

ZENTRALINSTITUT FÜR SCHULFUNK UND SCHULFERNSEHEN



PHYSIK

KLASSE 9

UNTERRICHTSFERNSEHEN
METHODISCHE ANLEITUNGEN

Herausgegeben im Auftrag des Ministeriums für Volksbildung der
Deutschen Demokratischen Republik vom Zentralinstitut für
Schulfunk und Schulfernsehen an der Pädagogischen Hochschule
"Karl Liebknecht" Potsdam

Autoren:

Dr. Walter Antel (ZISF)

Doz. Dr. sc. Hans-Joachim Wilke (WB Physikmethodik an der
PH "Karl Liebknecht" Potsdam)

- Als Manuskript gedruckt -
Abgeschlossen am 1. 4. 1983

3., bearbeitete und erweiterte Auflage

Druck: Wissenschaftlich-Technisches Zentrum der
Pädagogischen Hochschule "Karl Liebknecht" Potsdam

1/16/18/4.83/1050 Ag 124/40/83

**Zentralinstitut für Schulfunk und Schulfernsehen
an der Pädagogischen Hochschule "Karl Liebknecht" Potsdam**

A n l e i t u n g
zur Arbeit mit den Unterrichtssendungen
des Bildungsfernsehens der DDR

für das Fach
P H Y S I K
Klasse 9

1983

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Vorbemerkungen	5
2. Anleitung zur Arbeit mit den einzelnen Sendungen	7
1. Sendung: "Beschreibung mechanischer (von 1978) Bewegungen" STE 1.1.	7
2. Sendung: "Das Newtonsche Grundgesetz" (von 1976) STE 1.2.	10
3. Sendung: "Künstliche Erdsatelliten" (von 1980) STE 1.5.	15
4. Sendung: "Die elektromagnetische Induktion" (von 1983) STE 2.3.	20
5. Sendung: "Das allgemeine Modell der elektrischen Leitungsvorgänge" (von 1976) STE 2.4.1.	22
6. Sendung: "Halbleiterbauelemente" (von 1980) STE 2.4.2.	27

Vorbemerkungen

Die Überarbeitung der Anleitungen von 1978 war notwendig geworden, weil inzwischen 4 der sechs ausgestrahlten Sendungen neu gestaltet wurden. Dabei fanden sowohl Ergebnisse von Untersuchungen zur Bewährung der Sendungen als auch Erkenntnisse bezüglich der Erhöhung der Qualität des Physikunterrichts in den neuen Sendungen ihren Niederschlag.

Alle Sendungen wurden als voll integrierbarer Bestandteil des Physikunterrichts gestaltet. Die jeweils in einem ersten Abschnitt beschriebenen "Ziele und Aufgaben der Sendung" charakterisieren das Hauptanliegen der Sendung. Es besteht in allen Fällen in einem spezifischen Beitrag zur Vermittlung und Festigung eines soliden, anwendungsbereiten und dauerhaften Wissens und weltanschaulich-philosophischer Erkenntnisse und Einsichten. Die besondere Wirkung des Fernsehens besteht hierbei in der großen Anschaulichkeit. Sie ermöglicht die überzeugende Realisierung der Forderung nach einem lebensverbundenen Unterricht, indem die Sendungen die Potenzen der Praxis für den Physikunterricht erschließen helfen u.a. durch

- Wecken des Erkenntnisinteresses der Schüler für Wissenschaft und Technik;
- Bewußtmachen des Erkenntnisprozesses (ausgehend von Erscheinungen und Vorgängen in der Praxis, ihre planmäßige Untersuchung, die Gewinnung von Gesetzen bis hin zu deren bewußter Anwendung in der Praxis);
- Verdeutlichen und Veranschaulichen, wie im Produktionsprozeß der gesellschaftlichen Praxis nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten technische Prozesse gestaltet werden, wie der Mensch die Gesetze zu seinem Nutzen anwendet;
- Verständlichmachen und Veranschaulichen physikalischer Wirkprinzipien von Geräten, Maschinen, Anlagen und technischen Prozessen (durch Realaufnahmen - Prinzip - Trick - Experiment - Kombinationen) usw.

Außerdem werden in einigen Fällen Anregungen zur methodisch effektiven Gestaltung des Aneignungsprozesses der Schüler bei der Vermittlung anspruchsvoller Inhalte gegeben.

Die jeweiligen Abschnitte "Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung" konzentrieren sich auf das inhaltlich Wichtigste und auf die die Sendung tragenden Gestaltungselemente. Die Abschnitte "Hinweise zur Nutzung der Sendung" sind auf der Grundlage der Erfahrungen von Physiklehrern erarbeitet worden, die besonders erfolgreich mit den Sendungen gearbeitet haben. Diese Hinweise sind je nach Umfang der bisher vorliegenden Erfahrungen und Untersuchungsergebnisse von Sendung zu Sendung qualitativ und quantitativ unterschiedlich. Es sind **E m p f e h l u n g e n**, keine Rezepte. Die konkreten Bedingungen (Stand der Lehrplannerfüllung, Wissen und Können der Schüler, ihre Erfahrungen und Lerninteressen, ihre Lernmotive, die zeitliche Lage der jeweiligen Sendung) stellen den Physiklehrer vor die Aufgabe, die hier gegebenen Anregungen schöpferisch anzuwenden. D.h., der Lehrer muß nach einer Variante vorgehen, die nach den spezifischen Bedingungen besonders hohe Wirksamkeit verspricht. Es hat sich bewährt, zusätzlich zu den hier gegebenen Informationen und Empfehlungen die Ausstrahlungen der Lehrerinformationssendungen zur Vorbereitung des Unterrichts zu nutzen.

Die Sendezeiten werden jährlich veröffentlicht in einem Sendeprogrammplan (jede Schule 1 Exemplar), in der DLZ halbjährig, in der Fachzeitschrift "Physik in der Schule" Heft 7/8 und in der Wochenzeitschrift "FF-Dabei".

Der Dank an die Bildungsjournalisten, Physiklehrer und Methodiker, die zur Neugestaltung der einzelnen Sendungen und dieser Anleitung beigetragen haben, ist mit unserer Bitte verbunden, auch weiterhin Zuschriften an folgende Adresse zu richten:

Zentralinstitut für Schulfunk und
Schulfernsehen an der Pädagogischen
Hochschule "Karl Liebknecht"

1500 P o t s d a m
Am Neuen Palais

2. Anleitung zur Arbeit mit den einzelnen Sendungen

1. Sendung: "Beschreibung mechanischer Bewegungen"

(STE 1.1., 16 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll einen spezifischen Beitrag zur Vermittlung eines soliden Wissens über die Beschreibung der mechanischen Bewegungen leisten. Sie hilft damit bei der Realisierung der Lehrplanziele der Stoffeinheit 1.1. "Grundlagen der Kinematik". Auf der Grundlage vielfältiger Beispiele der relativen Lage- und Ortsveränderung von festen Körpern, aufbauend auf dem Erfahrungsbereich der Schüler, erfolgt die Verallgemeinerung der Einzelaussagen dahingehend, daß sich alle Körper in ständiger Bewegung befinden und die Ruhe ein relatives Moment der Bewegung ist. Der Begriff "Massenpunkt" wird als Modell eingeführt und begründet; der Begriff "Bezugssystem" wird erläutert und den Schülern an Beispielen bewußtgemacht.

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

- Ein Sprecher (unter Bild) macht zu Beginn der Sendung die Aussage: "Alles in der Natur ist in ständiger Bewegung, in Veränderung." Realaufnahmen von verschiedenen Bewegungen in Natur und Technik werden gezeigt (und kurz kommentiert):

Sonnenaufgang, Sonneneruption; Zusammengießen von zwei Flüssigkeiten - eine chemische Reaktion vollzieht sich; Zellteilung (Mikroskopaufnahme); Fallschirmspringer; Hockern am Fahrrad.

- Nachfolgend wird auf die physikalische Bewegung, speziell auf die mechanische eingegangen. Der Sprecher formuliert die Zielstellung:

"Aus der Vielfalt aller Bewegungen greifen wir die mechanischen heraus. Untersuchen wir für die Beschreibung mechanischer Bewegungen einige Beispiele näher und heben zunächst Gemeinsamkeiten heraus."

Realfilmaufnahmen (Straßenverkehr, einzelne Fahrzeuge, Billardspiel, Schwimmwettkampf usw.) lenken die Aufmerksamkeit des Zuschauers auf die Gemeinsamkeiten von mechanischen Bewegungen:

"Die Körper bewegen sich auf bestimmten Bahnen. Alle Bewegungen laufen in bestimmten Zeiten ab."

Es folgt eine Teilzusammenfassung (in Wort und Bild):

"Bei mechanischen Bewegungen bewegen sich Körper auf Bahnen in bestimmten Zeiten. Zu deren Beschreibung müssen wir weitere Begriffe kennenlernen ..."

- An einem Beispiel (Person am Straßenrand und Person im fahrenden Pkw) wird verdeutlicht, daß zur Beschreibung einer mechanischen Bewegung die Angabe eines Bezugssystems erforderlich und Ruhe ein relatives Moment der Bewegung ist. Weitere Realaufnahmen (Personen auf einer Rolltreppe, Flugzeuge mit gleicher hoher Geschwindigkeit gegenüber der Erde, S-Bahnzüge auf benachbarten Gleisen, Riesenrad in Bewegung, Kosmodrom vom fahrenden Riesenrad aus) führen zu Teilzusammenfassungen (Schrift)

"Ruhe und Bewegung sind relativ.
Wenn ein Körper seine Lage zu einem anderen nicht ändert,
so ist er relativ zu ihm in Ruhe."

"Die eindeutige Beschreibung der mechanischen Bewegung eines Körpers erfordert die Angabe eines Bezugssystems"

- Weitere Beispiele (Straßenaufnahmen: Häuser, Bäume; Menschen am Brunnen; Trickfilm: drehende Erdkugel um die Sonne) verdeutlichen, daß die Wahl des Bezugssystems ausschließlich eine Frage der Zweckmäßigkeit ist.
- Viele Beispiele (Raketenstart, Rotation eines Satelliten um die Erde: erdnahe Bahn, Anheben der Umlaufbahn - Funksatellit, Flugmodell im Windkanal, Aufnahme eines Trickfilms) belegen die Erkenntnisse von der Relativität der Bewegung und deren große praktische Bedeutung.
- Ausgehend vom Start eines sowjetischen Raumflugkörpers aus der Sojuserie (der dann im Bild nur noch als Punkt sichtbar ist) wird zum Modell "Massenpunkt" geführt und ausgesagt, daß z.B. für die Beschreibung der Bewegung des Flugkörpers auf seiner Bahn um die Erde ein Punkt ausreicht.
Teilzusammenfassung durch Schrift:
"Das Modell "Massenpunkt" dient der Beschreibung vieler mechanischer Bewegungen."
- Am Beispiel eines Kopplungsmanövers (Realaufnahme) zweier Raumschiffe wird demonstriert, daß dieses Modell hier nicht anwendbar ist, sondern Einzelheiten der Raumschiffkonstruktion wichtig sind.

- Während im Bild wesentliche Sendungsteile (Rolltreppe, Billardspiel, Trickdarstellungen, S-Bahnzüge, Achterbahn) wiederholt gezeigt werden, erfolgt durch den Sprecher die Zusammenfassung:
 - "Mechanische Bewegungen sind Lageveränderungen von Körpern gegenüber anderen Körpern. Sie erfolgen auf bestimmten Bahnen.
 - Unter bestimmten Bedingungen kann mit dem Modell "Massenpunkt" die Bewegung des Körpers auf der Bahn beschrieben werden.
 - Ruhe und Bewegung können nur relativ zu einem Bezugssystem angegeben werden."

Die Sendung schließt mit dem Hinweis auf die physikalischen Größen Weg, Zeit, Geschwindigkeit und Beschleunigung, die zur Untersuchung und Beschreibung von Bewegungsvorgängen erforderlich und zweckmäßig sind.

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Die Schüler benötigen zur erfolgreichen Rezeption der Sendung folgende Vorkenntnisse:

- Gleichförmige, beschleunigte und verzögerte Bewegungen
- Beschreibung der geradlinig gleichförmigen Bewegung

Die Sendung eignet sich zur Erarbeitung (didaktische Funktion der Einführung) der Begriffe "Relativität der Bewegung", "Bezugskörper und Bezugssystem", zur Schaffung anschaulicher Vorstellungen verschiedener Bewegungsvorgänge und zur Vermittlung erster Vorstellungen vom Modell "Massenpunkt".

Folgende Einsatzvariante hat sich bewährt:

- Betrachtung der Teilbereiche der Physik und besonderes Eingehen auf die mechanischen Bewegungen, ohne den Begriff der mechanischen Bewegung zu definieren.
- Als Rezeptionsaufgaben werden empfohlen:
 1. Welche physikalischen Größen sind zur Beschreibung mechanischer Bewegungen erforderlich?
 2. Erläutern und vergleichen Sie Beispiele aus der Sendung für die Relativität der Bewegung
- Einsatz der Sendung

Nachdem den Schülern die Möglichkeit gegeben wurde, Anfragen zur Sendung zu stellen, erfolgt auswertend und weiterführend die Lösung der gestellten Rezeptionsaufgaben. (Unterrichtsgespräch, Schüler machen sich Aufzeichnungen zu den gewonnenen Kenntnissen).

Trotz der Beschränkung auf den mechanischen Bewegungsbegriff im Sinne einer Ortsveränderung kann noch einmal auf den philosophischen Bewegungsbegriff hingewiesen werden (Bezug Chemie, Biologie), damit die Schüler die weltanschauliche Erkenntnis "Alles befindet sich in ständiger Bewegung, in Veränderung" zunehmend besser verstehen. Da in der Sendung Bedeutung, Anwendung und Grenzen des Modells "Massenpunkt" nur kurz erläutert werden, sollte der Lehrer auf diesen Schwerpunkt noch einmal (wenn notwendig, in der folgenden Physikstunde) eingehen.

In einer zweiten Variante ist aber auch der Einsatz der Sendung zur Festigung und Wiederholung möglich.

Für diesen Fall sollten die Schüler vor allem auf die Erarbeitung der weltanschaulichen Erkenntnis "Alles befindet sich in ständiger Bewegung, in Veränderung" orientiert werden. Die Erwartungshaltung der Schüler muß sich deshalb auch auf die Beispiele zur Relativität der Bewegung und zur Bewegungsbeschreibung richten.

2. Sendung: "Das Newtonsche Grundgesetz" (STE 1.2., 19 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll die Realisierung der Lehrplanziele der STE 1.2. "Grundlagen der Dynamik" unterstützen.

In der Sendung erfolgt

- die Behandlung des Newtonschen Grundgesetzes
- die Definition der Masse $m = \frac{F}{a}$
- die Festigung und Vertiefung der Erkenntnis, daß die physikalische Größe Masse die Trägheit des betreffenden Körpers kennzeichnet.

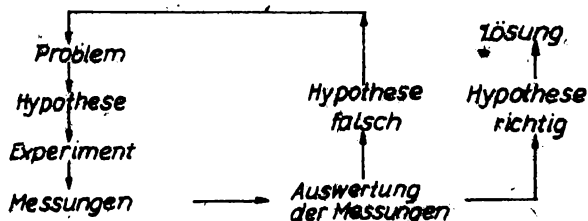
Die Sendung soll gleichzeitig durch die beispielhafte Anwendung und Demonstration der experimentellen Methode bei der Erarbeitung des Newtonschen Grundgesetzes einen Beitrag zur Festigung des Methodenwissens der Schüler leisten. Durch die Verwendung neuer Experimentiergeräte erfolgt weiterhin eine zeitliche Entlastung.

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

- Realfilm- und Trickfilmteile führen zur Problemstellung der Sendung.

Ein Sprecher (unter Bild) formuliert:

- "Nehmen wir das Problem der Beschleunigung von Körpern. Wovon hängt sie ab? Welche physikalischen Gesetze werden hier wirksam? Newton wußte die Antwort. Wir werden sie selbst finden. Gibt es einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen der Kraft, die auf einen Körper einwirkt, und der dadurch hervorgerufenen Beschleunigung?"
- Der Moderator greift das Problem auf, und kündigt an, daß die Lösung mit Hilfe der experimentellen Methode gefunden werden soll. An einer graphischen Übersicht erläutert er die Schritte der experimentellen Methode:



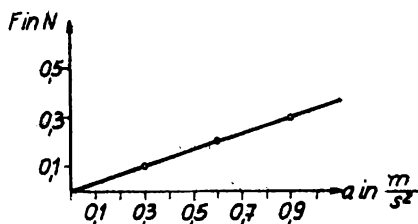
Der Moderator formuliert die Hypothese (Einblendung):

Hypothese

Zusammenhang zwischen Kraft
und Beschleunigung
Je größer die Kraft,
desto größer
die Beschleunigung

- Durch ein Experiment mit einem Luftkissenfahrzeug wird die Hypothese überprüft. Der Moderator erläutert die Anordnung. Sie ermöglicht die Messung der angreifenden Kraft und der erzielten Beschleunigung auf direktem Wege (durch die Verwendung eines beiderseits verschlossenen und teilweise mit Wasser gefüllten Glasrohres). Es erfolgt die Durchführung des Experiments. Die Meßwerte werden in einer Meßtabelle erfaßt und die Kraft als Funktion der Beschleunigung graphisch dargestellt.

F in N	a in $\frac{m}{s^2}$	$\frac{F}{a}$ in $\frac{N \cdot s^2}{m}$
0,1	0,3	0,33
0,2	0,6	0,33
0,3	0,9	0,33



- Zur Bestätigung der Hypothese wird unter zusätzlicher Belastung des Fahrzeuges eine zweite Meßreihe aufgenommen und wie die erste ausgewertet. Die Ergebnisse werden in die Meßtabelle und in die graphische Darstellung eingeblendet und verglichen (siehe 1. Meßreihe!).
- Die Versuchsergebnisse werden vom Moderator zusammengefaßt. Unter Hinweis auf weitere notwendige Messungen wird der Zusammenhang als Gesetz formuliert.

Schriftbild: Lösung

Kraft und Beschleunigung sind für ein und denselben Körper einander proportional

$$F \sim a; \quad \frac{F}{a} = \text{konstant}$$

Ein Sprecher unter Bild hebt hervor, daß Newton dieses Gesetz schon vor 300 Jahren in seinem Buch "Die mathematischen Prinzipien der Physik" formuliert hat.

- Realfilmaufnahmen aus dem Kulturpark Berlin-Treptow (Achterbahn, Riesenrutschbahn, Karussell) demonstrieren die Anwendungen des Newtonschen Grundgesetzes.
 - Der Moderator erklärt die physikalische Bedeutung des Quotienten $\frac{F}{a}$ mit Hilfe der durchgeführten Meßreihen. Es wird herausgestellt, daß $\frac{F}{a}$ ein Maß für die Trägheit und damit die Masse eines Körpers ist. Bei der Definition der Masse wird bewußt auf die Betrachtung eines Proportionalitätsfaktors verzichtet:
- Schriftbild: Die Masse eines Körpers ist gleich dem Quotienten aus der wirkenden Kraft und der Beschleunigung.

$$m = \frac{F}{a}$$

Umformungen der Gleichung schließen sich an.

- Die Sendung endet mit einer Zusammenfassung durch den Moderator, in der noch einmal der Erkenntnisweg verfolgt und die Schritte der experimentellen Methode dargestellt werden.

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Die Sendung unterstützt die Realisierung der Lehrplanziele besonders dann, wenn sie zur Erarbeitung des Newtonschen Grundgesetzes eingesetzt wird. In dieser Phase kann sie wesentlich zur Rationalisierung des Physikunterrichtes beitragen.

Die Schüler müssen vor dem Einsatz der Sendung folgende Kenntnisse haben:

- Kraft und ihre Wirkungen, Gewichtskraft eines Körpers;
- statische Kraftmessung; Kraft als vektorielle Größe;
- Schritte der experimentellen Methode

Die Nutzung der Sendung kann in unterschiedlicher Weise erfolgen. Die bewährten Maßnahmen werden deutlich, wenn wir zwei Varianten vorstellen.

Erste Variante:

- In der Physikstunde vor dem Einsatz der Sendung wird die Änderung der Bewegung eines Körpers beim Einwirken einer Kraft in einigen Freihandexperimenten demonstriert, wiederholt und gefestigt. Die Schüler werden auf die folgende Stunde mit den Hinweisen eingestimmt, daß die dynamische Wirkung der Kraft untersucht und dabei die experimentelle Methode angewandt werden soll.

In Vorbereitung darauf wird als Hausaufgabe folgende Aufgabenstellung empfohlen:

1. Wiederholen Sie die einzelnen Schritte der experimentellen Methode! (Physik in Übersichten, S. 28)
2. Aufgabe 25, Lehrbuch S. 140 als Hausexperiment

- Zu Beginn der Unterrichtsstunde mit UE-Einsatz sollte ein Schüler das in der Hausaufgabe vorgegebene Experiment demonstrieren und deren Ergebnis deuten. Eine kurze Diskussion führt zur Erkenntnis:

Mit zunehmender Neigung der Fallrinne wirkt eine größerwerdende Hangabtriebskraft auf die Kugel. Endgeschwindigkeit und Beschleunigung nehmen zu.

Vom Lehrer kann danach das Ziel der Unterrichtsstunde formuliert (Herleitung des Erfahrungsgesetzes $F = m \cdot a$) und die experimentelle Methode als Lösungsweg gekennzeichnet werden.

- In einem Unterrichtsgespräch sollten dann die Schritte der experimentellen Methode wiederholt, ein Tafelbild /1/ vorbereitet und die Aufgabenstellung (Anlehnung an die zweite Variante) erteilt werden.
- Die Schüler sollten aufgefordert werden, während der Rezeptionsphase die Meßwerte in die vorbereiteten Tabellen einzutragen.
- In der Auswertungsphase sollten in selbständiger Schülerarbeit die Eintragungen im Heft vervollständigt, im Unterrichtsgespräch verglichen und wenn nötig, berichtigt werden.
- Die Punkte 3. und 4.2. des Tafelbildes können (auch als Hausaufgabenstellung) zur vertiefenden, gedanklichen Auseinandersetzung mit der Sendung beitragen.

Zweite Variante:

Die Schüler sind auf das Wesentliche der Sendung zu orientieren, indem ihnen vor dem Sendungseinsatz folgende Aufgaben gestellt werden (Aufgaben auf Folie über Polylux - Schüler übertragen in ihre Hefte):

/1/ "Das Newtonsche Grundprinzip"

(Die Schüler sollten beim Übertragen des Tafelbildes in ihre Hefte bei den einzelnen Punkten entsprechenden Platz freilassen)

1. Problemstellung:
2. Hypothese:
3. Aufbau der Versuchsanordnung:
4. Auswertung
 - 4.1. Meßtabelle

	a in $\frac{m}{s^2}$	F in N	$\frac{F}{a}$ in $\frac{N \cdot s^2}{m}$
<i>Wagen ohne Wägestück</i>			
<i>Wagen mit Wägestück</i>			

4.2. graf. Darstellung

5. Ergebnis:
6. Vergleich mit Hypothese:
7. Verallgemeinerung: Aus dem neu gewonnenen ... folgt die Definitionsgleichung:
In Worten: Die Masse gibt an,
 Kurz: m ist

1. Bei der Untersuchung des Zusammenhanges von Kraft und Beschleunigung werden in der Sendung folgende Meßwerte gewonnen:

F in N	a in $\frac{m}{s^2}$	$\frac{F}{a}$ in $\frac{N \cdot s^2}{m}$
01	03	
02	06	
03	09	

F in N	a in $\frac{m}{s^2}$	$\frac{F}{a}$ in $\frac{N \cdot s^2}{m}$
01	02	
02	04	
03	06	

Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Kraft F und der Beschleunigung a ? Begründen Sie Ihre Aussage!

2. Welche physikalische Größe ist als Quotient $\frac{F}{a}$ definiert? Vergleichen Sie dazu beide Meßreihen! Welche Eigenschaft von Körpern charakterisiert die definierte Größe?
3. Auf welche Weise kann die Beschleunigung eines Fahrzeuges verdoppelt werden? Begründen!

Die Aufgaben 1 und 2 helfen bei der Festigung der durch die Sendung vermittelten Erkenntnisse, Aufgabe 3 ermöglicht den Grad der Aneignung des Newtonschen Grundgesetzes zu kontrollieren, da sie die Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse auf einen neuen Sachverhalt fordert.

Die in der Sendung dargestellten Praxisbeispiele sollten durch Erläuterungen weiterer Anwendungsbeispiele (durch den Lehrer bzw. im Unterrichtsgespräch) ergänzt werden.

3. Sendung: "Künstliche Erdestelliten" (STE 1.5.; 22 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll besonders zur Realisierung von Lehrplanzielen der STE 1.5. "Gravitation" beitragen:

- Wissenschaftliche, technische und politische Bedeutung künstlicher Satelliten;
- Informationen zu den Fluchtgeschwindigkeiten

Emotional wirksame Bildfolgen sollen die Schüler mit den Bedingungen für den Flug von künstlichen Erdestelliten vertraut machen. Authentische Bild- und Tondokumente vermitteln Einsichten über die Pioniertaten der SU auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Indem inhaltliche Darlegungen zum Teil am Beispiel des Gruppenfluges von Valeri Bykowski und Siegmund Jähn erfolgen, soll bei den Schülern zugleich Stolz auf unsere sozialistische Heimat geweckt werden. Durch die Darstellung des Nutzens künstlicher

Erdsatelliten an sechs Beispielen aus unterschiedlichen Gebieten macht die Sendung den Schülern bewußt, daß technische Leistungen in unserer Zeit nicht mehr die Realisierung einzelner wissenschaftlicher Erkenntnisse sind, sondern Ergebnisse und Erfahrungen aus verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen synthetisieren und damit umfassende Gemeinschaftsarbeit erfordern. Mit der Sendung soll die weltanschauliche Bildung und Erziehung auch dadurch unterstützt werden, indem sie Möglichkeiten eröffnet zu Gesprächen bzw. Diskussionen zu Problemen und Fragen über die Erkennbarkeit der Welt und die Objektivität der Naturgesetze und ihrer Anwendung in der sozialistischen Gesellschaft zum Wohle des Menschen.

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

- Der Einstieg in die Sendung erfolgt über eindrucksvolle Aufnahmen (Reale - Archivmaterial) vom Start und vom Aufstieg des Raumschiffes Sojus 31 mit dem Raumschiffkommandanten Valeri Bykowski und Fliegerkosmonaut Siegmund Jähn am 26. August 1978 (Originalgeräusche - Startkommando mit Übersetzung ins Deutsche).
- Historische Aufnahmen vom Start von Sputnik 1 (mit eingeblendetem Funksignal) leiten eine Rückblende ein. Pioniertaten sowjetischer Raumfahrttechnik wird gewürdigt. Die Zuschauer sehen den ersten Menschen im Weltraum, Juri Gagarin in Wostok 1 (1961), aufgenommen von einer Fernsehkamera.
- Mit einem Blick in wissenschaftliche Untersuchungen der Kosmonauten in Salut 6 (Hörschwellenuntersuchung, Arbeit mit wissenschaftlichen Geräten; Bilder vom Leben in Salut 6 - u.a. Gewichtelosigkeit) beginnt der zweite Abschnitt der Sendung. Es erfolgt die Einführung zu Betrachtungen über die Bedingungen des Flugs von künstlichen Erdsatelliten.
- Vom Sprecher wird die Frage gestellt: "Wie hält sich ein Körper auf einer Bahn um die Erde?"
Mit Hilfe eines Trickfilmtails werden Erläuterungen zum Zustandekommen der Geschwindigkeit eines Körpers gegeben, die erforderlich ist, damit sich dieser auf einer Bahn um die Erde bewegt. Während der Zuschauer auf die Triebwerke einer Rakete

blickt und den Start dieser Rakete "miterlebt", wird mitgeteilt, daß gewaltige Schubkräfte erforderlich sind, um einem Raumflugkörper mit großer Masse bei Brennschluß eine derartige Geschwindigkeit geben zu können.

Ober Trick (Satelliten auf verschiedenen Bahnen) wird anschaulich dargestellt, daß bei künstlichen Erdsatelliten die Geschwindigkeiten bei Brennschluß zwischen 7,9 und 11,2 km/s liegen müssen, um diese auf Umlaufbahnen um die Erde bringen zu können.

- Eine Teilzusammenfassung schließt sich an. Zum Sprechertext erscheinen Textblöcke (Schriftbild):

Künstliche Erdsatelliten

"Raumflugkörper, die sich nach Gesetzen der Himmelsmechanik bewegen"

"Ellipsenbahnen, in deren einem Brennpunkt das Massezentrum der Erde liegt"

"Geschwindigkeit bei Brennschluß zwischen 7,9 und 11,2 km/s"

"Arbeit unter besonderen Bedingungen des Weltalls: Schwerelosigkeit, geringer atmosphärischer Druck, günstige Meß- und Beobachtungsbedingungen"

- Die Frage "Werum aber bewegen sich künstliche Erdsatelliten auf so unterschiedlichen Bahnen?" leitet den nächsten Abschnitt der Sendung ein (im Bild Erdball mit Bahnen - Trick). Die Beantwortung (... hängt von der Aufgabe ab, die die Satelliten erfüllen sollen) erfolgt parallel zu dynamischen Bildfolgen von Raumflugkörpern wie Kosmos 97, Molnija, Meteor, Kosmos 110 und Sojus. Dazu werden (Sprecher unter Bild) gleichzeitig aus der Vielzahl der möglichen Aufgaben sechs Gebiete genannt:
"Künstliche Erdsatelliten dienen der Erforschung des erdnahen Raumes, der Nachrichtenübermittlung, der Wetterbeobachtung, medizinisch-biologischen Experimenten, physikalisch-technischen Versuchen und der Erdbeobachtung."
- Die Frage "Welchen Nutzen ziehen wir in der DDR aus der Arbeit künstlicher Erdsatelliten?" wird an drei Beispielen relativ ausführlich in Bild und Text beantwortet:
(Beispiel 1: Nachrichtenübermittlung; Beispiel 2: Wetterbeobachtung; Beispiel 3: Erdfernerkundung)
- In einer Reportage (Originalton - Interview) aus dem Zentralinstitut für Physik der Erde der AdW in Potsdam wird deutlich, welchen volkswirtschaftlichen Nutzen Erdfernbeobachtungen mit

der MKF 6 haben. Im Bild können die Schüler vergrößerte MKF-6-Aufnahmen unseres Norddarßgebietes betrachten. Die Darstellungen in Bild und Wort darüber, daß mit Hilfe solcher Aufnahmen Rückschlüsse auf den Prozeß der Küstenbildung, auf den Reifegrad pflanzlicher Kulturen, auf erforderliche Maßnahmen des Umweltschutzes u.ä. gezogen werden können, sind für die Schüler beweiskräftig.

- Der letzte Abschnitt der Sendung wird eingeleitet mit Realfilmaufnahmen von der Landung der Kapsel mit V. Bykowski und S. Jähn. Dazu heißt es vom Sprecher (unter Bild):
"Der Weltraum ist durch die künstlichen Erdsatelliten zu einem neuen Arbeits- und Forschungsfeld geworden. Im Interkosmosprogramm der sozialistischen Länder verwirklicht sich auf diesem Gebiet eine erfolgreiche und nutzbringende Gemeinschaftsarbeit. Der Flug unseres Kosmonauten ist dafür nur ein Beispiel (im Bild S. Jähn nach der Landung; schreibt dann seinen Namen mit Denk auf die Kapsel).
Aber die Menschheit wird die Früchte ihrer Anstrengungen nur genießen können, wenn künstliche Erdsatelliten nicht für militärische Zwecke mißbraucht werden." Siegmund Jähn konnte diesen Eindruck aus eigenem Erleben wiedergeben:
- S. Jähn macht vor der Kamera Aussagen (Originalton) zu Raumfahrt und Fortschritt der Menschheit, zu Fragen der friedlichen Nutzung künstlicher Erdsatelliten.

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Die Sendung läßt sich besonders wirksam zur Festigung und Anwendung der erworbenen Kenntnisse einsetzen, wobei die gezeigten Beispiele zum Nutzen künstlicher Erdsatelliten für die Schüler neue Informationen sind, also Erstvermittlung bedeuten.

Bewährt hat sich folgender Unterrichtsablauf:

- Erteilen einer Hausaufgabe schon etwa vier Wochen vorher:
"Welche Auswirkungen, welchen Nutzen haben die Ergebnisse der Raumfahrtforschung, insbesondere künstliche Erdsatelliten für Wissenschaft, Produktion und Technik? Werten Sie zur Beantwortung aktuelle Meldungen in Presse, Rundfunk und Fernsehen aus, gliedern Sie nach selbstgewählten Schwerpunkten!
Auch das Vorbereiten von Schülerkurzvorträgen ist möglich.
- Der Einsatz der Sendung sollte nach der unterrichtlichen Behandlung der Keplerschen Gesetze, des Gravitationsgesetzes und des Gravitationsfeldes in der Unterrichtsstunde "Wissenschaftliche, technische und politische Bedeutung künstlicher Erd-

satelliten" erfolgen. Erklärtes Ziel für diese Unterrichtsstunde sollte sein die Vermittlung der Einsicht: "Satelliten besitzen große wissenschaftliche, ökonomische und politische Bedeutung; besondere Leistungen in der Raumfahrtforschung wurden durch die SU erreicht; die DDR beteiligt sich, leistet einen Beitrag ..."

- Als geeignete Maßnahmen zur Realisierung dieser Zielstellung des Unterrichts können empfohlen werden:
 - Hinführung: Historischer Überblick über die Raumfahrt - z.T. als Schülervortrag unter Verwendung der TBR "Wichtige Etappen der Raumfahrt"
 - Informationen über Fluchtgeschwindigkeiten und Bahnformen von Satelliten
 - Erste Auswertung der langfristig gestellten Hausaufgabe (je nach Möglichkeit und zeitlicher Lage der Sendung innerhalb der Unterrichtsstunde)
 - Einsatz der Sendung mit o.g. Zielstellung
Die Motivation bzw. das Wecken des Interesses der Schüler kann in unterschiedlicher Weise erfolgen. Bewährt haben sich u.a. Kurzberichte der Physiklehrer aus ihren eigenen Erinnerungen an den Tag des ersten Starts eines Satelliten (4.10.1957 - Sputnik I).
- Bezüglich der Auswertung des Sendungseinsatzes haben sich unterschiedliche inhaltliche Schwerpunktsetzungen bewährt: Im Mittelpunkt sollten Diskussionen (bzw. Gespräche) zur wissenschaftlichen, ökonomischen und politischen Bedeutung künstlicher Erdsatelliten, zum Nutzen künstlicher Erdsatelliten (Beispiele) und zur internationalen Zusammenarbeit (Interkosmosprogramm; Forschungen der SU und der sozialistischen Länder für friedliche Zwecke, die der USA vorrangig für militärische Zwecke; die vielfältigen Initiativen der SU zum Zustandekommen eines Vertrages über die friedliche Nutzung des Kosmos) stehen. Dabei kann auch Fragen der experimentellen Erforschung des Kosmos aus historischer Sicht, der Bedeutung der Kosmosforschung für die Erkennbarkeit der Welt und den Bedingungen für den Flug von Satelliten verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Als Hausaufgabe sollten die Schüler ihr langfristig erarbeitetes Material durch Beispiele aus der Sendung ergänzen. Dadurch wird eine erneute Auseinandersetzung mit der Sendung angeregt.

4. Sendung: "Die elektromagnetische Induktion" (STE 2.3., 19 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll zur Realisierung von Lehrplanzielen der STE 2.3. "Elektromagnetische Induktion" beitragen. Durch die Nutzung spezieller Möglichkeiten des Fernsehens sollen die Schüler an das Wesen und die technische Bedeutung der elektromagnetischen Induktion herangeführt werden.

Im einzelnen geht es um folgende Ziele, wie:

- Kennzeichnen der Bedingungen für das Auftreten einer Induktionsspannung
- Charakterisieren der wissenschaftlichen und technischen Bedeutung der elektromagnetischen Induktion
- Bekanntmachen mit der Entdeckungsgeschichte der elektromagnetischen Induktion und historischen Leistung Faradays.

Wesentliche Gestaltungsmittel sind dabei historische Dokumente, überzeugende Experimente - unterstützt durch Trickdarstellungen und Realaufnahmen bezüglich markanter technischer Anwendungen.

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

- Einleitend werden Informationen zur Person von Faraday gegeben: Porträt, Arbeitsraum, Laboratorium, Straße in London in den Jahren um 1831. Die Entdeckung Faradays wird als eine Leistung gewürdigt, die es ermöglichte, die Fülle der Geräte und Anlagen zu entwickeln, die uns heute eine Selbstverständlichkeit sind, ohne Kenntnis der elektromagnetischen Induktion aber nicht möglich wären.
- Zunächst wird der Oerstedtversuch gezeigt und dann auf die von Faraday entdeckte Umkehrung des Experiments hingewiesen. Dabei werden die von Faraday skizzierten experimentellen Gerätschaften und protokollierten Versuchsergebnisse gezeigt.
- Die Erscheinung der elektromagnetischen Induktion wird zunächst in einem ersten Grundversuch gezeigt (Relativbewegung Leiterschleife - Stabmagnet). Danach erfolgt eine trickmäßige Darstellung der Ladungsträgerverchiebung in der Leiterschleife auf der Grundlage der Kraft auf bewegte Ladungsträger im magnetischen Feld.
- Mittels eines weiteren Experimentes wird der Nachweis erbracht, daß auch eine geeignete Drehbewegung zum Auftreten einer Induktionsspannung führt.

- Die gesprochene Frage: "Welche Bedeutung hat die elektromagnetische Induktion?" leitet den Abschnitt über die Anwendung der elektromagnetischen Induktion ein.
Es werden Realaufnahmen technischer Geräte und Anlagen gezeigt, dabei soll aber deutlich werden: So kompliziert die technischen Lösungen auch erscheinen, das physikalisch Wesentliche, der grundlegende Vorgang, ist immer das gleiche.
Der Fahrraddynamo wird verglichen mit einem Generator aus einem Museum und einem Generator in der Montagehalle des VEB Bergmann-Borsig (Einzelteile, Gemeinsamkeiten von Bau und Funktionsweise)
- Nachdem der Anwendungsbereich Erzeugung elektrischer Energie in großen Zügen dargestellt wurde, wird auf den Bereich der Übertragung elektrischer Energie eingegangen. In einem zweiten Grundversuch wird gezeigt, daß auch dann in der Leiterschleife eine Spannung induziert wird, wenn anstelle des Stabmagnets ein Elektromagnet Verwendung findet und bei ruhender Versuchsanordnung die Stromstärke im Elektromagneten verändert wird. Auch dieser Vorgang wird trickmäßig dargestellt. Als Beispiel für die technische Nutzung werden Transformatoren gezeigt.
- Ein Blick auf die einfachen von Faraday skizzierten Gerätschaften, die Ausgangspunkt für die Elektrifizierung und die Entwicklung der elektrotechnischen Industrie waren, beschließt die Sendung.

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Die Sendung ist in erster Linie für den Einsatz in der Phase der Einführung und Erstbehandlung der elektromagnetischen Induktion geeignet (vgl. 17. und evtl. auch 18. Std.; UH Klasse 9).

Sie sollte möglichst in der Stunde eingesetzt werden, die auf die wiederholende und einführende Unterrichtsstunde zum Thema "Das Generatorprinzip" folgt und in der sowohl die Kenntnisse über elektrische Ladungen systematisiert wurden, als auch die Umkehrung des elektromotorischen Prinzips, das Generatorprinzip, im Mittelpunkt der Betrachtungen sind (16. Std.; UH Klasse 9). Die Sendung nimmt auf diese Unterrichtsstunde indirekt wiederholend Bezug.

Mit Fragen nach den Bedingungen für das Auftreten einer Induktionsspannung sowie nach der Anwendung der elektromagnetischen

Induktion in der Praxis sollten die Schüler für das aufmerksame Sehen der Sendung motiviert und auf die Auswertung vorbereitet werden. Nach der Sendung sollten die Schüler Gelegenheit erhalten, Fragen zu stellen, das auch im Hinblick darauf, daß ihnen Themen für Kurzvorträge oder als Hausaufgabe gestellt sind:

- Unter welchen Bedingungen tritt eine Induktionsspannung auf?
- Skizzieren Sie eine Anordnung zur Erzeugung von Induktionsspannungen!
- Sprechen Sie über einige Anwendungsbeispiele der elektromagnetischen Induktion!

Wenn von den Schülern nur Anwendungsbeispiele aus der Sendung genannt werden, kann vom Lehrer ohne detaillierte Erklärungen zur Information ergänzt werden: Rundfunk und Fernsehen, Fernsteuerung von Raketen und Aufrechterhaltung von Funkverbindungen mit Kosmonauten usw. sind ohne die elektromagnetische Induktion nicht denkbar.

Die Wiederholung der wichtigsten Inhalte der Sendung sollte durch Experimente ergänzt werden, wobei zunächst möglichst ähnliche Anordnungen wie in der Sendung, später mehr und mehr davon abweichende Anordnungen verwendet werden sollten. Von der Leiterschleife sollte zu Spulen übergegangen werden. Die Schüler sollten in starkem Maße zur Durchführung der Experimente mit herangezogen werden. Danach sollte der Lehrer auch einige neue Anordnungen vorstellen und die Schüler auffordern anzugeben, unter welchen Bedingungen eine Induktionsspannung auftritt, und die Vorhersege zu begründen. Ist die Thematik der 17. Std. "Die elektromagnetische Induktion - erster Teil" inhaltlich bereits im Unterricht behandelt, so ist der Einsatz der Sendung auch zur Wiederholung der Kenntnisse über das Wesen der elektromagnetischen Induktion geeignet. Im Mittelpunkt der Auswertung sollten dann Gespräche über Anwendungsgebiete und Beispiele der elektromagnetischen Induktion stehen. Experimentelle Untersuchungen zu den Faktoren, die den Betrag der Induktionsspannung beeinflussen, lassen sich so nahtlos anfügen (in Anlehnung an die Vorschläge zur 18. Std.; UH Klasse 9).

5. Sendung: "Das allgemeine Modell der elektrischen Leitungsvorgänge" (STE 2.4.1.; 22 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll der Realisierung folgender Lehrplanziele der STE

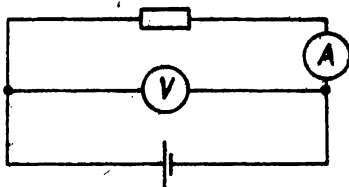
2.4.1. "Allgemeines Modell der elektrischen Leitungsvorgänge" dienen:

- Nachweis der Leitung des elektrischen Stromes in Metallen, Halbleitern, wässrigen Lösungen, Gasen und im Vakuum;
- Analysieren und Vergleichen der Experimente;
- Feststellen der Gemeinsamkeiten: Vorhandensein von Ladungsträgern und eines elektrischen Feldes;
- allgemeines Modell (Voraussetzungen für Stromfluß, Definition der elektrischen Stromstärke)

Den Schülern wird verdeutlicht, daß sich elektrische Leitungsvorgänge verschiedener Erscheinungsformen auf das allen Gemeinsame, Allgemeine, Wesentliche zurückführen und mit einem einfachen Modell beschreiben bzw. erklären lassen.

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

- In Realfilmtteilen wird die volkswirtschaftliche Bedeutung der elektrischen Leitungsvorgänge verdeutlicht (Kraftwerk, Überlandleitungen, Ringbäder (Elektrolyse), Halbleiterbauelemente für Steuerung von Werkzeugmaschinen, Leuchtstofflampen, Elektronenröhren in Fernsehempfänger), (Sprecher unter Bild). Der Moderator formuliert, an diese Beispiele anknüpfend, die Zielstellung der Sendung.
- Anschließend werden nacheinander Leitungsvorgänge in einem Metall, in einem Elektrolyten (wässrige Lösung), in einem Halbleiter und in einem Gas mittels Experiment demonstriert. Der prinzipielle Aufbau bleibt dabei gleich und wird beim jeweiligen Leitungsvorgang überblendet:



Die Ergebnisse der einzelnen Experimente werden als Schriftbild eingeblendet: "Metall (Elektrolyt-Halbleiter) leitet elektrischen Strom, wenn eine Spannung angelegt ist." Bei Gasen wird ermittelt, daß sie auch bei angelegter Spannung nur unter bestimmten Bedingungen leitfähig sind (radioaktives Präparat).

- Der Sprecher fordert zum Vergleich der Einzelexperimente auf und formuliert anschließend die Gemeinsamkeiten als Voraus-

setzungen für den Stromfluß (Trickfilm, Schriftbild) in Form einer Hypothese:

"Liegt an einem Stoff eine elektrische Spannung an und sind freibewegliche Ladungsträger vorhanden, die die Ladungen von einer Elektrode zur anderen transportieren können, so tritt ein Stromfluß auf. Solche Ladungsträger sind in einigen Stoffen, wie z.B. Metallen und Elektrolyten vorhanden." (Sprecher unter Bild)

- Ausgehend von drei einfachen Experimenten mit zunehmender Vergrößerung der Ladungsträger (radioaktives Präparat ionisiert Luft zwischen den Elektroden, Einstreuen von Grießkörnern zwischen die Elektroden, hängende Weihnachtskugel) wird der Strom als Ladungstransport zwischen den Elektroden erklärt. Die Bedeutung der Experimente wird vom Moderator erläutert (Aufstellen der Vermutung - radioaktives Präparat, Stromfluß ist an Bewegung von Trägern gebunden - Grieß, Modellversuch - Weihnachtskugel).

- Die Ergebnisse werden nun durch Sprecher und Schriftbild zusammengefaßt:

"Voraussetzungen für den Stromfluß sind:

- elektrisches Feld und
- freibewegliche Ladungsträger.

Das elektrische Feld übt auf die Ladungsträger eine Kraft aus, wodurch sie sich in Richtung der Feldlinien bewegen. Gerichtete Bewegung der Ladungsträger ist elektrischer Strom. Diese Aussagen kennzeichnen das allgemeine Modell der Leitungsvorgänge. Damit ist unsere ... Vermutung bestätigt."

- Durch die Anwendung der Kenntnisse vom Aufbau der Stoffe auf die möglichen Ladungsträgerbewegungen sollen die Möglichkeiten und Grenzen des allgemeinen Modells der elektrischen Leitungsvorgänge verdeutlicht werden. Dazu werden mit Hilfe von Trickfilmtiteln und Schrifteinblendungen die Vorgänge beim Ladungstransport gezeigt.

Anschließend erklärt der Sprecher, daß es vier Möglichkeiten des Auftretens von Ladungsträgern je nach Stoffstruktur gibt (wanderungsfähige Ladungsträger bei Metallen oder Elektrolyten; vorhandene, aber ortsfest gebundene Ladungsträger bei Halbleitern; neutrale Teilchen - bei Gasen; keine Teilchen - im Vakuum).

Außerdem wird auf die zu berücksichtigende thermische Bewegung im Trick eingegangen.

- In der Zusammenfassung wird durch den Moderator der Erkenntnisweg noch einmal nachvollzogen (im Bild Rückblenden von Experimenten und Trickdarstellungen zu den einzelnen Etappen).

Der Moderator schließt die Sendung mit den Worten ab:

"Dieses allgemeine Modell der Leitungsvorgänge ermöglicht es uns, die verschiedenen Formen der elektrischen Leitungsvorgänge zu beschreiben und die wichtigsten dabei auftretenden Prozesse zu erklären."

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Aufgrund ihres logisch klaren Aufbaus und ihrer Gestaltung als ein methodisches Vorbild für die Behandlung dieses Themas ist diese Sendung besonders gut zur Erarbeitung des allgemeinen Modells der Leitungsvorgänge geeignet.

Folgende Vorkenntnisse werden von den Schülern benötigt:

- Aufbau der Stoffe,
- Atombau,
- Ionen,
- chemische Bindungen,
- Elektronenmangel, Elektronenüberschuß,
- Ladungsausgleich,
- elektrisches Feld.

Diese Vorkenntnisse können entsprechend den Vorschlägen in der Unterrichtshilfe, S. 181 ff oder auch durch eine vorbereitende Hausaufgabe reaktiviert werden (dabei ist neben dem Lehrbuch die Nutzung des Kompendiums "Physik in Übersichten" empfehlenswert). Zwei bewährte Einsatzvarianten stellen wir vor:

Erste Variante:

Der Lehrer kann den "Einstieg" der Sendung gut zur Motivation benutzen und eventuell durch Hinweise auf Leitungsvorgänge in der unmittelbaren Umwelt der Schüler (z.B. Produktionsarbeit) ergänzen.

Gleichzeitig mit den Rezeptionshilfen (Fragen) erhalten die Schüler eine Zielstellung, die vom Moderator aufgegriffen wird und vom Lehrer nach der Sendung weitergeführt werden kann (Schaffung eines Modells zur Erklärung aller auftretenden Leitungsvorgänge).

Als Rezeptionshilfen können folgende Fragen dienen:

1. Was versteht man unter dem elektrischen Strom?
2. In welchen Stoffen ist ein Stromfluß möglich?
3. Welche Gemeinsamkeiten haben die Leitungsvorgänge in der Sendung (Voraussetzungen für den Stromfluß)?
4. Worin unterscheiden sich die gezeigten Leitungsvorgänge?

Diese Rezeptionsaufgaben orientieren sich am Aufbau der Sendung und zeichnen damit gleichzeitig den Weg der Erkenntnis nach.

Die Schüler können sich dazu stichwortartige Notizen anfertigen, sollten aber ihre Aufmerksamkeit vorrangig der Sendung widmen.

Bei der Auswertung haben sich folgende Schritte bewährt:

- Beantworten der Rezeptionsaufgaben 1 und 2;
- Herausarbeiten der Voraussetzungen mit dem Tafelschaltgerät oder einer vergleichbaren Anordnung (Erläutern des Vorhandenseins von freibeweglichen Ladungsträgern in metallischen Leitern; Anlegen einer Spannung - elektrisches Feld);
- Energieumwandlungen beschreiben, die sich vollziehen, wenn sich Ladungsträger im elektrischen Feld befinden;
- $I = I_1 + I_2$ aus den Kenntnissen über die verschiedenen Arten der Ladungsträger ableiten.

Da in der Sendung keine zusammenfassende schriftliche Darstellung des allgemeinen Modells erfolgt, sollte darauf in der Auswertung nicht verzichtet werden (z.B. Tafelbild UH, S. 188).

Im Unterrichtsgespräch oder auch in einem kurzen Lehrervortrag sind abschließend die Möglichkeiten und Grenzen des Modells zu umreißen (Erklärung der verschiedenen Leitungsvorgänge möglich; Wechselwirkungen zwischen den Teilchen nicht erfaßt; jeweils spez. Untersuchungen von $I = I_1 + I_2$ für jeden Stoff). Eine Hilfe kann dabei der Verweis auf die vierte Rezeptionsaufgabe sein. Die hier dargestellte Variante der Nutzung ist möglich, wenn die Sendung etwa fünf bis zehn Minuten nach Stundenbeginn eingesetzt werden kann. Liegt der Sendungsbeginn früher, müssen die Motivation und die Rezeptionsaufgaben schon in der vorhergehenden Stunde gegeben werden. Wenn mehr als zehn Minuten vor dem Sendungsbeginn zur Verfügung stehen, könnte die Reaktivierung der Vorkenntnisse in einer Kombination von vorbereitender Hausaufgabe und Unterrichtsgespräch zur Klärung offener Fragen erfolgen. Die Auswertung müßte dann in die folgende Unterrichtsstunde verlagert werden. Dazu sollte die schriftliche Beantwortung der gestellten Rezeptionsaufgaben (Hausaufgabe) als Gedächtnisstütze genutzt werden.

Eine zweite Variante zur Erarbeitung des allgemeinen Modells der Leitungsvorgänge mit Hilfe der Sendung stellt die Arbeit mit einer Tabelle dar, die in den weiteren Stunden ergänzt wird. Nach der Zielorientierung wie bei der ersten Variante übertragen die Schüler folgende Tabelle in ihre Hefte:

Stoff/Raum	Ladungsträger	Art	Ladung
Metall	Bereits vorhanden	Elektronen	negativ
Elektrolyt (wässr., Lösung)	Bereits vorhanden	Ionen	positiv/ negativ
Halbleiter	vorh.; müssen z.T. freigesetzt werden		
Gas	müssen erzeugt werden		
Vakuum	müssen von außen eingebracht werden		

(Alle Informationen, die aus der Sendung entnommen werden können, sind in die Tabelle eingetragen.)

Die erste Spalte dient gleichzeitig der Orientierung der Schüler im Ablauf der Sendung. Während der Sendung füllen die Schüler die Spalten nach Möglichkeit aus. Die Ergänzungen erfolgen im Unterrichtsgespräch im Anschluß an die Sendung. Die Schüler werden darauf hingewiesen, daß die Leerstellen in der Tabelle in den kommenden Stunden auszufüllen sind, wenn die einzelnen Leitungsvorgänge genauer untersucht werden.

Mit Hilfe der Tabelle und der Demonstration der Voraussetzungen für den Stromfluß (siehe Variante 1) können nun die Gemeinsamkeiten der Leitungsvorgänge herausgestellt und wie bei Variante 1 zum allgemeinen Modell verdichtet werden.

Variante 2 eignet sich besonders dann gut, wenn die Vorbereitungs- oder auch die Auswertungsphase nicht mit in der Stunde liegen, in der die Sendung eingesetzt wird.

5. Sendung: "Halbleiterbauelemente" (STE 2.4.2., 22 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll zur Realisierung folgender Lehrplanziele der STE 2.4.2. "Anwendungen der elektrischen Leitungsvorgänge" beitragen:

- Aufbau eines Halbleitereinkristalls
- Erzeugung zusätzlicher Ladungsträger durch Einbau von Fremdatomen (Dotieren)
- Erläutern des Leitungsvorganges in einer Halbleiterdiode
- Gleichrichterwirkung einer Halbleiterdiode
- Vergleich von Halbleiter- und Röhrendiode
- Aufbau und Wirkungsweise des Flächentransistors
- Anwendung von Halbleiterbauelementen (Ausblick)

Überzeugende Realfilmteile und geeignete Kombination mit dem Trick sollen die Einsicht der Schüler vertiefen, daß die vom Menschen erforschten Gesetzmäßigkeiten in der gesellschaftlichen

Praxis zu seinem Nutzen Einsatz finden. Dazu werden vielfältige Beispiele aus dem Leben (Arbeits- und Lebensbedingungen) sowie aus der Produktion dargestellt. Trickfilmteile (insbesondere auch dynamischer Trick) sollen das physikalisch Wesentliche hervorheben, den Aneignungsprozeß besonders anschaulich gestalten und auch verdeutlichen, daß Modelle vor allem Mittel der Erkenntnisgewinnung, nicht nur Mittel zur Veranschaulichung sind. Hierbei werden auch einige Informationen über die Mikroelektronik mit einbezogen.

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

- Der Einstieg in die Sendung erfolgt, indem Realfilmaufnahmen (u.a. Radiogeräte, Quarzwecker, Quarzarmbanduhren, elektronisch gesteuerte Schweißroboter und Transportkarren, medizinische Diagnosegeräte, elektronische Rechner, Fernsehkamera usw.) die Vielfalt von Einsatzgebieten elektronischer Bauelemente deutlich machen. Diese Einführung endet im Bild mit einem Sachtrick (viele Halbleiterbauelemente auf einen Blick).
- Am Element Silizium erfolgt die Demonstration des Gitteraufbaus und der Eigenleitung im Trick. Dazu heißt es unter Bild:
"So könnte man sich das Kristallgitter des Siliziums vereinfacht vorstellen: Jedes Atom besitzt vier Valenzelektronen, die an gleiche des Nachbaratoms gebunden sind. Alle Gitterteilchen schwingen bei Normaltemperatur. Beim Schwingen der Gitterteilchen können Elektronenbindungen aufreißen. Dort, wo ein Elektron seine Bindung aufgibt, bleibt ein sogenanntes Loch zurück. Ihm kann man eine positive Ladung zuordnen. Freie Elektronen und Löcher sind Voraussetzung für die sogenannte Eigenleitung des Siliziums."
- In einem Sachtrick wird ein Si-Einkristall gezeigt, zum nächsten Abschnitt geführt. Realaufnahmen vom Zonenschmelzen (Zeitraffer) beim Reinigen von Silizium (im VEB Spurenelemente Freiberg) verdeutlichen die Kompliziertheit der Herstellung sehr reinen Siliziums. Unter Bild heißt es dazu u.a.:
"Höchste Reinheit bedeutet: unter 100 bis 1000 Millionen Silizium-Atomen darf nur ein Fremdatom sein. Vergleichsweise ist das ein Stein in 4000 Waggons Brikette. Um aber bestimmte Leitungseigenschaften zu erreichen, muß das hochreine Silizium gezielt verunreinigt werden. Wir sprechen bei diesem Vorgang von Dotierung."
- Mit Zeichentrickfilm wird demonstriert, wie die Dotierung von Silizium durch Antimon oder durch Indium vorstellbar ist. Unter Bild erfolgen entsprechende Aussagen dazu. Dem Bereich, in dem verschieden dotierte Bereiche aneinandergrenzen, gilt die weitere Betrachtungsweise in Wort und Bild. Als Überleitung

zum nächsten Abschnitt wird zum Sachtrick "Verschiedene Halbleiterbauelemente" unter Bild formuliert:

"Die Funktion vieler Halbleiterbauelemente wird durch Vorgänge in der Grenzschicht bestimmt. Einem bekannten Vertreter, der Halbleiterdiode, wollen wir uns näher zuwenden."

- Während im Bild Geräte vorgestellt werden, die man mit Gleichstrom betreibt (Telefone, elektronische Diagnosegeräte, Aluminiumschmelzöfen, Oszillograph zur Aufzeichnung des Spannungsverlaufs, Straßenbahnen ...) wird unter Bild u.s. ausgesagt, daß Gleichspannung Voraussetzung für den Betrieb fast aller elektronischen Geräte ist und daher Gleichrichter gebraucht werden.
- In einem Experiment (Transformator, Halbleiterbauelement) wird die Gleichrichtung vorgeführt und dann nach der Ursache des Gleichrichtungseffektes mittels Diode gefragt.
- In einem Trickfilmtitel wird das besondere Verhalten der Grenzschicht einer Diode bei Anlegen eines elektrischen Feldes anschaulich erklärt (Durchlaßrichtung, Sperrrichtung).
laßrichtung, Sperrrichtung).
- Realaufnahmen von Geräten mit Vakuumröhren (ältere Rundfunkgeräte) aus dem Postmuseum der DDR machen deutlich, daß vor der Entwicklung von Halbleiterdioden Röhrendioden diese Funktion ausübten. Gleichrichterröhren und Halbleiterdioden werden (in Bild und Wort) miteinander verglichen. Als Vorzüge von Halbleiterdioden werden klein, robust, energiesparend und relativ billig herausgestellt.
- Realaufnahmen aus der Produktion in Sonneberg (Montageplätze im VEB Sternradio) zeigen, daß neben Dioden noch viele andere Halbleiterbauelemente in ein Radiogerät eingebaut werden. Von daher wird die Frage nach der notwendigen Verstärkung schwacher elektrischer Signale aufgeworfen, die z.B. eine Antenne auffängt. Der Transistor wird kurz in seinem Aufbau erklärt (Zeichentrick), seine Funktion (Verstärkung) wird im Labor nachgewiesen (Oszillographenbild).
- Die Schüler (Zuschauer) erleben eine Hörschwellenprüfung in der Charité Berlin (10 000fache Verstärkung elektromotorischer Ströme von Sinneszellen) und deren Aufzeichnung mit.
- Der letzte Teil der Sendung wird eingeleitet, indem viele verschiedenartige Halbleiterbauelemente im Bild gezeigt werden.

Unter Bild heißt es dazu: "Dioden und Transistoren sind nicht die einzigen Halbleiterbauelemente, Gleichrichten und Verstärken nicht die alleinigen Aufgaben. Ebenso häufig finden wir sie als elektronischen Schalter, als Meßfühler, als Anzeigenelement, als Informationsspeicher."

Die Schüler erhalten einen Einblick in Arbeiteräume im VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder. Sie sehen (Blick durchs Mikroskop), daß nur bei hoher Vergrößerung die Bearbeitung der winzigen Bauelemente möglich ist. Das Zerteilen des in Scheiben geschnittenen hochreinen Siliziummaterials mit einem Automaten in hunderte bis tausende winziger Plättchen (Chips) kann beobachtet werden. Größenvergleiche werden vorgenommen. Es wird ausgesagt, daß die Miniaturisierung weiter geht. Integrierte Schaltkreise werden gezeigt; Mikroaufnahmen lassen den Schüler mehrere voneinander getrennte Halbleiterbauelemente, die durch hauchdünne Leitungsbahnen miteinander verbunden sind, erkennen. Als Größenvergleich dient jeweils ein Einmarkstück. Die starke mögliche Miniaturisierung und Integration wird am Beispiel eines Mikroprozessors mit einer Fläche von 12 mm^2 verdeutlicht (mikroskopische Aufnahme).

Der Sprecher erwähnt, daß die Miniaturisierung inzwischen noch weiter fortgeschritten ist.

Während im Bild elektronische Rechner, Leiterplatten, elektromechanisch gesteuerte Werkzeugmaschinen, Schweißroboter und Spritzroboter (beim vollautomatischen Spritzen der Trabantkarosserie) zum Teil in Funktion gezeigt werden, werden unter Bild wesentliche Vorzüge der Anwendung der Mikroelektronik aufgeführt:

z.B. Steigerung der Arbeitsproduktivität und damit hoher Beitrag zur Intensivierung der Volkswirtschaft der DDR; Industrieroboter ersetzen die menschliche Arbeitskraft bei körperlich schweren und gesundheitsschädigenden Arbeiten, gehen sparsamer mit Material um als der Mensch, arbeiten präziser, zuverlässiger und schneller.

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Der Einsatz der Sendung bewährte sich bei der Realisierung folgender Zielstellungen für Unterrichtsstunden:

- Vermitteln von Kenntnissen über Aufbau und Wirkungsweise der Halbleiterdiode, zunehmender Einsatz von Halbleiterbauelementen in Wissenschaft und Technik, ihr Beitrag zur Steigerung der Arbeitsproduktivität, Ausblick auf Aufbau und Funktion von Transistoren

oder

- Festigung der Kenntnisse über Aufbau und Wirkungsweise von Halbleiterdioden, Beispiele zur Anwendung und Bedeutung von Halbleiterbauelementen in Wissenschaft und Technik, Ausblick auf perspektivische Entwicklungen der Mikroelektronik, Ausblick auf Aufbau und Wirkungsweise von Transistoren.

Zur Realisierung dieser Zielstellungen sind folgende Maßnahmen zweckmäßig:

- die Bereitstellung notwendigen Vorwissens (durch Hausaufgabenteilung, Schülerkurzvorträge): Leitungsvorgänge in Halbleitern, allgemeines Modell der elektrischen Leitungsvorgänge usw.; evtl. Aufbau und Funktion einer Halbleiterdiode;

- eine Zielorientierung durch Aussagen wie: "Halbleiterbauelemente übernehmen immer mehr die Funktion von Elektronenröhren. Sie müssen Vorteile den Röhren gegenüber besitzen", "Halbleiterbauelemente werden sehr vielseitig angewendet" usw. ...

Auch kurze historische Betrachtungen zur Entwicklung der Halbleitertechnik und Erläuterungen zur Notwendigkeit der Miniaturisierung in vielen Bereichen (z.B. der Raumfahrttechnik) weckten Interesse und Neugier der Schüler für das aufmerksame Sehen der Sendung.

- solche Frage- und Problemstellungen, die sich weitgehend am Sendungsaufbau orientieren:

1) In der Sendung wurden Ihnen Halbleiterbauelemente gezeigt. Worin sehen Sie Vorteile beim Einsatz im Vergleich zu Vakuumröhren?

2) Ergänzen Sie in folgender Darstellung die Dotierung (Sb und In)!

	Si	Si	Si		Si	Si	Si
	Si	?	Si		Si	?	Si
a)	Si	Si	Si	b)	Si	Si	Si

Durch welche Ladungsträger (bei a bzw. bei b) erfolgt der Ladungstransport?

3) Nennen Sie Anwendungen von Halbleiterbauelementen im allgemeinen und erläutern Sie Aufbau und Funktionsweise einer Halbleiterdiode!

- 4) Auf dem Bildschirm des Oszillografen waren in der Sendung zwei Bilder zu sehen

Bild 1:

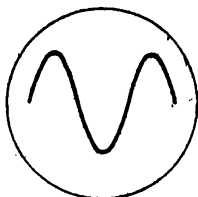
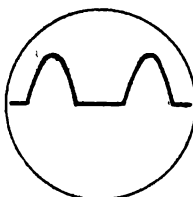


Bild 2:



Was ist im Bild 1, was im Bild 2 dargestellt? Erläutern Sie den Zusammenhang!

- 5) Warum sind bei der Herstellung (Produktion) von Halbleiterbauelementen höchste Anforderungen an Reinheit zu stellen?

Anmerkung: Die Beantwortung dieser Frage- und Problemstellungen wird für die Auswertungsphase empfohlen. Damit ist vor allem eine Kontrolle der Rezeption aus der Sicht wesentlicher Lehrplanforderungen möglich.

Als Schwerpunkt für die unterrichtliche Auswertung sind zur Auswahl zu empfehlen:

- Anwendung und Bedeutung der Halbleiterbauelemente;
- Aufbau und Funktion einer Halbleiterdiode;
- Vorteile der Halbleiterbauelemente gegenüber Vakuumröhren;
- Ausblick auf die Möglichkeiten des rationellen Einsatzes der Mikroelektronik in vielen Bereichen der Volkswirtschaft zum Nutzen aller.

Je nach festgelegter Zielstellung ist die Einbeziehung folgender Unterrichtsmittel in die didaktisch-methodisch gezielte Arbeit mit dieser Sendung geeignet:

Lehrbuch, S. 131 - Abb. 131/5 -; Polyluxfolie zur Halbleiterdiode - Schaltung in Durchlaß- und Sperrichtung; Polyluxfolie zu den Grundschaltungen des Transistors als Ausblick; Demonstrationsexperimente zur Gleichrichterwirkung der Halbleiterdiode und der Steuerwirkung des Transistors; Schülerexperiment zur Kennlinie der Halbleiterdiode.

ZENTRALINSTITUT FÜR SCHULFUNK UND SCHULFERNSEHEN



PHYSIK

KLASSE 10

UNTERRICHTSFERNSEHEN
METHODISCHE ANLEITUNGEN

**Zentralinstitut für Schulfunk und Schulfernsehen
an der Pädagogischen Hochschule "Karl Liebknecht" Potsdam**

**A n l e i t u n g
zur Arbeit mit den Unterrichtssendungen
des Bildungsfernsehens der DDR**

**für das Fach
P H Y S I K
Klasse 10**

1984

Herausgegeben im Auftrag des Ministeriums für Volksbildung
der Deutschen Demokratischen Republik
vom Zentralinstitut für Schulfunk und Schulfernsehen
an der Pädagogischen Hochschule "Karl Liebknecht" Potsdam

Autoren:

Dr. Walter Antol (ZISF)
Prof. Dr. sc. Hans-Joachim Wilke (WB Physikmethodik an der
PH "K. F. Wender" Dresden)

- Als Manuskript gedruckt -
Abgeschlossen am 1. 5. 1984
1. Auflage

Druck: Wissenschaftlich-Technisches Zentrum der
Pädagogischen Hochschule "Karl Liebknecht" Potsdam
1/16/18/7,84/1153 Ag 124/50/84

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Vorbemerkungen	5
2. Anleitung zur Arbeit mit den einzelnen Sendungen	7
1. Sendung: (von 1982) "Schwingungen" STE 2.2.2. (20 min)	7
2. Sendung: (von 1982) "Hertzsche Wellen - Eigenschaften und Nutzung" STE 3.2.2. (22 min)	10
3. Sendung: (von 1983) "Elektromagnetische Wellen im Dienste der Medizin" STE 3.2.3. (20 min)	14
4. Sendung: (von 1983) "Energiebilanzen" STE 4.2. (20 min)	18

Vorbemerkungen

Für den Physikunterricht der Klasse 10 stehen vier USF zur Verfügung. Sie wurden im Schuljahr 1982/83 erstmals ausgestrahlt. Die vorliegenden "Methodischen Anleitungen" enthalten Angaben über "Ziele und Aufgaben", "Inhalt, Aufbau und Gestaltung" und "Hinweise zur Nutzung".

Die Zielstellungen der Sendungen werden durch die Gestaltung von Inhalten aus den Stoffeinheiten "Schwingungen" (STE 2.), "Wellen" (STE 3.) und aus einem der Schwerpunkte für die Gesamtwiederholung und Systematisierung "Energieerhaltungssatz" (Stoffabschnitt 4.2.) realisiert.

Wesentliche Möglichkeiten zu einer weiteren Verbesserung des Physikunterrichts werden vor allem

- in einer stärkeren Verbindung mit dem Leben,
- in der verstärkten Entwicklung des Erkenntnisinteresses der Schüler und
- in der Erhöhung der geistigen Aktivität der Schüler gesehen.

Als komplex wirkendes Unterrichtsmittel helfen sie besonders bei der Erschließung der Praxis:

- In allen Sendungen dominieren Beispiele und Probleme für die jeweiligen Sachverhalte in der Praxis. Sie sind sowohl Ausgangspunkt der Sendungen, Gegenstand der Untersuchungen und auch Anwendung erkannter Eigenschaften und Gesetze.
- Die ausgewählten Beispiele sind bedeutsam für das Verständnis der Technik, die den Schülern im täglichen Leben begegnet, sie geben den Schülern einen Einblick in wichtige Entwicklungen von volkswirtschaftlicher Bedeutung und tragen zu deren Verständnis bei. Sie leisten einen Beitrag zur Vertiefung der wissenschaftlichen Weltanschauung der Schüler.
- Der Darstellung von repräsentativen Beispielen aus Technik, Wissenschaft und Produktion liegt auch das Bemühen zugrunde, das Wissen der Schüler über physikalische Begriffe und Gesetze zu festigen, sowie ihnen physikalische Erscheinungen und Gesetze in ihrer praktischen Wirksamkeit einprägsam zu zeigen und zu interpretieren.

Ausgehend von den Zielen und Inhalten des Unterrichts hat der Physiklehrer die Aufgabe, die Funktion der jeweiligen Sendung im Unterricht unter Berücksichtigung der konkreten Bedingungen seiner Klasse zu bestimmen.

Es hat sich bewährt, die Sendungen in solchen Phasen des An-
eignungsprozesses einzusetzen, in denen die Schüler besonderer
Hilfe bedürfen:

- beim erforderlichen Übergang von beobachteten Naturvorgängen
oder technischen Prozessen zum experimentellen Aufbau, der
die Untersuchung der elementaren Zusammenhänge ohne störende
Nebeneffekte ermöglicht;
- beim Wiedererkennen des im Unterricht erworbenen Wissens über
grundlegende physikalische Gesetze, die in Geräten, Maschinen
und Anlagen der Praxis und bei bestimmten Naturvorgängen wir-
ken.

In den Abschnitten "Hinweise zur Nutzung der Sendung" werden
dem Lehrer zur didaktisch-methodischen Arbeit mit den Sendungen
Anregungen gegeben, keine Rezepte.

Es ist günstig, zusätzlich zu den hier gegebenen Informationen
und Empfehlungen die Lehrinformationssendungen zur Vorbereitung
des Unterrichts zu nutzen.

Die Sendezeiten werden veröffentlicht in einem Sendeprogramm-
plan für das jeweilige Schuljahr (jede Schule 1 Exemplar), in
der DLZ halbjährlich, in der Fachzeitschrift "Physik in der
Schule", Heft 7/8 und in der Wochenzeitschrift "FF - Dabei".

Wir bitten alle Lehrer, uns zu schreiben, inwieweit sich die
Sendungen im Unterricht bewähren und diese Anleitungen dafür
nützlich sind.

Zentralinstitut für Schulfunk und
Schulfernsehen an der Pädagogischen
Hochschule "Karl Liebknecht"

1500 P o t e d a m
Am Neuen Palais

2. Anleitung zur Arbeit mit den einzelnen Sendungen

1. Sendung: "Schwingungen" (STE 2.2.2., 20 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll besonders zur Realisierung der Ziele beitragen, die im Stoffabschnitt 2.2.2. "Schwingkreis" unter "Festigen durch Wiederholen, Systematisieren und Anwenden" fixiert sind. Durch das Zeigen einer Vielfalt von Schwingungen in Natur und Technik, durch die Darstellung einer Vielzahl von Anwendungsbeispielen zu Schwingungen und zum Auftreten sowie Verhindern störender Schwingungen in Technik und Produktion soll den Schülern bewußt werden, daß ihr erworbenes physikalisches Wissen über Schwingungen wichtig für das Verstehen und Beherrschen von Sachverhalten der Praxis ist. Insbesondere will die Sendung bei den Schülern folgende Erkenntnisse festigen und vertiefen:

- Schwingungen treten in Natur, Technik und Produktion in mannigfaltigen Formen auf. Sie unterscheiden sich in ihrer Erscheinungsform, können aber durch bestimmte physikalische Größen (y , $y_{\max}$, T , f) einheitlich beschrieben werden.
- Alle Schwingungen haben gemeinsame Merkmale: Eine Schwingung ist ein physikalischer Vorgang, der durch die periodische Änderung einer physikalischen Größe gekennzeichnet ist. Schwingungen lassen sich mathematisch auf gleiche Weise beschreiben. Obwohl sie verschiedenen Teilgebieten der Physik entstammen, haben die Graphen in entsprechenden Diagrammen die gleiche Form.
- Bei allen Schwingungen erfolgt eine ständige, periodische Umwandlung zwischen verschiedenen Energieformen.
- Es sind gedämpfte von ungedämpften und freie von erzwungenen Schwingungen zu unterscheiden. Stimmen Eigen- und Erregerfrequenz überein, so liegt Resonanz vor.
- Schwingungen treten in vielfältigen Zusammenhängen auf. Sie finden in Wissenschaft, Technik und Produktion mannigfaltige Anwendungen. Erwünschte Schwingungen werden durch bestimmte Maßnahmen aufrecht erhalten, unerwünschte gedämpft oder verhindert.

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

Einleitend werden Beispiele für die Erzeugung und Nutzung von Schwingungen (Musiker erzeugen Akkorde und Rhythmen, Obertrommler schütteln Kirchen) sowie unerwünschte Folgen von Schwingungen (Bilder nach einem Erdbeben) gezeigt.

Der zeitliche Ablauf von Erdbeben verschiedener Stärke, die "Rüttlerkurve" und das Oszillographenbild verschiedener Töne von Musikinstrumenten werden im Trick dargestellt. Unter Bild wird ein zum Thema "Schwingkreis" orientierter Dialog geführt. Ein Sprecher ist erstaunt über gezeigte Erscheinungsformen von Schwingungen, deutet einzelne zum Teil wenig exakt und stellt Fragen zu Details und Zusammenhängen. Der andere Sprecher korrigiert falsche Aussagen, gibt zusätzliche Erläuterungen, beantwortet gestellte Fragen. Die Schüler werden dadurch indirekt in die Problemfindung und Problemlösung einbezogen. In Wort und Bild (Trick) werden die Gemeinsamkeiten der dargestellten Schwingungen herausgearbeitet, Analogiebetrachtungen durchgeführt, die bekannten Bestimmungsgestücke hervorgehoben.

Als weitere Beispiele für Schwingungen werden gezeigt:

Auf- und Abwärtsbewegung der Karosserie eines fahrenden PKW über Kopfsteinpflaster und dann auf dem Prüfstand in einer Werkstatt; Bewegung eines Rammjägers beim Aufreißen von Straßenbelag (Betondecke); Schallerschwingungen beim Musizieren.

Der unter Bild geführte Dialog wird zu folgenden Sachverhalten fortgeführt: Energiezufuhr als Ursache für die Entstehung von Schwingungen; die ständige Umwandlung einer Energieform in andere Energieformen, Einteilung der Schwingungen in gedämpfte und ungedämpfte, freie und erzwungene.

Es werden nun von den Schülern schon selbst beobachtete Erscheinungen gezeigt und mit Hilfe ihres Wissens erklärt: Schließvorgang einer Tür mit Türschließer, Verhalten einer Turbinenschaufel bei Unwucht, Verhalten defekter und funktionstüchtiger Stoßdämpfer auf dem Prüfstand, Erzeugen von Schallerschwingungen am Flügel.

Der nächste Sendungsabschnitt wendet sich Beispielen für erwünschte und unerwünschte Schwingungen mit Resonanzerscheinungen und deren praktischer Bedeutung zu: Zungenfrequenzmesser, Fußbank mit montiertem Motor in Aktion - als Experiment, Turbinenläufer auf dem Unwuchtprüfstand - Beseitigen der Unwucht durch Anbringen von Ausgleichsmassen.

Beeindruckende historische Aufnahmen aus dem Jahre 1940 von der Zerstörung der Tacoma-Bridge in den USA durch Wind (Resonanz-

katastrophe infolge von Konstruktionsfehlern) leiten den letzten Teil der Sendung ein.

Zu Bildfolgen des Musikers am Synthesizer wird vom Sprecher unter Bild abschließend formuliert: "Ja, so harmonisch wie beim Synthesizer verlaufen Schwingungen wirklich nicht immer, auch wenn letztendlich alles nur periodische Änderungen physikalischer Größen sind."

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Die Sendung setzt ein umfangreiches Wissen der Schüler über Schwingungen voraus:

- Ursachen einer mechanischen Schwingung
- Beschreibung einer Schwingung durch bestimmte physikalische Größen
- Unterschiede von gedämpften und ungedämpften Schwingungen, erzwungenen Schwingungen und Eigenschwingungen
- Wesen der Resonanz
- Wechselstrom als elektromagnetische Schwingung, u-t- und i-t-Diagramm
- geschlossener Schwingkreis, Energieumwandlungen im Schwingkreis, Thomsonsche Schwingungsgleichung
- Prinzip der Erzeugung ungedämpfter Schwingungen.

Mit der Sendung wird besonders dann erfolgreich gearbeitet, wenn sie zur Festigung durch Wiederholen, Anwenden und Systematisieren genutzt werden kann. Hält sich der Lehrer weitgehend an die Vorschläge der Gliederung der zweiten Stoffeinheit in den Unterrichtshilfen, so ist zu empfehlen, den Einsatz in der ersten der beiden Wiederholungsstunden vorzusehen. Die Einbeziehung des Arbeitsblattes (S. 135) sollte schon in der Stunde über die Anwendungen zum Schwingkreis erfolgen und in der Stunde nach der Sendung abgeschlossen werden.

Nach kurzer Wiederholung des erworbenen Wissens über Schwingungen können die Schüler für das Sehen der Sendung motiviert werden:

"Wir wollen mit Hilfe der Sendung, in der interessante Erscheinungsformen von Schwingungen in Natur, Technik und Produktion aufgezeigt und eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen zu Schwingungen dargestellt werden, unser physikalisches Grundwissen zu dieser Problematik erkennen und überprüfen."

Dabei können folgende Fragen im Mittelpunkt stehen: Welche physikalischen Sachverhalte werden beschrieben? Anhand welcher Beispiele werden sie konkretisiert?

Den Schülern sollte das Notieren von Beispielen (in Stichworten) empfohlen werden.

Bei der Auswertung des Sendungseinsatzes hat sich die Beantwortung dieser Fragestellungen und eine abschließende Zusammenfassung der wesentlichen Begriffe, Größen und Zusammenhänge, einschließlich besonders repräsentativer Beispiele aus der Praxis (als Tafelbild und unter Einbeziehung der Lehrbuchabbildungen S. 57, 60 und 93 sowie der zusammenfassenden Übersicht S. 93), bewährt.

Die Beispiele aus der Sendung brachten bei den Schülern weitere eigene Beobachtungen in Erinnerung und regten zu Fragestellungen an.

2. Sendung: "Hertzsche Wellen - Eigenschaften und Nutzung" (STE 3.2.2., 22 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll zur Realisierung der Lehrplanziele und -inhalte aus der Stoffeinheit 3.2.2. "Hertzsche Wellen" beitragen. Mit den spezifischen Mitteln des Fernsehens sollen besonders anschaulich, einprägsam und eindrucksvoll (Realaufnahmen und Kombination von Reale und Trick) aufgezeigt werden:

- die Vielfalt von Anwendungsbeispielen Hertzscher Wellen aus der gesellschaftlichen Praxis (damit Vertiefung der Einsicht, daß der Mensch die gewonnenen Kenntnisse und Erkenntnisse bewußt zu seinem Nutzen anwendet),
- die physikalischen Vorgänge, die bei der bewußten Nutzung der Eigenschaften Hertzscher Wellen den menschlichen Sinnesorganen nicht direkt zugänglich sind, z.B. die Abstrahlung elektromagnetischer Energie vom Sendedipol, deren Ausbreitung und Aufnahme vom Empangedipol und die Übertragung von Informationen durch Hertzsche Wellen (damit Festigung der Überzeugung, daß die Vorgänge und Erscheinungen wissenschaftlich erklärbar sind, die Welt erkennbar ist).

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

- Mit Realaufnahmen - Fliegerkosmonaut Leonow im März 1965 im Weltall - wird die Sendung eingeleitet, und es wird gesagt, daß diese historischen Bilder durch die Nutzung Hertzscher Wellen zur Erde gelangten.

- Zu Bildfolgen eines in Aktion befindlichen Radargerätes auf einem Schiff wird die Zielstellung der Sendung formuliert:
"Was sind Hertzche Wellen, und welche ihrer physikalischen Eigenschaften werden technisch genutzt?"

In den folgenden Teilen der Sendung wird auf die Eigenschaften und auf das Wesen der Hertzchen Wellen eingegangen:

- Hertzche Wellen transportieren Energie, aber keinen Stoff, sie durchdringen elektrisch nichtleitende Stoffe, breiten sich geradlinig aus und werden an elektrisch leitenden Stoffen reflektiert.
- Realaufnahmen von ferngesteuerten Modellbooten dienen als erstes Beispiel. Die Erzeugung hochfrequenter elektromagnetischer Schwingungen im Steuerteil wird mit dem Oszillographen nachgewiesen. Die Übertragung der Schwingungen auf den Sendedipol, die Antenne, und die dort ablaufenden physikalischen Vorgänge werden modellhaft (im Trick) dargestellt und erläutert. Die empfangene Schwingung wird mit der Schwingung im Sender verglichen, und es wird Deckungsgleichheit festgestellt (Bild des Oszillographen).

Daraus wird gefolgert:

"Zwei Eigenschaften Hertzcher Wellen bilden für die drahtlose Verbindung zwischen Sender und Empfänger die Grundlage - Hertzche Wellen übertragen Energie, und sie breiten sich, im Gegensatz zu mechanischen Wellen, ohne Trägersubstanz im Raum aus."

- Die Frage: "Ist damit schon die Steuerung unseres Modellbootes erklärt?" wird mit Aussagen und Bildfolgen zu Modellbooten mit Steuergerät und Steuerteil in Funktion und Oszillographenbildern beantwortet. Wesentliche Kenntnisse über die Übermittlung von Informationen bzw. Signalen durch Hertzche Wellen werden anschaulich (Trick) wiederholt.
- Anwendungsbeispiele zur drahtlosen Informationsübermittlung schließen sich an: Funkgerät eines Volkspolizisten und eines Funkers der NVA in Aktion, Tonwagen in Funktion, Einweisung eines Kranführers auf einer Großbaustelle über Sprechfunk. Die Beobachtung, daß der Funkverkehr auch durch Häuserwände möglich ist, wird als Beleg für die Durchdringung elektrisch nichtleitender Stoffe durch Hertzche Wellen gewertet. Die Frage, warum es möglich ist, daß alle Funktaxifahrer die

Anforderungen ihrer Zentrale hören können, führt (in Wort und Bild) zu der Eigenschaft der Hertzschen Wellen, daß sie sich allseitig, geradlinig mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Das Beispiel wird auch genutzt, um Aussagen zum Zusammenhang von Senderleistung und Reichweite zu machen (Realie und Trick). Die Wellenbereiche Hertzscher Wellen werden in die Betrachtungen einbezogen, der Zusammenhang von Wellenlänge und erforderlicher Antennenabmessungen wird angesprochen. Der 356 m hohe Sendemast der Langwellenanlage in der Nähe von Oranienburg und der 200 m hohe Sendemast des Mittelwellensenders Berlin-Köpenick werden gezeigt.

- Mit der Feststellung, daß unter bestimmten Bedingungen auch bei relativ geringer Senderleistung besonders große Reichweiten erzielt werden können, wird der nächste Abschnitt der Sendung eingeleitet. An einer Trickdarstellung (Erdekugel mit Ionosphäre) wird erläutert, daß die mehrfache Reflexion der Hertzschen Wellen an elektrisch leitenden Körpern die Ursache dafür ist. Es wird mitgeteilt, daß diese Eigenschaft z.B. von Radio Berlin-International genutzt wird, um im Kurzwellenbereich mit starken Sendern und speziellen Antennen Programme in Gebiete auszustrahlen, die auf direktem Wege nicht erreichbar wären (dazu Originalton von Rügenradio). Die bewußte Nutzung der Reflexion Hertzscher Wellen wird auch am Beispiel einer Ultrakurzwellen-Antenne einer Rundfunk- und Fernsehstation und vereinfacht im Trick (Bündelung durch Reflexion) dargestellt.
- Schließlich werden in Bild und Wort das Richtfunkprinzip erklärt, wesentliche Teile von UKW-Stationen (u.a. Turm mit Reflektoren) und der Aufbau von Parabolspiegeln für die Übertragung einer Fernsehsendung gezeigt. Beispiele aus der Funkmeßtechnik (Flugzeuge mit Radaranlage, Bahnverfolgung von Flugzeugen und anderen Objekten, VP-Radarverkehrskontrolle ...) beenden die Darlegungen zur bewußten Nutzung der Reflexion Hertzscher Wellen.
- Zusammenfassend wird festgestellt, daß die Anwendungsgebiete Hertzscher Wellen vielfältig sind und die genaue Kenntnis

ihrer Eigenschaften Grundlage für die weitere Entwicklung und Vervollkommenung ihrer technischen Nutzung ist.

Die Sendung klingt aus mit Rückblenden zu gezeigten Anwendungsbeispielen.

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Die Sendung wird besonders dann im Sinne ihrer Zielstellung wirksam, wenn sie am Ende der Behandlung des Abschnitts 3.2.2. "Hertzsche Wellen" zur Festigung und Systematisierung eingesetzt wird. Im Unterricht sollte wesentliches Wissen über Hertzsche Wellen entsprechend den Lehrplanforderungen bereits vermittelt worden sein.

Der illustrierende Charakter der Sendung, das Festigen und Systematisieren der Eigenschaften Hertzscher Wellen im Zusammenhang mit der Darstellung von Anwendungsgebieten vertieft und erweitert das Verständnis der Schüler darüber, daß Hertzsche Wellen ein elektromagnetischer Sachverhalt mit Welleneigenschaften sind und daß die bewußte Nutzung der Eigenschaften Hertzscher Wellen zur Befriedigung praktischer Bedürfnisse der Menschen und gesellschaftlicher Erfordernisse beiträgt.

Die aufmerksame Hinwendung der Schüler könnte durch folgende Motivation erreicht werden:

"Wir haben uns mit den Hertzschen Wellen, mit ihren vielfältigen Eigenschaften ausführlich beschäftigt. Wir haben wichtige theoretische Erkenntnisse gewonnen. Wozu das alles? Wie lassen sich die Eigenschaften der Hertzschen Wellen in der Produktion und Technik, im gesellschaftlichen Leben nutzen? Die Sendung wird uns einen Einblick geben, wozu unser erworbenes Wissen über Hertzsche Wellen in der Praxis von Nutzen ist."

Ergänzende Maßnahmen, um die Schüler zu motivieren, sollte der Physiklehrer unter Berücksichtigung des unmittelbaren Erfahrungsbereichs der Schüler und der konkreten Klassensituation treffen. Die Sendung bietet viele Anknüpfungspunkte für die weitere Unterrichtsgestaltung und Vorbereitung auf die Abschlußprüfung. Sie kann Ausgangspunkt von Gesprächen über weitere Anwendungen Hertzscher Wellen sein. Die Einbeziehung des Lehrbuchabschnittes "Anwendung Hertzscher Wellen", S. 141 bis 144 und den dazugehörigen Abbildungen sichert dabei rationelles Vorgehen.

Fragen zur Auswahl: Was verstehen Sie unter Richtfunk und Richtfunkstrecken? Welche Bedeutung hat die Funkortung für die Landesverteidigung? Welche Bedeutung haben die Hertzchen Wellen für die Wettervorhersage? Welche Bedeutung hat eine stabile Funkverbindung Erde - Kosmos im Weltall?

Sie können in gemeinsamer Diskussion bzw. auch als nachfolgende Hausaufgabenstellung (auch als Schülerkurzvorträge) beantwortet werden. (Siehe dazu auch Hinweise zur Gestaltung der Unterrichtsstunde "Anwendung Hertzcher Wellen" in der Unterrichtshilfe 1982, S. 227 bis 229!)

3. Sendung: "Elektromagnetische Wellen im Dienste der Medizin"
(STE 3, unter Festigen durch Wiederholen,
Systematisieren und Anwenden, 20 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll zur Realisierung der Ziele aus der Stoffeinheit 3. "Wellen" unter "Festigen durch Wiederholen, Systematisieren und Anwenden" beitragen.

Die Gestalter setzten sich mit dieser Sendung das Ziel, die Schüler erleben zu lassen, daß der Mensch bestimmte Eigenschaften elektromagnetischer Wellen verschiedener Bereiche je nach Erfordernis bewußt nutzt. Im Mittelpunkt der Darstellung stehen aktuelle und interessante Anwendungsbeispiele aus der Medizin: moderne Verfahren der Diagnostik und Therapie aus den Bereichen "sichtbares Licht", "Röntgen- und Gammastrahlen".

Den Schülern soll bewußt gemacht werden, welche Bedeutung Physik und Technik auf vielen Gebieten der Medizin haben.

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

Zu einigen einleitenden Realaufnahmen von der Sonne wird zusammenfassend ausgesagt, daß "mit der Entwicklung der Naturwissenschaften auch die Suche nach der Erklärung für die Erscheinung Licht begann." Berühmte Naturwissenschaftler (Ch. Huygens, J.C. Maxwell, H. Hertz, W.C. Röntgen und P.N. Lebedew) werden im Bild gezeigt und deren Beiträge zur

Aufklärung elektromagnetischer Objekte erwähnt. Die Hinführung endet mit einer Darstellung des elektromagnetischen Spektrums nach Lebedew. Dabei wird ausgesagt, daß alle elektromagnetischen Wellen in ihrem physikalischen Wesen prinzipiell gleichartig sind, in ihrer Wechselwirkung mit Stoffen unterschiedliche Eigenschaften aufweisen und deshalb in der Praxis unterschiedlich Anwendung finden.

In der Sendung werden Realaufnahmen zur Nutzung bestimmter Eigenschaften elektromagnetischer Wellen verschiedener Frequenz in der Medizin, kombiniert mit knappen Trickdarstellungen, interpretiert. Die Gestalter sind bemüht, deutlich zu machen, daß einige Bereiche des elektromagnetischen Spektrums unseren Sinnesorganen zugänglich sind, andere nicht bzw. nur mit Indikatoren.

Die Beispiele werden immer wieder in das elektromagnetische Spektrum eingeordnet:

- Bereich des sichtbaren Lichts: (vor allem geradlinige Ausbreitung und gerichtete Reflexion an verspiegelten Flächen): Zahn- und Augenärztin bei der Arbeit; HNO-Arzt mit Spiegel; Arzt mit Endoskop - Hineinsehen in Speiseröhre, Magen- und Zwölffingerdarm (Erläuterungen mit Trickdarstellungen zur Funktionsweise des Endoskops)
- Bereich Röntgenstrahlen: Durchstrahlen einer Tasche mit Metallgegenständen im Innern und einer Hand; Vorbereitung und Durchführung einer Durchleuchtung von Speiseröhre und Magen (der Weg des vom Patienten getrunkenen Kontrastmittels kann gut verfolgt werden); Schirmbildaufnahmen zur Darstellung und Beurteilung des inneren Baus unseres Körpers - dabei werden kurze Aussagen in Wort und Bild zur Entstehung von Röntgenstrahlung, zur Durchdringung von Körpern in Abhängigkeit von ihrer stofflichen Beschaffenheit, zum Bewirken von Fluoreszenz bestimmter Stoffe, zum Schwärzen von Fotopapier und zum Zerstören lebenden Gewebes durch Röntgenstrahlung gemacht; längere Passage zur Entstehung von Körperquerschnittsdarstellungen mittels Röntgenaufnahmen (Computer-Tomographie-Bilder)

- Anwendung von Gammastrahlung: Vorbereitung und Durchführung einer Untersuchung - Injektion radioaktiver Substanzen - Verfolgen des Weges mittels Geigerzähler bis in das Bein des Patienten; Nierenuntersuchung - Erfassen von Daten der jeweiligen Konzentration der radioaktiven Substanz und ihrer Durchflußgeschwindigkeit mittels Kontrollschirm und Computer, so daß der Arzt dann daraus auf krankhafte Veränderungen schließen kann; Nutzung der kurzwelligen Gammastrahlung zur Zerstörung von Krebszellen (Patient unter der Kobaltkanone)
- Anschließende Bildfolgen betreffen: Ultraviolette Licht zur Bildung von Vitamin D (Höhensonne), Rotlicht zur Linderung von Entzündungen, Kurzwellen zur Heilbehandlung, SMH-Wagen mit Flagge im Straßenbild.

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Die Sendung wird insbesondere dann im Sinne der Zielstellung wirksam, wenn sie nach der Behandlung der Röntgenstrahlung zur Prüfungsvorbereitung durch Festigung durch Wiederholen, Anwenden und Systematisieren eingesetzt wird (STE 3.2.3., 2. Std.). Die Beschränkung auf Anwendungsbeispiele aus der Medizin macht es aber erforderlich, im vorangehenden Unterricht alle bisher betrachteten elektromagnetischen Erscheinungen in geeigneter Weise (z.B. durch Hausaufgabenstellung, Arbeit mit dem Lehrbuch S. 150 bis 152) zu reaktivieren, ihre gemeinsamen und unterschiedlichen Eigenschaften herauszustellen, so daß es nur auf einen zusammenfassenden Überblick über wichtige Anwendungsgebiete einzelner Wellenarten, das Zusammenstellen elektromagnetischer Erscheinungen, die Welleneigenschaften haben, und das Ordnen dieser Erscheinungen nach Frequenz bzw. Wellenlänge ankommt. Kann diese Nutzungsvariante vom Lehrer realisiert werden, empfiehlt es sich, vor dem Einsatz Begriffe wie "Lichtleitkabel", "Bildleitkabel", "Totalreflexion" und "Kobaltkanone" zu erläutern. Das Vervollständigen einer Tabelle mit den Spalten Wellenart/Erzeugung/Anwendungsbeispiele/vorrangig genutzte Eigenschaft/ usw. hat sich bewährt.

In einem wiederholenden Unterrichtsgespräch werden Wellenarten und -erzeugung eingetragen. Aussagen wie u.a. "Die Sendung vermittelt Ihnen interessante Anwendungsbeispiele elektromagnetischer

Wellen verschiedener Bereiche aus der Medizin und verdeutlicht Ihnen die großzügige Förderung des Gesundheitswesens in der DDR durch Staat und Regierung" und eine Aufgabenstellung wie u.a. "Ordnen Sie die gezeigten Beispiele der betreffenden Wellenart zu und prägen Sie sich dabei die genutzten Eigenschaften elektromagnetischer Wellen ein!" können die Schüler für eine zielorientierte, aktive geistige und emotionale Aufnahme der Sendung motivieren.

Während des Sendungsempfangs sollten die Schüler die Darstellung des elektromagnetischen Spektrums als Tafelbild oder im Lehrbuch (S. 151) betrachten dürfen. Das erleichtert ihnen das Einordnen der Beispiele.

Das Vervollständigen und Ergänzen der vorbereiteten Tabelle (auch durch Beispiele aus anderen Anwendungsgebieten), Gespräche über die große Verantwortung des Arztes bei der Erkennung und Heilung bestimmter Krankheiten von Patienten mittels elektromagnetischer Wellen sowie die Festigung des Begriffs "Elektromagnetisches Spektrum" bleiben weitere Aufgabenstellungen für den nachfolgenden Unterricht, um die Lehrplanforderungen voll erfüllen zu können (vgl. auch Hinweise in der Unterrichtshilfe 1982, S. 240 bis 242!).

Der Einsatz der Sendung bereits in der 1. Stunde der Festigung durch Wiederholen, Systematisieren und Anwenden kann ebenfalls wirksam sein.

Das Zusammenstellen elektromagnetischer Erscheinungen, die Welleneigenschaften haben, das Ordnen dieser Erscheinungen nach Frequenz bzw. Wellenlänge, das Erarbeiten der gemeinsamen und unterschiedlichen Eigenschaften elektromagnetischer Erscheinungen u.a. müssen bei dieser Variante dann nach dem Sendungseinsatz erfolgen.

Da im Unterricht Experimente mit Röntgenstrahlung aus Gründen des Gesundheitsschutzes nicht gestattet sind, ist der Einsatz der Sendung auch in die Stunde zum Thema "Eigenschaften und Anwendung der Röntgenstrahlung" (Unterrichtshilfe 1982, S. 233) nützlich.

Dabei ist es günstig, wenn die Schüler die wesentlichen Eigenschaften der Röntgenstrahlung bereits kennen und durch eine vorbereitende Hausaufgabe das Wissen über die im Unterricht bereits behandelten elektromagnetischen Erscheinungen reaktiviert wird.

Bei dieser Variante des Einsatzes der Sendung ist die Fülle neuer Informationen relativ groß. Die Motivation der Schüler sowie zu erteilende Rezeptionshilfen sollten deshalb auf die konkrete Situation der jeweiligen Klasse abgestimmt werden.

4. Sendung: "Energiebilanzen"

(STE 4.2., 20 min)

Ziele und Aufgaben der Sendung

Die Sendung soll zur Realisierung der Ziele beitragen, die unter 4.2. "Energieerhaltungssatz - Lehrervortrag mit Experimenten" formuliert sind.

Der Sendung kommt dabei die Aufgabe zu, Vorstellungen der Schüler über die Gültigkeit des Energieerhaltungssatzes in Natur und Technik zu vertiefen und zu festigen.

Die Sendung will Zusammenhänge von Energie, Energieformen, Energieträger, Energieumwandlungen und Energieerhaltung verdeutlichen helfen. Die Schüler sollen zunehmend besser begreifen, daß rationelle Energieanwendung die Senkung von Energieumwandlungs"verlusten", die Senkung von Energieübertragungs"verlusten", die Senkung von Energieanwendungs"verlusten" umfaßt, daß es um technische Verbesserungen von Anlagen, Maschinen und Geräten (Nutzung physikalischer Kenntnisse, Gesetzmäßigkeiten ...) und um den sparsamen Verbrauch (mehrfache Nutzung von Restenergie, Ersatz teurer Energieträger durch billigere ...) geht. Mit Hilfe der Sendung soll bei den Schülern das Verständnis für die Energiepolitik der DDR weiter entwickelt werden.

Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

- Ausgehend von Betrachtungen (in Wort und Bild) zur Nutzung der verschiedenen Energiequellen durch den Menschen - von der Urgesellschaft bis in die Gegenwart -, wird herausgestellt, daß wir durch die immer umfangreichere und vielfältigere Nutzung der von der Natur zur Verfügung gestellten Energie zu wesentlichen Erkenntnissen über Gesetzmäßigkeiten der Energieumwandlung, Energieübertragung und Energieerhaltung gekommen sind.

Einige dieser wesentlichen Erkenntnisse werden von zwei Sprechern im Wechsel dargelegt.

- Mit der Formulierung "Immer dringender wird es deshalb zu prüfen, ob wir schon überall rationell genug - und das heißt "vernünftig" genug mit der uns zur Verfügung stehenden Energie umgehen", wird der Hauptteil eingeleitet.

Ausgangspunkt der Betrachtungen ist unser bedeutendster heimischer Energieträger - die Braunkohle.

Zu Bildfolgen aus einem Tagebau und von Laboruntersuchungen zu den Bestandteilen der Braunkohle werden die Energieumwandlungen von der Entstehung der Braunkohle aus Pflanzen bis zur Verbrennung zu Asche kurz erläutert.

Es wird die Frage gestellt: "Wie nutzen wir die in der Braunkohle gespeicherte chemische Energie, und welche Probleme treten dabei auf?"

Die Kamera führt die Schüler (Zuschauer) in den VEB Gaskombinat "Schwarze Pumpe".

Sie können beobachten, wie aus Rohbraunkohle Brikette entstehen und erfahren, welche Prozesse dabei ablaufen.

- Mit der Frage "Welche Probleme treten bei der Umwandlung der in der Braunkohle gespeicherten Energie in andere Energieformen auf?" wird der nächste Abschnitt eingeleitet.
Zu Bildfolgen (Waggons mit Rohbraunkohle, Kraftwerk, Fernleitungen, Verbrennung der Kohle, Leiterrohre, Turbinenhalle, Schaltwarte ...) werden die ablaufenden Energieumwandlungen in einem Kondensationskraftwerk bis zur Umwandlung in Elektroenergie erläutert. Die besonderen Vorteile der Elektroenergie werden genannt.
Die Frage nach der Energiebilanz dieses Energieumwandlungsprozesses wird an einem Energieflußdiagramm und durch Real-aufnahmen (Feuerstelle, Schornsteine, Turbine, Kondensator, Kühltürme, Dampferzeuger) beantwortet.
Was die bei dem Umwandlungsprozeß auftretenden 70 % Energie-"verluste" für die DDR jährlich bedeuten, wird überzeugend in Wort (und Bild) demonstriert:
"Von den jährlich rund 200 Millionen t geförderten Rohbraunkohle sind also 140 Millionen t Verluste, d.h. wir müßten sieben Wochen lang Tag und Nacht an der Strecke stehen, wollten wir diese Masse an uns in Kohlezügen vorüberrollen lassen."
- Am Beispiel eines Heizkraftwerkes wird unter Verwendung eines Energieflußdiagramms gezeigt, daß ein Teil der Energie des Dampfes über die mechanische Energie der Turbinen und Generatoren in Elektroenergie umgewandelt, ein anderer Teil zur Kohletrocknung, zur Versorgung der Stadt Hoyerwerda mit Fernwärme und zur Beheizung von Gewächshausanlagen genutzt wird.
Es wird deutlich, daß durch diese Technologie Heizkraftwerke eine günstigere Energiebilanz als Kondensationskraftwerke haben, obwohl bei ihnen die Elektroenergieerzeugung 5 % geringer ist.

- Ausgehend von der Feststellung, daß bei Nutzung der Energie erneut hohe Verluste auftreten, werden im nächsten Abschnitt an anschaulichen Beispielen Möglichkeiten ihrer Verringerung aufgezeigt:

Vermeidung von Verlusten durch Minimierung der brennbaren Rückstände in der Asche; Einschränkung von Verlusten an thermischer Energie durch gute Isolierung der Rohre; Geringshaltung von Verlusten beim Transport von Elektroenergie über große Entfernungen durch den Einsatz von Transformatoren; Nutzung der für technische Zwecke nicht verwertbaren Energie für einen anderen Prozeß; Einsatz prinzipiell neuer technischer Lösungen, bei denen die Energieumwandlungs- oder -übertragungsprozesse effektiver sind - z.B. Einsatz von Halbleiterbauelementen anstelle von Elektronenröhren, Gasentladungslampen für Glühlampen usw.

- Daß es zur Verbesserung unserer Gesamtenergiebilanz auch noch andere alternative Energiequellen zu nutzen gilt, wird im letzten Teil der Sendung angedeutet:

Energie der Sonne; Biogas; Kernenergie als wichtigste Energiequelle der Technik in der Zukunft; Energie von Wind und Wasser.

- Zu Rückblenden formuliert der Sprecher anschließend:

"Alle verfügbare Energie mit Ratio, mit 'Vernunft' zu nutzen, ist eine Lebensfrage der Menschheit, die jeden von uns angeht.
Und die rationelle Energieanwendung ist der Hauptweg unserer sozialistischen Energiepolitik."

Minweise zur Nutzung der Sendung

Die Beschränkung auf Betrachtungen zum Kohlekraftwerk bringt vor allem den Vorzug mit sich, exemplarisch ökonomische Probleme in der DDR und deren Lösung zu demonstrieren. Sie ist aber auch verbunden mit einer Vielzahl notwendiger Informationen, die relativ weit von den Lehrplaninhalten entfernt sind.

Für die Motivierung der Schüler zur geistig aktiven Auseinandersetzung mit dem Inhalt hat es sich bewährt, vor dem Einsatz der Sendung in einem Unterrichtsgespräch (oder durch vorbereitenden Schülervortrag) die Bedeutung der Energie für die Erfüllung unserer volkswirtschaftlichen Aufgaben nach dem X. Parteitag der SED (unter Nutzung aktuellen Zahlenmaterials; auch aus dem jeweiligen Territorium) herauszustellen.

Fragen zur Rezeption können sein (zur Auswahl):

- Welche Energie"verluste" treten bei der Anwendung von Gebrauchsenergie auf?
- Auf welche Weise können die Energie"verluste" bei der Umwandlung in Gebrauchsenergie und bei der Anwendung verringert werden?
- Welche alternativen Energiequellen müssen in der nächsten Zukunft stärker genutzt werden?

Die gemeinsame Auswertung des Sendungseinsatzes mit den Schülern kann sehr vielfältig sein. Ausgehend von der Beantwortung der Fragen (als erste Kontrolle der Wirkungen der Sendung auf die Schüler) über die Diskussion politisch-ökonomischer Fragestellungen zur Energieproblematik sollten folgende Kenntnisse und Erkenntnisse gefestigt und systematisiert werden:

- Die verschiedenen Energieformen können ineinander umgewandelt werden. Dabei ist die Summe der Energiebeträge vor der Umwandlung gleich der Summe der Energiebeträge nach der Umwandlung.

- Die verschiedenen Energieformen können unterschiedlich gut und mit unterschiedlichem Wirkungsgrad ineinander umgewandelt werden. Hochwertige Energieformen sind: elektrische und auch mechanische Energie; eine weniger wertvolle Energieform ist die thermische Energie.
- Bessere Technologien können den Wirkungsgrad der Umwandlung nur in bestimmtem Rahmen verbessern. Die Grenzen sind von der Natur vorgegeben.

Experimente sollten verschiedene Formen der Umwandlung demonstrieren.

Die Schüler sollten die Umwandlung beschreiben und Energiebilanzen aufstellen.

Als sehr nützlich haben sich auch Gespräche mit den Schülern darüber erwiesen, wie sie selbst zu sparsamer Energienutzung beitragen können, welche konkreten Initiativen es im jeweiligen Territorium (z.B. in dem Betrieb, in dem die Schüler ihre praktische Arbeit absolvieren) hinsichtlich rationeller Energienutzung gibt usw.