräten, z. B. in Elektrobacköfen, Kühlschränken, Luftduschen, Bügeleisen
  - Bimetallstreifen in Alarmanlagen (z. B. Feuermelder)
  - Bimetallstreifen als Überstromauslöser in Motorschutz- und Leitungsschutzschaltern
- Thermograph
  - Temperaturaufzeichnung z. B. in der Meteorologie, in Laboratorien und Gewächshäusern
- Stabausdehnungsthermometer: Aufbau, Wirkungsprinzip
  - Anwendung zur Zweipunkt-Temperaturregelung in Heißwasserspeichern und Trockenschränken sowie zur Temperaturüberwachung in Vorrats- und Verarbeitungsbehältern für Flüssigkeiten, Dämpfe und Gase
- Meßgrößenwandlung bei Flüssigkeits- und Metallthermometern

- Empfindlichkeit, Meßunsicherheit, Meßbereiche von Flüssigkeits- und Metallthermometern
- Prinzip der Temperaturregelung (Zweipunktregelung)
- Volkswirtschaftliche Bedeutung der Temperaturmessung und der Temperaturregelung (z. B. für das Erzielen einer gleichbleibenden Qualität von Produktion; für materialökonomische, energetische, brand- und arbeitsschutztechnische Probleme)

Schülertätigkeiten

- Untersuchungen der Beziehungen zwischen Längenänderung und Temperaturänderung sowie zwischen Volumenänderung und Temperaturänderung (quantitativ)
- Bestimmen des linearen und kubischen Ausdehnungskoeffizienten
- Erklären der Wirkungsweise von Flüssigkeits- und Metallthermometern
- Eichen eines Flüssigkeitsthermometers
- Durchführen von Modellexperimenten zur Wirkungsweise eines Bimetall- und eines Stabausdehnungsthermometers sowie zur Temperaturregelung
- Diskutieren über die zweckmäßige Auswahl von Temperaturmeßgeräten
- Analysieren der Literatur im Hinblick auf Anwendungsmöglichkeiten von Flüssigkeits- und Metallthermometern
- Vorbereiten und Halten von Schülervorträgen

Methodische Hinweise

Als Ausgangspunkt für die Behandlung des Themas können dienen:

- Arbeitsaufträge aus Produktionsbetrieben
- Auftrag zum Bau eines Temperaturreglers
- Auftrag zum Bau des Funktionsmodells eines Thermographen
- Erkundungsaufträge über verschiedene Temperaturmeßverfahren und Temperaturschalter in Produktionsbetrieben

Von den Anwendungsmöglichkeiten in der Produktion ausgehend, werden die physikalischen Grundlagen der Flüssigkeits- und Metallthermometer experimentell erarbeitet. In diesem Zusammenhang werden der kubische Ausdehnungskoeffizient von Flüssigkeiten und der lineare Ausdehnungskoeffizient von Metallen ermittelt und für die Erklärung der Wirkungsweise und der Empfindlichkeit der jeweiligen Thermometerart genutzt. Es wird erarbeitet, daß der Meßbereich der Flüssigkeitsthermometer von der

verwendeten Thermometerflüssigkeit und der Meßbereich der Metallthermometer von der verwendeten Metallkombination abhängt. Unter Berücksichtigung von Empfindlichkeit, Meßbereich und Meßunsicherheit werden Entscheidungen über die Einsatzmöglichkeiten der Temperaturmeßverfahren in Technik und Produktion abgeleitet.

Das Prinzip der Temperaturregelung (Zweipunktregelung) kann sowohl unter Verwendung eines Kontaktthermometers als auch unter Verwendung eines Bimetallstreifens oder eines Metallthermometers experimentell erarbeitet werden.

2. *Temperaturmessung mit Widerstandsthermometern oder Thermoelementen*

Grundlagen aus dem obligatorischen Unterricht:
Temperaturabhängigkeit des Widerstandes von Metallen und Halbleitern

- Temperatur-Widerstands-Diagramme von Metallen und Halbleitern
- Widerstandsthermometer: Aufbau, Wirkungsweise, Empfindlichkeit, Anwendung zu
  - Raumtemperaturmessungen z. B. in Werkhallen, Schulen, Konzertsälen, Gewächshäusern, Kühlhäusern
    Messungen der Kühlwasser- bzw. Kühllufttemperatur, der Schmierstoff- und Abgastemperatur leistungsstarker Verbrennungsmotoren
  - Temperaturmessungen in Kühlzügen der Deutschen Reichsbahn
- Thermoelektrischer Effekt
- Thermoelektrische Spannungsreihe
- Temperatur-Spannungs-Diagramme von Thermoelementen
- Prinzip der Temperaturfernmessung
- Bedeutung der Temperaturfernmessung für automatisierte Produktionsprozesse (z. B. Anschluß an Prozeßrechner in der chemischen Industrie)
- Pyrometer
  - Anwendung zur Dauermessung der Temperatur in Anlaß-, Glüh- und Härteöfen z. B. in der Glasindustrie, in der keramischen Industrie und in Eisenhüttenbetrieben
- Meßgrößenwandlung, Meßbereiche, Meßfehler bei elektrischen Temperaturmeßverfahren

Schülertätigkeiten

- Aufnehmen und Vergleichen der Temperatur-Widerstands-Diagramme von Metallen und Halbleitern
- Aufbauen einer funktionstüchtigen Temperaturmeßeinrichtung
- Untersuchen der Abhängigkeit der Thermospannung von der Metallkombination und der Temperaturdifferenz

- Aufnehmen der Eichkurve gegebener Thermoelemente
- Aufbauen einer Anlage zur Temperaturfernmessung
- Analysieren der Literatur im Hinblick auf Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Temperaturmeßgeräten
- Berechnen des Leitungswiderstandes von Temperaturfernmeßanlagen
- Vorbereiten und Durchführen eines Schülervortrages

Methodische Hinweise

Als Ausgangspunkt für die Behandlung des Themas können dienen:

- Besuch der Meßwarte eines Großbetriebes
- Auftrag zum Bau eines Funktionsmodells zur Temperaturfernmessung

Für die Durchführung von Temperaturfernmessungen in Produktion und Technik sind Meßfühler erforderlich, die Temperaturänderungen in Strom- oder Spannungsänderungen umsetzen.

Dafür sind Widerstandsthermometer und Thermoelemente geeignet.

Die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes von Metallen und Halbleitern wird demonstriert und mit Hilfe der Teilchenbewegung erklärt. Es werden Temperatur-Widerstands-Diagramme aufgenommen und daran die unterschiedliche Empfindlichkeit von Metall- und Halbleiterwiderstandsthermometern erläutert. Auf die Bedeutung von Meßverstärkern ist einzugehen.

Ein Funktionsmodell zur Temperaturfernmessung kann entweder mit einem Widerstandsthermometer oder einem Thermoelement als Meßfühler aufgebaut werden. Bei Verwendung eines Thermoelements ist vorher die Abhängigkeit der Thermospannung von der Metallkombination und der Temperaturdifferenz experimentell zu untersuchen.

Unterrichtsmittel

- Kontaktthermometer
- Meßschieber
- Drähte (Eisen, Chromnickel, Konstantan, Kupfer) zur Herstellung von Thermoelementen
- Bunsenbrenner
- SEG Mechanik
- SEG Kalorik
- SEG Glasgeräte
- SEG Elektrik

- Dia-Reihen und Filme:
  BR 275 Temperaturmessungen
  K-F 84 Abhängigkeit elektrischen Widerstandes von der Temperatur
- Folien:
  Temperaturregelung (20 7522 56)
  Vielfachmeßgerät Multizet (25 7508 56)
  Vielfachmeßgerät Uni 7 (25 7599 56)

Literatur

	1. Autorenkollektiv:	Taschenbuch der Betriebsmeßtechnik. VEB Verlag Technik Berlin.
S	2. Curth:	Betriebsmeß- und Regelungstechnik, Teil 1, Betriebsmeßtechnik. VEB Verlag Technik Berlin.
	3. Hofmann/ Gatzmanga:	Einführung in die Betriebsmeßtechnik. VEB Verlag Technik Berlin.
	4. Holzmüller:	Technische Physik, Band II. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft. Leipzig 1977.
S	5. Liebers:	Temperaturmessungen (Reihe Automatisierungstechnik, Band 27). VEB Verlag Technik Berlin.
S	6. Richter/Schreier/ Träger/Wendt:	Elektrische Messung nichtelektrischer Größen. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1975.
S	7. Semrad/Otto:	Grundlagen der BMSR-Technik. VEB Verlag Technik Berlin.
S	8. Schäfer:	Prüftechnik/Maschinenmeßtechnik. VEB Verlag Technik Berlin.
S	9. Sprockhoff:	Physikalische Schulversuche. Achter Teil: Wärmelehre. Neunter Teil: Elektrizitätslehre II. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.
S	10.	Experimentieranleitungen. Grundlagen der Elektronik und Grundlagen der BMSR-Technik. VEB Verlag Technik Berlin.
S	11.	ABC Automatisierung. VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig.

Erster Wahlkurs: Mechanische Eigenschaften von Festkörpern

Thematische Übersicht

1. Elastizität und Plastizität
2. Festigkeit und Werkstoffprüfung

Vorbemerkungen

Die Anforderungen der Produktion, der Militärtechnik, des wissenschaftlichen Gerätebaues u. a. an die Eigenschaften von Werkstoffen haben in den letzten Jahrzehnten eine schnelle und erfolgreiche Entwicklung der Festkörperphysik bewirkt. Im Ergebnis dieser Forschungen ist es gelungen, die Eigenschaften bekannter Werkstoffe zu verbessern, sie spezifischen Anforderungen anzupassen und neue Werkstoffe zu entwickeln. Bei der Behandlung dieses Themenkomplexes wird das Ziel verfolgt, die aus dem obligatorischen Physikunterricht erworbenen Kenntnisse der Schüler über Aufbau und Struktur der Stoffe zu festigen, zu vertiefen und zu erweitern und ihnen einen Einblick in die Entwicklung der Festkörperphysik zu geben.

Im Abschnitt 1. werden die Kenntnisse über die Verformung von Körpern wiederholt. Das Hookesche Gesetz ist am Beispiel der elastischen Verformung eines Drahtes experimentell zu erarbeiten. Das Spannungs-Dehnungs-Diagramm wird teilweise experimentell aufgenommen und teilweise den Schülern vorgegeben und diskutiert. Die mit der Festigkeit zusammenhängenden Probleme werden erst im Abschnitt 2. behandelt. Das Hookesche Gesetz wird auf Beispiele angewendet. Dabei werden weitere Körper aus unterschiedlichen Stoffen (Glas, Gummi u. a.) experimentell untersucht und die Begriffe Elastizität, Plastizität, Zähigkeit, Sprödigkeit eingeführt. Die Biegung eines Festkörpers wird quantitativ behandelt.

An die phänomenologische Betrachtung der Eigenschaften von Festkörpern schließt sich ihre kristallphysikalische Deutung an. Es ist auf vorhandene Kenntnisse der Schüler über den Aufbau der Stoffe aus Teilchen aufzubauen. Die Erweiterung dieser Kenntnisse soll anschaulich mit Hilfe von Modellen vorgenommen werden. Darüber hinaus vermittelt die mikroskopische Untersuchung von Metallschliffen den Schülern ein tieferes Verständnis über den kristallinen Aufbau der Festkörper.

Im Abschnitt 2. wird vom Spannungs-Dehnungs-Diagramm ausgegangen und die Festigkeit als eine Eigenschaft des untersuchten Körpers definiert. Die Schüler lernen die Bruch- und Zugfestigkeit kennen und führen Berechnungen — auch unter Berücksichtigung des Sicherheitsgrades — durch. Die Festigkeit wird mit Hilfe des Aufbaus der Körper aus Teilchen erklärt. Die Fehlordnungen im Kristallaufbau (besonders Versetzungen) werden in einfacher modellhafter Form behandelt.

Bei der Behandlung der Werkstoffprüfung erfolgt eine Beschränkung auf Festigkeits- und Härteuntersuchungen, für die die Schüler einige Prüfverfahren kennenlernen.

Ökonomische Konsequenzen werden diskutiert, Exkursionen in ein Prüflabor oder einen Betrieb, in dem Werkstoffprüfungen durchgeführt werden, sind empfehlenswert.

Ausgehend von historischen Betrachtungen sollte den Schülern gezeigt werden, welche Tendenzen es bei der Entwicklung von Werkstoffen gibt.

Beispiele dafür können sein:

Bedeutung der Metalle für die Entwicklung der Produktivkräfte, Werkstoffe in der Bauindustrie, Entwicklung des Flugzeug-, Raketen- und Reaktorbaues, Entwicklung der Experimentier- und Meßtechnik.

Inhalt der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit

1. Elastizität und Plastizität

Grundlagen aus dem obligatorischen Unterricht:

Änderung der Form von Körpern sowie plastische und elastische Verformung unter Einwirkung einer Kraft, statische Kraftmessung, Druck- und Zugkräfte, graphisches Darstellen von Kräften, Zusammensetzung und Zerlegen von Kräften.

Aufbau der Stoffe aus Teilchen, Adhäsion, Kohäsion, Plastizität, Elastizität, Volumen- und Formverhalten der Körper

Arbeit bei elastischen Verformungen (Federspannarbeit)
Hydraulische Presse, Umformtechnik

- Spannung, Dehnung und deren Zusammenhang im Spannungs-Dehnungs-Diagramm
- Proportionalitätsgrenze, Elastizitätsgrenze
- Hookesches Gesetz, der Elastizitätsmodul und dessen Bedeutung in der Technik
- Elastische Dehnung und Biegung, Durchbiegung
  - Federung von Fahrzeugen
  - Bauteile für Brücken
  - Flugzeugtragflächen
  - Träger in Bauwerken
- Kristallaufbau der Festkörper, Raumgitter
- Wechselwirkungskräfte zwischen Kristallbausteinen, Deutung der Formelastizität und der Plastizität
- Metallschliffe: Anfertigung und mikroskopische Untersuchung

- Spanlose Formgebung als Anwendung der plastischen Deformation (vgl. Lehrplan ESP Klasse 7)
  - Schmieden, Pressen, Ziehen, Walzen
    Kalt- und Warmumformungen, Umformtechnik
- Volkswirtschaftliche Bedeutung der spanlosen Formgebung

Schülertätigkeiten

- Aufnehmen und Auswerten des Spannungs-Dehnungs-Diagramms
- Experimentelles Bestimmen eines Elastizitätsmoduls
- Lösen von Aufgaben zum Hookeschen Gesetz
- Untersuchen der Abhängigkeit der Durchbiegung vom Querschnitt und vom Profil
- Anfertigen von Metallschliffen, Untersuchung der Metallschliffflächen unter dem Mikroskop
- Anwenden der Kenntnisse über die plastische Deformation auf die spanlose Formgebung
- Beschreiben von Kristallgittertypen bei Metallen

Methodische Hinweise

Als Ausgangspunkt für die Behandlung dieses Themas können dienen:

- Untersuchung des Federungsverhaltens einer Mopedschraubenfeder
- Zusammenstellung verschiedener Federarten und Kennzeichnung ihres Einsatzes in der Technik
- Werkstoffe mit plastischen Eigenschaften als Grundlage für wichtige Industriezweige (Metallurgie, Plastverarbeitung u. a.)

Aus der Diskussion der vorstehenden Probleme begreifen die Schüler die Notwendigkeit, Werkstoffeigenschaften genau zu kennen. Diese werden zunächst experimentell untersucht. Der Kristallaufbau der Festkörper wird geometrisch anschaulich behandelt.

Durch die Einbeziehung der Biegung als Art der elastischen Verformung lassen sich viele technische Probleme (vor allem Probleme des Querschnittes von Bauteilen) diskutieren und experimentell untersuchen.

Eine große Anzahl der Experimente können als Schülerexperimente durchgeführt werden, wobei das Schülerexperimentiergerät Mechanik benutzt wird. Bei der Erzeugung hoher mechanischer Spannungen sind die Arbeitsschutzbestimmungen einzuhalten.

2. *Festigkeit und Werkstoffprüfung*

Grundlagen aus dem obligatorischen Unterricht:
Verformungen unter Einwirkung einer Kraft
Druck- und Zugkräfte
Hydraulische Presse

- Vorgänge beim Überschreiten der Fließgrenze im Spannungs-Dehnungs-Diagramm
- Festigkeit, Bruchdehnung
- Sicherheitsgrad (Bauwesen. Maschinenbau)
- Druck- und Zugfestigkeit
- Berechnungen zur Festigkeit (auch unter Berücksichtigung des Sicherheitsgrades)
- Theoretische Festigkeit eines Idealkristalls
- Fehler im Kristallaufbau, Versetzungen
- Reale Festigkeit, Möglichkeiten der Erhöhung der Festigkeit
- Bedeutung der Material- und Formfestigkeit für Konstruktionen (Metalleichtbau, chemische Industrie, Bauwesen, Raketen, Reaktorbau, Maschinenbau)
- Bedeutung der Möglichkeiten der Materialsubstitution
- Bedeutung der Werkstoffprüfung
- Härte, Messung und Härte
- Grundtypen von Werkstoffprüfmaschinen für die Zugfestigkeit, die Druckfestigkeit und die Härte

Schülertätigkeiten

- Üben des Umgangs mit Meßgeräten bei der experimentellen Bestimmung der Festigkeit verschiedener Werkstoffe
- Lösen von Anwendungsaufgaben zur Festigkeit
- Anwenden der Kenntnisse über den Kristallaufbau auf Probleme der Festigkeit
- Arbeit mit der Literatur: Beschreiben des Aufbaus und der Wirkungsweise einer Werkstoffprüfmaschine
- Auswerten von Diagrammen bzw. Meßwerten, die Prüfmaschinen liefern
- Anfertigen von Applikationen zur Veranschaulichung eindimensionaler Kristallgitter, Fehlordnungen (Versetzungen)
- Beurteilen der Bedeutung der hochfesten Werkstoffe für bestimmte Verwendungszwecke
- Begründen der Notwendigkent, Werkstoffe zu prüfen

Methodische Hinweise

Als Ausgangspunkt für die Behandlung dieses Themas können dienen:

- Sammlung von Bildern: Gebäude im Metalleichtbau
- Raketen: extreme Belastung des Materials
- Freihandversuche zur Zerreißfestigkeit verschiedener Drähte
- Verkehrswesen: Warum ist die Belastbarkeit mancher Brücken durch Verkehrszeichen gekennzeichnet?
- Exkursion in ein Werkstoffprüflabor

Ausgehend vom Spannungs-Dehnungs-Diagramm werden die Vorgänge beim Überschreiten der Fließgrenze diskutiert. Die Festigkeit wird als Eigenschaft des Werkstoffes gekennzeichnet und als ein bestimmter Spannungswert definiert. Es werden nur die Druck- und Zugfestigkeit eingeführt. Bei den Berechnungen zur Festigkeit ist auch der Sicherheitsgrad einzubeziehen. Dabei werden die Probleme des Verhältnisses von Festigkeit, Sicherheitsgrad und Materialaufwand diskutiert. Das führt zu der Erkenntnis, daß es Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung ist, die Festigkeit des Materials zu erhöhen. Die Schüler lernen als Ursache für die begrenzte Festigkeit Fehlordnungen im Kristallaufbau kennen.

Die Versetzungstheorie kann nur anschaulich — modellmäßig behandelt werden. Bei der Behandlung der Werkstoffprüfung wird auch auf ökonomische Aspekte eingegangen. Eine Exkursion in ein Prüflabor ist empfehlenswert. Wenn vorhanden, können mit Hilfe des Funktionsmodells der hydraulischen Presse viele Experimente zur Werkstoffprüfung durchgeführt werden. Härte und Festigkeit können (indirekt) gemessen und mit Tabellenwerten verglichen werden. Die Schüler haben die Möglichkeit, selbständig zu experimentieren. Über die Arbeitsweise einer Prüfmaschine kann ein Schülervortrag gehalten werden.

Unterrichtsmittel

- SEG Mechanik
- Satz Schraubenfedern
- Handelswägestücke aus Eisen
- Kombinierte Zug- und Druckkraftmesser
- Dia-Reihen und Filme:
  K-F 73 Aufbau der Stoffe
  K-F 114 Ausdehnung fester Körper beim Erwärmen

Literatur

S 1. Girke/Sprockhoff: Physikalische Schulversuche. Erster und zweiter Teil: Meßkunde, Statik und Dynamik fester Körper.
Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.

2. Grimsehl: Lehrbuch der Physik, Band I.
B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig.

S 3. Hajko: Physik in Beispielen.
VEB Fachbuchverlag Leipzig.

4. Löffler: Die Festkörperphysik im Unterricht unserer allgemeinbildenden Schule.
In „Physik in der Schule", Heft 5/1972.

S 5. Opitz/Dude: Aufgabensammlung zur allgemeinen Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung.
VEB Fachbuchverlag Leipzig.

S 6. Opitz/Dude: Allgemeine Werkstoffprüfung für Ingenieurschulen.
VEB Fachbuchverlag Leipzig.

7. Podgornowa/ Kondatsow: Aus der Festkörperphysik.
Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1976.

8. Recknagel: Physik, Mechanik.
VEB Verlag Technik Berlin.

9. Richter: Grundlagen der Statik und Festigkeitslehre.
VEB Verlag für Bauwesen Berlin.

10. Schulze: Metallphysik.
Akademieverlag Berlin.

11. Smirnow: Metallphysik, Wissenschaftliche Taschenbücher.
Akademieverlag Berlin.

12. Technisches Grundwissen für Lehrer der polytechnischen Oberschule.
Allgemeine Technische Grundlagen.
Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.

13. ABC Physik, Band I und II.
VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig.

Zweiter Wahlkurs: Elektrische Energie und ihre Nutzung durch Motoren

Thematische Übersicht

1. Generatoren und Motoren
2. Übertragung elektrischer Energie

Vorbemerkungen

An praktischen Beispielen vertiefen die Schüler ihre Kenntnisse aus dem obligatorischen Physikunterricht über die wechselseitige Umwandlung von mechanischer und elektrischer Energie, die Umwandlung beider Energiearten in Wärmeenergie und über den Inhalt des Energieerhaltungssatzes. Bei der Bestimmung des Wirkungsgrades von Generatoren, Motoren und Transformatoren sollen die Schüler untersuchen, wodurch dieser beeinflußt wird und wie der Anteil an ungenutzter Energie möglichst gering gehalten werden kann. Dabei sollen sie auch das Leistungsverhalten und in Abhängigkeit davon die Einsatzmöglichkeiten dieser elektrischen Maschinen näher kennenlernen.

Im Abschnitt 1. werden die Kenntnisse über den unverzweigten und verzweigten Stromkreis aus Klasse 8 und über die elekromagnetische Induktion aus Klasse 9 wiederholt und durch Behandlung des Kommutators und des Trommelankers sowie der Wirkungsweise einiger Arten von Generatoren und Motoren erweitert. Bei den theoretischen und experimentellen Arbeiten soll das konstruktive Denken geschult werden. Die Schüler bauen aus Aufbauteilen Wechsel- und Gleichstromgeneratoren mit Permanentmagnet, Fremd- und Selbsterregung auf und erklären das Wirkungsprinzip dieser Maschinen. Bei der Bestimmung der elektrischen Arbeit üben die Schüler den Umgang mit Strom-, Spannungs- und Leistungsmessern sowie mit dem Kilowattstundenzähler.

Beim Nachweis der induzierten Spannungen und ihres Verlaufs wird auch der Elektronenstrahloszillograph eingesetzt. Beim Antrieb von Maschinen durch Elektromotoren spielt das durch die Welle übertragene Drehmoment eine Rolle. Die Nutzarbeit eines Motors kann über das Drehmoment und den Drehwinkel bestimmt werden, und Drehzahl-Drehmoment-Charakteristiken können aufgenommen werden.

Im Abschnitt 2. erhalten die Schüler einen Einblick in die mit dem Energietransport verbundenen Probleme und lernen durch eigenes Experimentieren Möglichkeiten kennen, Verluste gering zu halten. Dabei werden die Kenntnisse über den unverzweigten und verzweigten Stromkreis und über die Induktion und Selbstinduktion angewandt und damit gefestigt und vertieft.

Im Zusammenhang mit der Fernleitung elektrischer Energie sollte auch auf Fragen eingegangen werden, die beim Zusammenschalten von Generatoren (Parallelbetrieb) eine Rolle spielen wie Übereinstimmung der Spannungen und der Frequenzen. Die Bedeutung des RGW-Verbundnetzes ist herauszuarbeiten. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu beitragen, das ökonomische Denken der Schüler zu fördern und sie zu sorgfältigem und sparsamem Umgang mit Energie zu erziehen.

Bei experimentellen Arbeiten ist streng darauf zu achten, daß Schüler nicht mit Spannungen über 42 Volt umgehen dürfen.

Inhalt der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit

1. Generatoren und Motoren

Grundlagen aus dem obligatorischen Unterricht:
Elektrische und mechanische Arbeit und Leistung,
unverzweigter und verzweigter Stromkreis, elektromagnetische Induktion, Lenzsches Gesetz, Generator und Motor

- Aufbau und Wirkungsweise von Generatoren, Erzeugung von Wechselspannungen, Gleichrichtung mit Kommutator (Kollektor), Fremderregung, Selbsterregung, Dynamomaschine
- Anwendung von Generatoren in Kraftwerken, Lichtmaschine im Kraftfahrzeug, Fahrraddynamo
- Aufbau und Wirkungsweise von Motoren, Wechselstromsynchronmotor, Gleichstrommotor, Haupt- und Nebenschlußmaschinen
- Drehzahlverhalten der Motoren bei verschiedenen Spannungen und Belastungen, Drehmoment
- Anwendung von Motoren als Antriebsmaschinen in Industrie und Landwirtschaft, im Haushalt, bei Kraftfahrzeugen (Starter) und als Stellmotoren bei Regeleinrichtungen
- Information über andere Möglichkeiten zur Gewinnung elektrischer Energie (z. B. MHD-Generator, Solarzellen) bzw. zur Umwandlung elektrischer in mechanische Energie (z. B. Linearmotor)

Schülertätigkeiten

- Durchführen von Experimenten zur Erzeugung von Spannung, Aufbauen von Wechselstromgeneratoren mit Permanentmagnet und Fremderregung, Entwerfen von Schaltskizzen
- Nachweisen der Wechselspannung z. B. mit Drehspulgerät (bei kleinen Frequenzen), Glimmlampe, Elektronenstrahloszillograph

- Durchführen von Experimenten zur Gleichrichtung der Wechselspannung mit Kommutator und Kollektor, Nachweisen der gleichgerichteten Spannungen
- Aufbauen von Haupt- und Nebenschlußmotoren mit verschiedenen Erregerspulen, Vergleichen der Funktionsfähigkeit, Erklären des Beobachteten
- Betreiben eines Gleichstrommotors mit Wechselstrom
- Bestimmen des Wirkungsgrades von Aufbaugeneratoren und eines Fahrraddynamos
- Bestimmen des Wirkungsgrades einiger Gleichstrommotoren bei verschiedenen Belastungen
- Durchführen von Berechnungen zum Wirkungsgrad
- Durchführen von Experimenten zur Definition des Drehmoments
- Herleiten der Beziehung $W = M \cdot \alpha$ aus $W = F \cdot s$ (Beachten der Voraussetzungen für die Gültigkeit)
- Bestimmen des maximalen Drehmoments eines Motors

Methodische Hinweise

Als Ausgangspunkt können dienen:

- Exkursion in ein Kraftwerk
- Vorführung eines Films über ein Kraftwerk
- Untersuchen der elektrischen Anlage eines Kraftfahrzeugs

Zur Erklärung der Wirkungsweise der Generatoren (z. B. Lichtmaschine) und Motoren (z. B. Starter) werden Kenntnisse über die elektromagnetische Induktion angewandt und gefestigt. Es wird dann der Aufbau dieser Maschinen genauer untersucht, wobei auf die verschiedenen Ausführungen eingegangen wird. Dazu werden Generatoren und Motoren aus Aufbauteilen zusammengestellt und diese mit industriell gefertigten in bezug auf Aufbau und Wirkungsgrad verglichen. Bei den verschiedenen Motoren (Staubsaugermotor, Experimentiermotor, Startermotor) ist herauszuarbeiten, wie bei der Konstruktion die Anforderungen beim Einsatz (z. B. Konstanz der Drehzahl, Regelbarkeit, hohe Belastbarkeit) berücksichtigt werden können. Die Experimente können, wo es möglich ist, in gleicher Front durchgeführt werden. Wenn arbeitsteilig vorgegangen wird, sollten die einzelnen Gruppen ihre Anordnungen und Ergebnisse den anderen vorstellen. Bei Motoren spielt das maximale Drehmoment eine Rolle. Wegen der Bedeutung dieser Größe auch bei anderen Maschinen kann eine Doppelstunde für die Einführung des Drehmoments verwendet werden. Die Kenntnisse können dann bei der Bestimmung von maximalen Drehmomenten von Motoren und bei der Bestimmung des Wirkungsgrades angewendet werden. Im Zusammenhang mit dem Wirkungsgrad sollen die Schüler möglichst selbständig erkennen, worin die Ursachen für den Verlust nutzbarer Energie bestehen und wie der Wirkungsgrad erhöht werden kann.

Die aufgenommene Energie von Motoren, die mit einer Spannung von 220 Volt arbeiten, kann entweder nur im Lehrerdemonstrationsexperiment ermittelt werden, oder es muß ein Kilowattstundenzähler benutzt werden, bei dessen Einsatz die Schüler nur mit Schuko-Geräteschnüren umzugehen brauchen.

2. *Übertragung elektrischer Energie*

Grundlagen aus dem obligatorischen Unterricht:
Ohmsches Gesetz, Spannungsabfall am Leiter, Widerstandsgesetz, Induktion und Selbstinduktion, Lenzsches Gesetz, elektrische Arbeit und Leistung, Wirkungsgrad

- Transformator, Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärgrößen und den Windungszahlen der Spulen bei belastetem und unbelastetem Transformator
- Fernleitung elektrischer Energie
- Anwendung des Transformatorprinzips in Industrie und Haushalt (Induktionsschmelzofen, Klingel- und Spielzeugtransformatoren, Stromversorgungsgerät, Transformator für Experimentierleuchte, Zündspule beim Kraftfahrzeug)

Schülertätigkeiten

- Aufbauen eines Modells einer Fernleitung mit hohem Leitungswiderstand und niedriger Spannung
- Durchführen von Berechnungen von Widerständen und Spannungsabfällen bei Leitungen, Anwenden des Ohmschen Gesetzes und des Widerstandsgesetzes
- Aufbauen eines Modells einer Fernleitung mit Transformatoren
- Bestimmen des Wirkungsgrades eines Aufbautransformators und eines industriell gefertigten Transformators
- Untersuchen der Abhängigkeit der Spannungen von den Windungszahlen bei Leerlauf
- Untersuchungen des Zusammenhangs zwischen den Stromstärken und den Windungszahlen bei Kurzschluß
- Untersuchen des Einflusses der Belastung auf den Zusammenhang zwischen den Spannungen und den Windungszahlen
- Erklären der Wirkungsweise des Transformators
- Durchführen von Modellexperimenten, z. B. Hochstromtransformator, Punktschweißen, Induktionsschmelzofen
- Vorbereiten und Halten eines Schülervortrages

Methodische Hinweise

Ausgangspunkte können sein:

- Fragen zum Energieverbundnetz der RGW-Staaten
- Verlustarme Übertragung elektrischer Energie

Da die elektromagnetische Induktion im obligatorischen Unterricht erst im zweiten Halbjahr der Klasse 9 zu erarbeiten ist, sollte dieser Abschnitt in der Regel nicht vorher behandelt werden.

Vorgriffe auf den Stoff der Klasse 10 (Transformator) lassen sich jedoch nicht vermeiden. Von Betriebsbesichtigungen her, aus der Schule und aus dem täglichen Leben sind den Schülern Transformatoren bekannt. Bei der Erklärung ihrer Wirkungsweise werden die Kenntnisse über die Induktion angewandt. Zur Klärung der Frage, warum die elektrische Energie über Hochspannungsleitungen transportiert wird, werden Modellexperimente durchgeführt. In diesem Zusammenhang sollte den Schülern ein Ausblick darauf gegeben werden, welche Wege in der Forschung beschritten werden, um noch effektivere Formen des Transports elektrischer Energie zu entwickeln (Supraleitung, hochgespannter Gleichstrom). Es ist auf die Einhaltung der Unfallschutzvorschriften zu achten. Schüler dürfen nicht mit Spannungen über 42 Volt arbeiten. Bei der Berechnung der Verluste werden Kenntnisse aus Klasse 8 über den unverzweigten Stromkreis und das Ohmsche Gesetz angewandt. An verschiedenen Transformatoren informieren sich die Schüler über deren Aufbau. Bei den Experimenten zum Zusammenhang zwischen Windungszahlen, Spannungen und Stromstärken werden Transformatoren aus Aufbauteilen eingesetzt, die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Belastung kann an verschiedenen technischen bzw. Aufbautransformatoren untersucht werden.

Durch Literaturstudium informieren sich die Teilnehmer der Arbeitsgemeinschaft über das Energieverbundnetz der RGW-Länder.

Unterrichtsmittel

- SEG Elektrik
- Aufbausatz LKO
- Generator-Motor-Modell
- Experimentiermotoren bzw. Spielzeugmotoren, Fahrraddynamo
- Katodenstrahloszillograph, Strom-, Spannungs- und Leistungsmesser
- Dia-Reihen und Filme:

BR	147	Grundbegriffe des Wechselstroms
K-F	108	Wasserkraftwerk
T-F	886	Elektronik – Grundlage der modernen Produktion: Erzeugung und Verteilung der Elektroenergie
T-F	888	Elektronik – Grundlage der modernen Produktion: Elekromotorische Antriebe
F	979	Elektromagnetische Induktion I

F 980 Elektromagnetische Induktion II
F 981 Elektromagnetische Induktion III
BF 439 Induktionserwärmung durch Mittelfrequenz

Literatur

S 1. Autorenkollektiv: Fachkunde Elektromaschinenbauer. VEB Verlag Technik, Berlin 1977.

2. Autorenkollektiv: Fachwissen des Ingenieurs, Band 5. VEB Fachbuchverlag Leipzig.

S 3. Autorenkollektiv: Physik in Übersichten. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.

S 4. Autorenkollektiv: Rotierende elektrische Maschinen. VEB Verlag Technik Berlin.

S 5. Autorenkollektiv: Technik und Produktion in Übersichten. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1975.

6. Autorenkollektiv: Technisches Grundwissen für Lehrer der polytechnischen Oberschule. Allgemeine technische Grundlagen. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.

S 7. Autorenkollektiv: Widerstandspunktschweißen (programmiertes Material). VEB Verlag Technik Berlin.

S 8. Fehlhauer: Der Gleichstrommotor (programmiertes Material), VEB Verlag Technik Berlin.

9. Grimsehl: Lehrbuch der Physik, Band 2. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig.

10. Recknagel: Physik. VEB Verlag Technik Berlin.

S 11. Smrz: Elektronik, leicht gemacht. Der Kinderbuchverlag Berlin.

S 12. Spanneberg: Ruhende elektrische Maschinen. VEB Verlag Technik Berlin.

S 13. Sprockhoff: Physikalische Schulversuche. Neunter Teil: Elektrizitätslehre. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.

14. Stroppe: Physik. Fachbuchverlag Leipzig.

Dritter Wahlkurs: Grundgesetze der Optik

Thematische Übersicht

1. Bilderzeugung mit Linsen und Bildspeicherung im fotografischen Negativ und Positiv
2. Fernrohre und Mikroskope
3. Farben des Lichtes

Vorbemerkungen

Die Gesetze der Optik finden in der Militärtechnik, der Industrie, der Meßtechnik, der Beleuchtungstechnik und vielen anderen Bereichen des täglichen Lebens Anwendung.

Die Schüler haben in der Klasse 6 einige Grundlagen der geometrischen Optik kennengelernt. Dabei wurden das Brechungsgesetz und die Bildentstehung an Linsen nur qualitativ behandelt. Im Abschnitt 1. werden diese Kenntnisse durch Erarbeitung des Brechungsgesetzes in seiner quantitativen Form erweitert. Das Brechungsgesetz wird empirisch (induktiv) hergeleitet. Wenn die Sinusfunktion noch nicht bekannt ist, kann gezeigt werden, daß das Verhältnis der Projektionen gleich langer Abschnitte des einfallenden und gebrochenen Strahles auf die Einfallsebene bei beliebigem Einfallswinkel gleich bleibt. Das Brechungsgesetz wird zur Erklärung des Lichtdurchgangs durch Linsen angewendet. Die Linsenformen und der Strahlenverlauf durch Linsen werden wiederholt. Die Kenntnisse über die Bildentstehung werden durch die Einführung der Linsengleichung und der Abbildungsgleichung erweitert.

Im Abschnitt 2. werden die Abbildungsgesetze auf die Erklärung optischer Geräte angewandt. Um eine hohe Anwendungsbereitschaft des Wissens zu sichern, sind einfache Berechnungen, Schülerexperimente und der Aufbau einfacher optischer Geräte durchzuführen.

Die Behandlung der optischen Geräte kann mit der Herstellung und Wiedergabe von Fotoaufnahmen verbunden werden.

Im Abschnitt 3. untersuchen die Schüler solche Eigenschaften des Lichtes, bei denen vom Wellenmodell des Lichtes abstrahiert werden kann.

Dies trifft z. B. bei der Behandlung der Dispersion des Lichtes zu.

Damit ist der Unterricht vorwiegend auf phänomenologische Betrachtungen optischer Erscheinungen orientiert.

In diesem Themenkomplex werden historische Betrachtungen durchgeführt. Die Schüler sollen dabei die Stellung der Wissenschaft Physik in den jeweiligen Gesellschaftssystemen kennenlernen. Am Beispiel der opti-

schen Industrie ist die Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Technik herauszuarbeiten. Dabei ist auch auf die Leistungen von Forscherpersönlichkeiten im Bereich der Optik einzugehen.

Wenn der Arbeitsgemeinschaftsleiter nur zwei der genannten drei Stoffgebiete behandeln will, sollte er folgende Kombinationen wählen:

Abschnitt 1. und Abschnitt 2. oder
Abschnitt 1. und Abschnitt 3.

Inhalt der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit

1. *Bilderzeugung mit Linsen und Bildspeicherung im fotografischen Negativ und Positiv*

Grundlagen aus dem obligatorischen Unterricht:
Geradlinige Ausbreitung des Lichtes, Reflexion des Lichtes, Lichtbrechung, Brechung des Lichtes beim Durchgang durch Linsen

- Brechungsgesetz (quantitativ)
- Brechkraft von Linsen bzw. Systemen dünner Linsen
- Linsengleichung für konvexe und konkave Linsen $\left(\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}\right)$
- Abbildungsmaßstab bei Abbildung durch Linsen
- Abbildungsfehler und deren Beseitigung durch Linsenkombination; Auswirkungen von Abbildungsfehlern bei der fotografischen Landschaftsvermessung
  - Herstellung und Einsatz verschiedener Objektive; optische Werke in der DDR (Jena, Görlitz, Rathenow)
- Fotoapparat und seine Funktion (Blende, Verschluß, Entfernungseinstellung, Filmmaterial, Objektive unterschiedlicher Brennweite)
  - Fotografie aus dem Kosmos z. B. zur Ermittlung der Wasserreinheit; des Feuchtigkeitsgehalts; des Reifegrades und des Schädlingsbefalls bei Kulturpflanzen; der Prozesse während der Eis- und Schneeschmelze; der geologischen Daten; des Wasserverlaufs u. a.
  - Fotografie in anderen Bereichen wie Medizin, Verkehrswesen
  - Fotografie technischer Geräte
- Aufbau und Funktion des Diaprojektors und des Vergrößerungsgerätes (Kondensor, Spiegel, Projektionslampen)
  - Herstellung von Vergrößerungen auf optischem Wege
  - optische Anreißverfahren im Schiffbau
  - optische Verfahren bei der Herstellung von Mikromodulbausteinen

Schülertätigkeiten

- Schülerexperiment zur Bestätigung der Linsengleichung
- Experimentelle Bestimmung und Berechnung von Bildweiten und Bildgrößen mit Hilfe der Linsengleichung

- Analyse der Literatur im Hinblick auf die Anwendungsmöglichkeiten der Makrofotografie und der Telefotografie
- Aufbauen eines Diaprojektors oder eines Vergrößerungsgerätes aus Aufbauteilen
- Schülerexperiment zu Abbildungsfehlern und deren Beseitigung
- Vergleichen verschiedener Fotoaufnahmen; Feststellen vorhandener Fehler bei den Aufnahmen (optische Fehler)
- Vorbereitung und Durchführung eines Schülervortrages über die Entwicklung der Fotografie und deren Bedeutung für Wissenschaft und Technik

Methodische Hinweise

Als Ausgangspunkt für die Behandlung des Themas können dienen:

- Anfertigen von Fotokopien für eine Wandzeitung
- Anlegen einer Dokumentation für die Arbeitsgemeinschaft
- Anfertigen von Makrofotos biologischer Objekte als Anschauungsmaterial für den Unterricht
- Anfertigung einer Farbdiaserie über eine Exkursion in Produktionsbetriebe oder während des Unterrichtstages in der Produktion
- Anfertigen eines Schirmbildfotos eines Elektronenstrahloszillographen (Abschnitt 3.)

Vor der Behandlung der theoretischen Grundlagen der Fotografie werden Schülern fehlerhafte Fotoaufnahmen gezeigt. Darunter sind solche, die durch fehlerhafte Belichtung des Filmes oder durch falsche Entfernungseinstellung entstanden sind. Am Beispiel einer Makroaufnahme wird den Schülern demonstriert, daß die Verkürzung der Gegenstandsweite und damit die Erzeugung eines größeren Bildes auf zweierlei Art realisiert werden kann (Zwischenring oder Vorsatzlinse). In beiden Fällen ist bei Kameras ohne Spiegelreflexeinrichtung eine Berechnung des richtigen Gegenstandsabstandes vorzunehmen. Hieraus wird die Notwendigkeit zur Erarbeitung einer quantitativen Beziehung abgeleitet.

Die Linsengleichung und die aus ihr ableitbaren Berechnungsgrundlagen für Vorsatzlinsen werden experimentell bestätigt. Die Schüler sollen Berechnungen für die Bilderzeugung mit Linsen durchführen und die Ergebnisse experimentell bestätigen. Experimente mit verschiedener Blendenöffnung bei der Verwendung von Vorsatzlinsen zeigen, daß bei Verwendung von Einzellinsen Abbildungsfehler auftreten. Diese werden durch die Schülerexperimente untersucht. Durch Kombination verschiedener Linsen kann eine Fehlerbeseitigung durchgeführt werden. Die Schüler lernen den Aufbau einiger Objektive kennen. Die Begriffe Belichtungszeit, Blende und Filmempfindlichkeit und ihr Zusammenhang werden erarbeitet. Das Entwickeln von Filmen und anderen Fotomaterialien ist in den

Arbeitsgemeinschaften nur bei vorhandener technischer Ausrüstung durchzuführen und auf das für das Verständnis notwendige Mindestmaß zu beschränken.

2. Fernrohre und Mikroskope

Grundlagen aus dem obligatorischen Unterricht:
wie Abschnitt 1.

- Aufbau von Fernrohren und Mikroskopen
- Galileisches und Keplersches Fernrohr; Erdfernrohr
- Sehwinkel und Vergrößerung eines Fernrohres
- Fotografische Aufnahmen mit Fernrohren (Teleaufnahmen)
  - Ziel- und Beobachtungsfernrohre der Nationalen Volksarmee
  - Fernrohre in der Meßtechnik
  - Fluchtungsfernrohre
- Aufbau und Wirkungsweise des Auflicht- und Durchlichtmikroskops
- Vergrößerung eines Mikroskops
- Mikrofotografie
  - Mikrofotografie in der Metallografie
  - Mikroskope in der Feinwerktechnik und Bauelementefertigung
  - Mikroskope in der biologischen Forschung und im Gesundheitswesen

Schülertätigkeiten

- Geometrische Konstruktionen der Bildentstehung an Fernrohren und am Mikroskop
- Aufbauen eines Fernrohres und eines Mikroskops aus Einzelteilen
- Beobachtung mit dem Schulfernrohr und Mikroskop zur Klärung ihrer Funktion
- Bestimmen der Vergrößerung eines Fernrohres oder eines Mikroskops (experimentell und rechnerisch)

Methodische Hinweise

Ausgangspunkt für die Behandlung des Themas können sein:

- Betrachtungen von Mikro- und Telefotografien
- Beobachtung der Kristallbildung unter dem Mikroskop
- Beobachtung des Himmels mit dem Schulfernrohr
- Auftrag zur Anfertigung einer Dokumentation über Zielfernrohre und Fluchtungsfernrohre und deren Einsatz

Die verschiedenen Fernrohrtypen und das Mikroskop werden aus Aufbauteilen aufgebaut. Die Vergrößerung der Geräte wird experimentell und rechnerisch bestimmt. Wo die Möglichkeiten vorhanden sind, können die Schüler Mikro- und Telefotografien anfertigen.

Die historische Entwicklung beim Einsatz und bei der Entwicklung von Fernrohren und Mikroskopen ist zu behandeln. Dabei wird auf die optische Industrie der DDR eingegangen.

Als Forscherpersönlichkeiten sind hervorzuheben:

G. Galilei (1564 bis 1642) — 1609 erstes Fernrohr angewendet

J. Kepler (1571 bis 1630) — 1611 astronomisches und terrestrisches Fernrohr entwickelt

E. Abbe (1840 bis 1905) — Berechnung von Objektiven

3. Farben des Lichtes

- Nachweis der Wellennatur des Lichtes
- Kenngrößen einer Welle (Amplitude, Wellenlänge, Geschwindigkeit)
- Frequenz des Lichtes; die Farbe des Lichtes als subjektive Empfindung
- Dispersion des Lichtes beim Durchgang durch ein Prisma (Linienspektren, Bandenspektren, kontinuierliche Spektren)
  · Spektralanalyse bei der Materialkontrolle
- Körperfarben, Farbmischungen (additiv und subtraktiv)
  · Farbdruck, Farbfernsehen, Farbfotografie, Farbfilter

Schülertätigkeiten

- Aufnahmen und graphisches Darstellen der Dispersionskurve eines Prismenspektralapparates
- Bestimmen von Substanzen nach Spektrallinien
- Untersuchen der Absorption des Lichtes durch verschiedene farbige Salzlösungen und Farbfilter
- Herstellen von Farbmischungen

Methodische Hinweise

Als Ausgangspunkt für die Behandlung können dienen:

- Betrachtung von Farbdrucken oder Farbdiapositiven
- Exkursion in Betriebslaboratorien, in denen Spektralanalysen durchgeführt werden
- Anfertigen verschiedenfarbiger Flächen durch Auftragen von Farbmischungen

Die Schüler werden an einfachen Experimenten mit dem Wellenmodell des Lichtes vertraut gemacht. Sie lernen an mechanischen Wellen die Kenngrößen einer Welle kennen. Die Dispersion des Lichtes beim Durchgang durch ein Prisma wird experimentell untersucht. Aus Aufbauteilen wird ein Spektralapparat zusammengesetzt. Die Spektren verschiedener Salze werden untersucht.

Über den Einsatz der Spektralanalyse in verschiedenen Bereichen der sozialistischen Industrie halten die Schüler kleine Vorträge.

Es werden Fotografien von Spektren angefertigt. Bei der Untersuchung von Absorptionsspektren ist auf die Probleme des Umweltschutzes einzugehen.

Unterrichtsmittel

- Haftoptik
- Optische Bank
- SEG Optik I, II und III
- Mikroskope
- Schülerfernrohr „Telementor"
- Chemikalien: Eosin, Fuchsin, Kupfersulfat, Fluoreszein, Methylviolett
- Dia-Reihen und Filme:
  F 845 Bau und Funktion des Auges

Literatur

S	1.	Boncke/Lehr/ Lehplitz:	Wir mikroskopieren. VEB Verlag Technik Berlin.
S	2.	Eiche:	Ernst Abbe. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig.
S	3.	Finke:	Das Objektiv Deiner Kamera. VEB Foto-Kino-Verlag Halle.
	4.	Grimsehl:	Lehrbuch der Physik, Band III. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig.
	5.	Hänsel/Neumann:	Physik, Band III und IV. Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin.
S	6.	Henig:	Von Adam Ries bis Max Planck. VEB Verlag Enzyklopädie Leipzig.
S	7.	Kretschmann/ Mende/Wollmann:	Physikalisches Praktikum. VEB Fachbuchverlag Leipzig.

S 8. Lindner: Das Bild der modernen Physik. Urania-Verlag Leipzig.

9. Pforte: Feinoptik, Teil II. VEB Verlag Technik Berlin.

S 10. Schlüter: Mikroskopie für Lehrer und Naturfreunde. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.

S 11. Sprockhoff: Physikalische Schulversuche. Siebenter Teil: Strahlenoptik. Zehnter Teil: Wellenlehre. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.

12. Tölke A./Tölke, I.: Makrofoto, Makrofilm. VEB Foto-Kino-Verlag Halle.

S 13. ABC Optik. VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig.

S 14. ABC Physik, Band I und II. VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig.

S 15. Fotobuch für Kinder. VEB Foto-Kino-Verlag Leipzig 1976.

S 16. Rationalisieren durch Fotografieren. VEB Foto-Kino-Verlag Leipzig.