

4.05

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 Unterrichtsendungen  
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 Oberarbeitung 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 Lehrplenerfüllung, 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 Sendeplan (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; Hobeln 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 Erkenntnis 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.

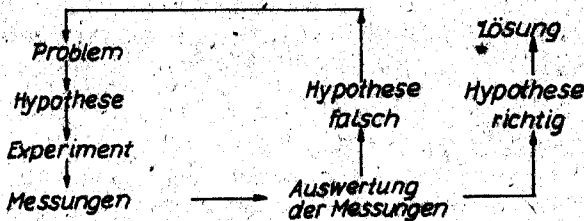
## Inhalt, Aufbau und Gestaltung der Sendung

- 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:



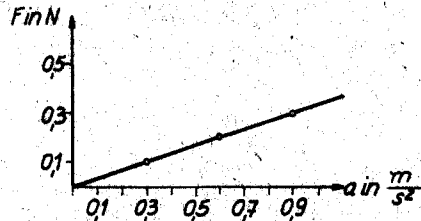
Der Moderator formuliert die Hypothese (Einblendung):

### 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 Aufgabestellung 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 US-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 Hangetriebkraft auf die Kugel. Endgeschwindigkeit und Beschleunigung nehmen zu.

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

- In einem Unterrichtsgespräch sollten denn 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. Meßtablelle

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

##### 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? Begründe!

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 Lehrplanziele 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 umfassendste 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 - Startkommandos 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 Trickfilmteiles 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 "mitemlebt", wird mitgeteilt, daß gewaltige Schubkräfte erforderlich sind, um einem Raumflugkörper mit großer Masse bei Brennschluß eine derartige Geschwindigkeit geben zu können.

Über 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"

"Elliptischenbahnen, 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 "Warum 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 Rückeschlüsse 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 (in Bild S. Jähn nach der Landung; schreibt dann seinen Namen mit Dank auf die Kapsel).

Aber die Menschheit wird die Früchte ihrer Anstrengungen nur genießen können, wenn künstliche Erdsatelliten nicht für militärische Zwecke mißbraucht werden." Siegfried 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. des Weckens 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 Reslaufnahmen 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 Vorhersage 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

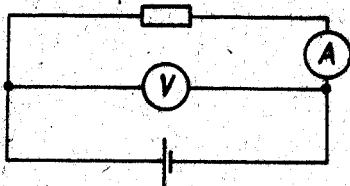
### 2.4.1. "Allgemeines Modell der elektrischen Leitungsvorgänge" dienen:

- 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 Realfilmtiteln 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 frei-bewegliche 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 ortegebundene 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 im metallischen Leiter; 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 (wasser. 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.

## 6. 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 Fremdstoffen (Dotieren)
- Erläutern des Leitungsvorganges in einer Halbleiterdiode
- Gleichrichterwirkung einer Halbleiterdiode
- Vergleich von Halbleiter- und Röhrendiode
- Aufbau und Wirkungswiese des Flächentransistors
- Anwendung von Halbleiterbauelementen (Ausblick)

Oberzeugende 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, Aluminiumschmelzofen, Oszillograph zur Aufzeichnung des Spannungsverlaufs, Straßenbahnen ...) wird unter Bild u.ä. 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, Sperrichtung).  
laßrichtung, Sperrichtung).
- 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 Anzeiginstrument, 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 Einmarktück. Die starke mögliche Miniaturisierung und Integration wird am Beispiel eines Mikroprozessors mit einer Fläche von  $12 \text{ mm}^2$  verdeutlicht (mikroskopische Aufnahme). Der Sprecher erwähnt, daß die Miniaturisierung inzwischen noch weiter fortgeschritten ist.

Während im Bild elektronische Rechner, Leiterplatten, elektrohydraulisch gesteuerte Werkzeugmaschinen, Schweißroboter und Spritzroboter (beim vollautomatischen Spritzen der Trabantkarosserie) zum Teil in Funktion gezeigt werden, werden unter Bild wesentliche Vorteile 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 Hausaufgabenstellung, 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

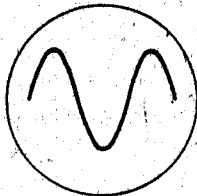
Durch welche Ladungsträger (bei a bzw. bei b) erfolgt der Ladungstransport?

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

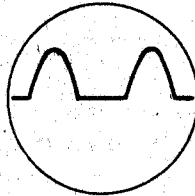


- 4) Auf dem Bildschirm des Oszillografen waren in der Sendung zwei Bilder zu sehen

*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.

