

Rahmenprogramm

**für Arbeitsgemeinschaften
der Klassen 9 und 10**

Über den atomaren Aufbau der Stoffe

**Das vorliegende Rahmenprogramm ist ab 1. September 1971
verbindliche Grundlage für die Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften
in den Klassen 9 und 10.**

Berlin, Februar 1971

**Dietzel
Stellvertreter des Ministers**

Vorbemerkungen

In der Arbeitsgemeinschaft über den atomaren Aufbau der Stoffe erwerben die Schüler auf der Grundlage ihrer Kenntnisse aus dem polytechnischen und naturwissenschaftlichen Unterricht neues Wissen über einige Gebiete der Atomphysik und gewinnen dabei weitere Einsichten über die Zusammenhänge zwischen Wissenschaft, Technik und Gesellschaft. Die Schüler lernen einige einfache Methoden zur Bestimmung von Naturkonstanten und physikalische Größen im atomaren Bereich kennen und vertiefen dabei ihre Kenntnisse aus dem Physik- und Chemieunterricht der Klassen 6 bis 8 über den Aufbau der Stoffe. Im Zusammenhang mit der Lichtemission des Wasserstoffatoms bekommen die Schüler einen Überblick über die Spektralanalyse, deren Anwendung und das Arbeitsprinzip der Laser. Dabei erhalten sie einen ersten Einblick in die Quantennatur des Lichtes.

Aufbauend auf dem Wissen und Können der Schüler, das sie im Physikunterricht zu Beginn der Klasse 10 über die Kernphysik erwerben, wird das Wissen der Schüler über die Anwendung der Kernenergie systematisch erweitert und neues Wissen über die Kerntechnik vermittelt. Bei der Gegenüberstellung von Kernkraftwerken und traditionellen Kraftwerken bekommen sie Einsicht in ökonomische und wissenschaftlich-technische Probleme der Energiewirtschaft der sozialistischen Länder. Hierbei wird den Schülern verdeutlicht, daß der Energiebedarf ständig rasch ansteigt. In einem Überblick über die Entwicklung des Atombegriffs werden die Schüler mit wichtigen Entdeckungen auf dem Gebiet der Atomphysik und dem Leben und Wirken einiger Forscherpersönlichkeiten bekannt gemacht.

Die von den Schülern im naturwissenschaftlichen und polytechnischen Unterricht erworbenen Fähigkeiten im Experimentieren sind zu vervollkommen. Beim Experimentieren sollen die Schüler auch befähigt werden, Fehlerquellen in der Versuchsanordnung aufzufinden und Vorschläge zur Verbesserung der Versuchsanordnung zu entwickeln, um genauere Meßergebnisse zu erhalten. Dabei werden ihre Fähigkeiten im Abschätzen von Größenordnungen, im Lösen von Gleichungen und im Arbeiten mit Größen (Zahlenwerten und Einheiten) besonders entwickelt.

Am Beispiel der Atomphysik sollen die Schüler erkennen, daß der Entwicklungsstand von Wissenschaft und Technik eine immer stärkere Konzentration der Forschung erfordert. Die im Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe verbundenen Staaten gehen daher in immer größerem Umfang zum Aufbau und zur Nutzung gemeinsamer Forschungszentren über (z. B. Kernforschungszentrum Dubna). Den Schülern soll bewußt werden, daß die Ergebnisse dieser Forschung in den Mitgliedstaaten des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe uneingeschränkt im Interesse der Werktätigen der sozialistischen Länder genutzt werden. Demgegenüber sollen die Schüler am Beispiel der Atomphysik erkennen, daß der Imperialismus im Interesse seiner aggressiven Ziele Forschungsergebnisse zu verbrecherischen Zwecken mißbraucht.

Während der gesamten Arbeitsgemeinschaftstätigkeit sollen die Schüler immer besser die Erfolge der Sowjetunion in der Forschung zur friedlichen

Anwendung der Kernenergie und ihre führende Rolle im Kampf gegen den Mißbrauch dieser Energieform erkennen.

Den Schülern soll bewußt werden, daß der Bau von Kernkraftwerken in der Deutschen Demokratischen Republik nur durch die freundschaftliche Hilfe der Sowjetunion möglich ist.

Bei der experimentellen Bestimmung einiger Naturkonstanten und physikalischen Größen lernen die Schüler die experimentelle Methode auch für die Erforschung des Mikrokosmos kennen.

Die Schüler sollen bei der Gegenüberstellung der Welleneigenschaften und der korpuskularen Eigenschaften des Lichtes erkennen, daß der Materie innere dialektische Widersprüche eigen sind und daß sich einige Erscheinungen des Lichtes weder mit dem Wellenmodell noch mit dem Korpuskelmodell allein beschreiben lassen.

Zur Realisierung der Ziele des Rahmenprogramms sind die örtlich gegebenen Möglichkeiten zur Verbindung der Theorie mit der Praxis zu nutzen. Möglichkeiten dazu bieten Exkursionen in solche Betriebe und Institute, in denen Meß- und Regeleinrichtungen beziehungsweise Anlagen zur Defektoskopie mit radioaktiven Isotopen arbeiten oder in denen Methoden der Spektralanalyse oder der Spektroskopie angewandt werden. Vorträge von Fachleuten oder der Besuch von Ausstellungen und Messen sind weitere Möglichkeiten, die Schüler in interessanter und anschaulicher Form mit Anwendungen der Kernphysik und der Spektralanalyse vertraut zu machen. Sie sollen sich die geforderten Kenntnisse durch Experimente, Arbeiten im Labor und in Fachkabinetten, durch Übungen, Untersuchungen und andere Formen der praktischen Tätigkeit sowie durch die Arbeit mit der Fachliteratur aneignen und befähigt werden, weitgehend selbständig zu arbeiten. Die Schüler sollen angeleitet werden, Dokumente der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands und der staatlichen Organe sowie Zeitschriften und die Tagespresse hinsichtlich bestimmter Themen auszuwerten.

Die Schüler müssen die gültigen Arbeits-, Gesundheits- und Brandschutzbestimmungen kennen und einhalten.¹

Bei der zeitlichen Planung der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit sind in den 9. Klassen 30 und in den 10. Klassen 20 bis 25 Doppelstunden vorzusehen.

Die Literaturhinweise für den Arbeitsgemeinschaftsleiter stellen eine Empfehlung dar. Dem Arbeitsgemeinschaftsleiter ist es überlassen, eine geeignete Auswahl zu treffen.

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.

Thematische Übersicht

1. Der Aufbau der Stoffe aus Teilchen
2. Die Lichtstrahlung der Atome
3. Kerntechnik
4. Geschichte der Atomphysik

Inhalt der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit

1. Der Aufbau der Stoffe aus Teilchen

- Wiederholung und Systematisierung der Kenntnisse aus dem Physikunterricht der Klassen 6 bis 8 und dem Chemieunterricht der Klassen 7 und 8
 - Aufbau der Stoffe (Atome, Moleküle und Ionen; deren Masse und Ladung)
 - Aufbau der Atome (Proton, Neutron und Elektron; deren Masse und Ladung)
 - Systematisierende Betrachtungen zur Bedeutung von Teilchenmodellen im Bereich der Naturwissenschaften (Struktur, Bewegung, Ladung).
- Experimentelle Bestimmung einiger Naturkonstanten und physikalischer Größen aus dem Mikrobereich
 - Elementarladung
 - Faradaysche Konstante
 - Loschmidtsche Konstante
 - Durchmesser von Molekülen

Die Kenntnisse der Schüler über den atomaren Aufbau der Stoffe, die sie im naturwissenschaftlichen Unterricht bis zur Klasse 9 erworben haben, sind zu systematisieren und zu vertiefen. Anhand vieler Beispiele aus dem Physik-, Chemie- und Biologieunterricht sollen die Schüler erkennen, welche fundamentale Bedeutung Teilchenmodelle im Bereich der Naturwissenschaften haben. Sie sollen sich dabei in der Anwendung der Teilchenmodelle zur Erklärung mikroskopischer Erscheinungen üben. In Ergänzung zum obligatorischen Unterricht sind von den Schülern Experimente durchzuführen, die in anschaulicher Weise die Struktur der Stoffe deutlich werden lassen und das Wissen der Schüler über die Erkennbarkeit der Welt vertiefen (Ionenwanderung bei der Elektrolyse, Brownsche Molekularbewegung, Barkhausen-Effekt u. a.).

Die Bestimmung der Elementarladung mit Hilfe des Millikan-Versuches ist durch den Lehrer zu erläutern. Von den Schülern sollte ein entsprechender Modellversuch durchgeführt werden (Kondensator-Wattebausch).

Zur Ermittlung der Faradayschen Konstanten werden das 1. und 2. Faradaysche Gesetz experimentell von den Schülern erarbeitet. Dabei erfolgt ein Vorgriff auf den Stoff des Physikunterrichts in Klasse 9 (2.4.1. Allgemeines Modell), der auf die Leitungsvorgänge in Flüssigkeiten zu beschränken ist. Die Loschmidtsche Konstante wird aus der Elementarladung und der Faradayschen Konstanten errechnet.

Der Durchmesser eines Moleküls sollte zuerst durch eine Rechnung abgeschätzt werden. Anschließend wird die Größenordnung des errechneten Durchmessers mit Hilfe des Ölfleckversuches experimentell bestätigt.

Der Schwerpunkt dieses Stoffgebiets liegt in der experimentellen Arbeit der Schüler, für die ausreichend Zeit zu planen ist. Es ist großer Wert dar-

auf zu legen, die Schüler in die Planung der Experimente einzubeziehen, sie zum Auffinden von Fehlerquellen in der Versuchsanordnung und -durchführung sowie zur Beseitigung beziehungsweise Verringerung der Fehlerquellen anzuhalten. Bei der Auswertung der Messreihen sollen die Schüler das „Chemische Rechnen“ aus dem Chemieunterricht der Klassen 7 und 8 sowie das Rechnen mit Größen und Größengleichungen und das Abschätzen von Größenordnungen ständig üben und anwenden.

2. Die Lichtstrahlung der Atome

- Wasserstoffspektrum
Quantennatur des Lichtes; elementares Wirkungsquantum,
 $W = h \cdot f$, Elektronenvolt (eV)
Äußerer lichtelektrischer Effekt, Photon
Energieschema des Wasserstoffatoms, Serien
- Arten der Spektren
Linien-, Banden- und kontinuierliche Spektren
Emissions- und Absorptionsspektren
- Spektralanalyse
Anwendung in Forschung und Technik
Bedeutung für die Astronomie
- Laser
Arbeitsweise des Lasers
Anwendung des Lasers

Bei der Erarbeitung des Stoffes erfolgt ein Vorgriff auf den Stoff des Physikunterrichts in Klasse 10 (3.2.1. Lichtwellen).

Durch die methodische Gestaltung soll dieser Vorgriff auf ein Mindestmaß beschränkt werden. So sollte zum Beispiel die Beugung beziehungsweise Dispersion bei der Darstellung der Spektren nicht näher erläutert werden; den Farben des Spektrums kann man die Größe „Frequenz (f)“ zuordnen. Die Verwendung des Korpuskelmodells ermöglicht die Erklärung der Vorgänge, so daß auf das Wellenmodell zur Erklärung verzichtet werden kann.

Die Schüler sind an das Verständnis für die Quantennatur des Lichtes heranzuführen. Bei der Behandlung der Energieniveaus des Wasserstoffatoms ist auf dem Wissen der Schüler aus dem Chemieunterricht der Klasse 8 aufzubauen. Wo die experimentellen Möglichkeiten vorhanden sind, sollte der Franck-Hertz-Versuch durchgeführt werden.

Die Arten der Spektren sollen nur in einer Übersicht behandelt werden. Die Schüler sollen erkennen, daß mit zunehmender Anzahl der Elektronen die Zusammenhänge zwischen deren Energieniveaus in der Atomhülle immer komplizierter werden und daß man mit Hilfe der Spektralanalyse Einblick in Strukturen und Vorgänge im atomaren Bereich erhält. In Vorbereitung auf den Astronomieunterricht ist den Schülern bewußtzumachen, wie die Spektralanalyse zur Erforschung astronomischer Objekte genutzt wird. Durch Ausnutzen der Möglichkeiten, die sich aus der Arbeit der

Schüler in der Produktion ergeben, oder durch Exkursionen in Betriebe und Institute sollen die Schüler mit Verfahren und Einsatzmöglichkeiten der Spektralanalyse bekannt gemacht werden. Dabei sollten sie auch Spektralatlanten kennenlernen.

Das Arbeitsprinzip eines Lasers ist an einem optisch angeregten Festkörper- oder Glaslaser zu erläutern. Dabei ist in vereinfachter Form von der Quantennatur des Lichtes auszugehen. Im Vordergrund der Betrachtungen sollen die Anwendungsmöglichkeiten stehen, die sich aus der geringen Divergenz und der hohen Leistungsdichte des Laserstrahls ergeben.

3. Kerntechnik

– Kernkraftwerke und ihre Bedeutung für die Energieversorgung der sozialistischen Staaten

– Kettenreaktion

Aufbau und Wirkungsweise eines Kernreaktors

Reaktortypen; Forschungsreaktoren (Neutronenerzeugung),

Leistungsreaktoren (Energieerzeugung),

Brutreaktoren (Kernbrennstoffherzeugung)

Grundsätzlicher Aufbau eines Kernkraftwerkes

Wirtschaftlichkeit von Kernkraftwerken, Vergleich mit traditionellen Wärmekraftwerken, Standortbetrachtungen, Brennstoffvorräte im Prognosezeitraum

Weitere Einsatzmöglichkeiten von Kernreaktoren:

Schiffsantrieb, Meerwasserentsalzung

– Kernfusion

Gegenwärtiger Stand der Kernfusionsforschung; die Leistungen der Sowjetunion auf diesem Forschungsgebiet

Prinzipielle Lösungsmöglichkeiten für den Bau von Fusionskraftwerken
Sonnenenergie, Bethe-Weizsäcker-Zyklus (Kohlenstoff-Stickstoff-Zyklus)

– Isotopentechnik

Herstellung radioaktiver Isotope

Strahlungsdetektoren, spezielle Formen und ihre Anwendungsbereiche (Zählrohrarten, Kammern, Fotoemulsionen)

Anwendung von radioaktiven Isotopen in Naturwissenschaft, Technik und Medizin

– Kernwaffen und Kernwaffenschutz

Entwicklung der Atombombe im zweiten Weltkrieg und ihr verbrecherischer Einsatz durch den USA-Imperialismus

Kampf der Sowjetunion gegen die Gefahr eines Kernwaffenkrieges (Abschluß von Verträgen über ein Verbot der Kernwaffenversuche und über die Nichtweiterverbreitung von Kernwaffen; Überlegenheit der

Sowjetunion im Bau von Trägerraketen zum Schutz der sozialistischen Staatengemeinschaft)

Arten der Kernwaffen, Aufbau und Wirkungsweise

Wirkungen einer Kernwaffenexplosion

Kernwaffenschutz; Abwehr eines Kernwaffenangriffs, Schutz von Menschen, Tieren und materiellen Gütern vor den Folgen einer Kernwaffenexplosion

Kampf fortschrittlicher Wissenschaftler für das Kernwaffenverbot (z. B. Mainauer Erklärung der Nobelpreisträger im Jahre 1955, III. Pugwash-Konferenz 1958²)

In diesem Stoffgebiet ist auf das Wissen der Schüler aus dem Physikunterricht der Klasse 10 über Aufbau und Veränderungen von Atomkernen aufzubauen. Dabei sind ihre Kenntnisse zu festigen und zu erweitern. Es kommt insbesondere darauf an, die Schüler eingehender mit der Nutzung der Kernenergie entsprechend den vertraglichen Vereinbarungen zwischen der Sowjetunion, der Deutschen Demokratischen Republik und den anderen sozialistischen Staaten im Rahmen des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe vertraut zu machen.

Bei der Behandlung der Kernkraftwerke sind nicht nur physikalische Grundlagen zu erörtern, sondern es ist auch auf technische und ökonomische Probleme einzugehen. Dabei sind die Verbindungen zu den Fächern Geographie und Einführung in die sozialistische Produktion Klasse 10 zu beachten. Die Schüler sollen erkennen lernen, daß die Anlagekosten der Kernkraftwerke sehr hoch sind (Vollautomatisierung, Strahlenschutzmaßnahmen usw.). Außerdem werden bei einzelnen Reaktortypen hohe Ansprüche an die Werkstoffe gestellt. Den Schülern muß bewußt werden, daß nur durch die gemeinsamen Anstrengungen der sozialistischen Staaten die vielen technischen Probleme beim Bau von Kernkraftwerken gemeistert werden können, wobei die Hilfe der Sowjetunion bei der Errichtung der Kernkraftwerke in der Deutschen Demokratischen Republik hervorzuheben ist. In einer Gegenüberstellung soll die wachsende Bedeutung der Kernbrennstoffe gegenüber den fossilen Brennstoffen herausgearbeitet werden.

Im Abschnitt Kernfusion sollen die Schüler Einblick in ein modernes Forschungsgebiet der Physik und Technik erhalten. Die Behandlung der Sonnenenergie und des Bethe-Weizsäcker-Zyklus muß in Abstimmung mit dem Astronomieunterricht erfolgen.

Im Abschnitt Isotopentechnik ist mit den Schülern das Aufstellen von Reaktionsgleichungen zu üben. Bei der Behandlung der Strahlungsdetektoren sollen die Schüler, soweit die Voraussetzungen dafür vorhanden sind, mit Geräten arbeiten und einfache Messungen durchführen. Die Anwendung radioaktiver Isotope sollte durch Experimente veranschaulicht werden (Beispiele vgl. Literaturhinweise Nr. 2). Wo die Möglichkeit besteht, sollten Radiolabors oder Regel- und Meßeinrichtungen, die mit radioaktiven

² Vgl. Literaturhinweise Nr. 3.

Isotopen arbeiten, beichtigt werden. In jedem Falle sind die Arbeitsschutzbestimmungen einzuhalten.

Im Zusammenhang mit der Behandlung der Kernwaffen ist der Kampf der Sowjetunion, der anderen sozialistischen Staaten und der gesamten friedliebenden Menschheit gegen die verbrecherische Anwendung der Atomenergie darzustellen.³ Die Schüler sollen erkennen, daß dieser Kampf dank der Initiative der Sowjetunion bereits zu Erfolgen geführt hat. Ausdruck hierfür sind der „Vertrag über ein Verbot der Kernwaffenversuche in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser“ vom 25. Juli 1963 und der „Vertrag über die Nichtverbreitung von Kernwaffen“ vom 1. Juli 1968.

Der Kampf fortschrittlicher Wissenschaftler für eine friedliche Anwendung ihrer Forschungsergebnisse ist zu würdigen. Dabei ist herauszuarbeiten, daß erst eine Veränderung der gesellschaftlichen Machtverhältnisse im imperialistischen Lager den Forderungen dieser Wissenschaftler voll Rechnung tragen kann.

Es wird empfohlen, Dokumentationen über die Anwendung der Kernphysik in verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft anfertigen zu lassen. Diese Materialien können als Unterrichtsmittel oder zur Propagierung der Aufgaben und Ergebnisse der Kernphysik dienen.

4. Geschichte der Atomphysik

Entwicklung von Hypothesen über die atomare Struktur der Stoffe (chemischer Atomismus)

Rutherfordsches und Bohrsches Atommodell

Entdeckung der natürlichen und künstlichen Radioaktivität, des Elektrons, des Protons und des Neutrons

Plancksches Wirkungsquantum, lichtelektrischer Effekt, Strahlungsquanten

Masse-Energie-Beziehung

Dualismus Welle-Korpuskel

Entdeckung der Kernspaltung

Anknüpfend an den Stoff des Physik- und Chemieunterrichts ist den Schülern ein anschauliches Bild von der Entwicklung der Physik am Beispiel der Atomphysik zu vermitteln.

In den bisher behandelten Stoffgebieten in der Arbeitsgemeinschaft standen die korpuskularen Eigenschaften und im obligatorischen Unterricht die Welleneigenschaften des Lichtes im Vordergrund. In diesem Stoffgebiet sollen die Schüler anhand der geschichtlichen Entwicklung erfahren, weshalb man zur Beschreibung der Erscheinungen des Lichtes sowohl das

³ Vgl. Hauptdokument: Die Aufgaben des Kampfes gegen den Imperialismus in der gegenwärtigen Etappe und die Aktionseinheit der kommunistischen und Arbeiterparteien aller ant imperialistischen Kräfte. Angenommen von der internationalen Beratung der kommunistischen und Arbeiterparteien am 17. Juni 1969 in Moskau.

Wellen- als auch das Korpuskelmodell benötigt. Damit sollen das wissenschaftliche Weltbild der Schüler und ihr Wissen über die Anwendung von Modellen zur Erforschung der objektiven Realität bereichert werden.

Bei der Wertung von Forscherpersönlichkeiten sind die Kenntnisse der Schüler aus dem Geschichtsunterricht zu nutzen. Die selbständige Arbeit der Schüler mit Literatur ist weiter zu entwickeln. Für Schülervorträge eignet sich besonders das Buch von Herneck „Bahnbrecher des Atomzeitalters“.

Literaturhinweise für den Leiter der Arbeitsgemeinschaft

1. **Autorenkollektiv:** Kleine Enzyklopädie — Atom,
Struktur der Materie.
VEB Bibliographisches Institut Leipzig.
2. **Gläser:** Ein Überblick über wichtige Anwendungen von
Radionukliden mit Angaben zu Demonstrationss-
möglichkeiten.
In „Physik in der Schule“, Heft 7/8, 1970.
Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.
3. **Herneck:** Bahnbrecher des Atomzeitalters.
Buchverlag Der Morgen Berlin.
4. **Joffe:** Begegnung mit Physikern.
B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig.
5. **Krause:** Zwischen Urstoff und Plasmafalle.
Der Weg ins Atomzeitalter.
Urania-Verlag, Leipzig, Jena, Berlin.
6. **Langhans:** Kernwaffenradiometrie und Kernwaffendetonometrie (Grundlagen, Methoden, Geräte und Einrichtungen zur feldmäßigen Kernstrahlungsmessung und für die meßtechnische Ermittlung der Kernwaffendetonationsparameter).
Deutscher Militärverlag Berlin.
7. **Lindner:** Grundriß der Atom- und Kernphysik.
VEB Fachbuchverlag Leipzig.
8. **Pauling:** Leben oder Tod im Atomzeitalter.
Aufbau-Verlag Berlin und Weimar.
9. **Skłodowska-Curie:** Selbstbiographie.
B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig.
10. **Sprockhoff:** Physikalische Schulversuche.
9. Teil: Elektrizitätslehre.
Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.