S t a a t s a r b e i t

des cand. paed. Heinrich I w a n

zur ersten Prüfung für das Lehramt

an Volksschulen.

(1939)

Wie verwende ich meinen selbstgebauten Transformator im Naturlehreunterricht?

G l i e d e r u n g.

---===oooOooo=====---

A.

Unter den Apparaten, die dem Volksschullehrer für den Naturlehreunterricht zur Verfügung stehen, nimmt der Schultransformator wegen seiner vielseitigen Verwendbarkeit eine hervorragende Stellung ein. Für annähernd alle Versuche aus dem Gebiete der Elektrizitätslehre und für eine Reihe von Versuchen aus der Optik benötigt man eine geeignete Stromquelle, die die für diese Versuche notwendige elektrische Betriebsenergie zu liefern vermag. Man könnte nun hierfür als Stromquelle galvanische Elemente, Akkumulatoren oder das elektr. Lichtnetz benutzen. Leider geschieht es oft, daß gerade im Bedarfsfalle die galvanischen Elemente verbraucht und die Akkumulatoren entladen sind. Es bleibt dann nur der überall vorhandene Netzstrom als Stromquelle übrig. Doch darf man sich seiner nicht ohne weiteres für Schülerversuche bedienen, da im Schulunterricht nur mit einer Höchstspannung von 40 Volt Versuche angestellt werden dürfen. Durch diese Vorschrift sollen gesundheitliche Schädigungen der Kinder, die bei einer Berührung von Strom-

A. Bessere: welche

Fortsetzung!
richtig: bei Schülerübungen

leitern höherer Spannung eintreten könnten, von vornherein vermieden werden. Unter solchen Umständen wird man die geplanten Versuche ausfallen lassen müssen, bis die galvanischen Elemente durch neue ersetzt, bzw. die Akkumulatoren frisch geladen sind. Mitunter sind noch besondere Schwierigkeiten mit dem Laden der Akkumulatoren verbunden, wenn die nächste Ladestation weit entfernt liegt, wie dies in ländlichen Gegenden der Fall sein kann. Alle diese Unannehmlichkeiten werden nicht auftreten, wenn ~~man~~ für den Naturlehreunterricht ein Schultransformator zur Verfügung steht. Ein Lichtnetz ist in jeder Schule vorhanden. Man braucht im Bedarfsfalle nur den Transformator an das Lichtnetz anzuschließen und erhält hierdurch die bequemste und sicherste Stromquelle für die geplanten Versuche. Dabei erfordert der Schultransformator keine besondere Pflege und ist doch immer verwendungsfähig. Er stellt somit die idealste Stromquelle für den Naturlehreunterricht dar. Hinzu kommt, daß man mit einem Schultransformator in Verbindung mit einem kleinen Trockengleichrichter seinen entladenen Akkumulator in der Schule selbst laden kann. Hier-

durch wird man unabhängig von einer fremden Ladeeinrichtung und ist immer in der Lage, den Akkumulator in gebrauchsfähigem Zustand zu halten. Bereits aus diesen Erwägungen ergibt sich die Notwendigkeit eines Schultransformators für den Naturlehreunterricht. Ein anderer Grund für die Verwendung eines Transformators im Naturlehreunterricht liegt darin, daß man ihm infolge seines sekundärseitigen Aufbaues auf einfachste Weise mehrere verschiedene Spannungen entnehmen kann. So können meinem selbstgebauten Transformator 2, 4, 6, 8, 10 und 12 Volt Spannung entnommen werden. Der Übergang von einer Spannung auf die andere wird durch entsprechende Buchsenwahl erreicht, da verschiedene Spannungen verschiedenen Buchsenpaaren entnommen werden. Bedient man sich jedoch bei den Versuchen im Naturlehreunterricht einer Stromquelle, die nur eine bestimmte Spannung besitzt, wie galvanische Elemente, Akkumulatoren und Netzstrom, so erhält man erst durch Hintereinanderschaltung der Stromquellen oder Einschalten von Widerständen in den Stromkreis die gewünschte Spannung. In jedem Fall ist eine derartige Erzeugung einer Spannungsänderung um-

ständlicher als bei der Verwendung eines Schultransformators. Auch hieraus ersieht man den Vorteil, der sich bei der Verwendung eines Transformators im Naturlehreunterricht ergibt.

So notwendig sich ein Schultransformator für den Naturlehreunterricht aus den obigen Betrachtungen erweist, so sind vielleicht Schulen mit geringen Mitteln nicht in der Lage, sich einen solchen anzuschaffen, da sein Preis verhältnismäßig hoch ist. In diesen Fällen wird der Naturlehrelehrer vor die Frage gestellt sein, entweder viele Versuche ausfallen zu lassen oder selbst einen Schultransformator zu bauen, zumal der Selbstbau keine besonderen Schwierigkeiten bereitet. Ein physikalisch interessierter Lehrer wird den zweiten Weg gehen und einen Schultransformator selbst bauen. Aus obigen Erwägungen habe ich mir einen Schultransformator selbst hergestellt. Im folgenden will ich zeigen, wie ich meinen selbstgebauten Transformator im Naturlehreunterricht verwenden kann.

B .

Wie bereits angedeutet wurde, stellt ein Schultransformator eine ideale Stromquelle dar. In dieser Eigenschaft werde ich auch meinen selbstgebauten Transformator im Naturlehreunterricht verwenden. Ich werde ihn also überall da im Naturlehreunterricht einsetzen, wo Versuche mit Wechselstrom ausgeführt werden können, und wo die von meinem Transformator gelieferte elektrische Energie für die geplanten Versuche ausreichend ist. Da aber die von meinem Transformator zur Verfügung gestellte Energie für fast alle Versuche, die gewöhnlich im Naturlehreunterricht ausgeführt werden, ausreicht, so wird seine Verwendung in der Naturlehre lediglich davon abhängen, ob sich die geplanten Versuche mit dem vom Transformator gelieferten Wechselstrom ausführen lassen. Nun ist Gleichstrom allgemein nur für die Versuche notwendig, bei denen es sich um den Nachweis der chemischen Wirkung des elektrischen Stromes und die Feststellung der Magnetpole handelt. Hieraus folgt, daß das Gebiet der Versuche, auf dem ich meinen selbstgebauten Transformator ein-

V gemeinsames Gebiet

setzen kann, sehr groß ist.

So vielgestaltig und zahlreich die Versuche auch immer sein mögen, die Verwendungsweise meines Transformators bei all diesen Versuchen wird immer die gleiche sein. Stets werde ich ihn nur als Stromquelle in den Versuchen verwenden können, da sein fester und geschlossener Aufbau eine anderweitige Verwendung seiner Teile nicht zuläßt. Der geschlossene Aufbau meines Transformators mag daher vielleicht als Nachteil empfunden werden. Bei genauerer Betrachtung erweist er sich als unbedeutend. Zwar ließe ein zerlegbarer Aufbau meines Transformators die Verwendung seiner Teile, wie Spulen und Eisenkern, auch für andere Zwecke zu. So könnte ich z.B. die Spule und den Eisenkern bei Versuchen über den Elektromagnetismus als Versuchsmaterial verwenden. Allerdings müßte ich auch dann auf die Verwendung meines selbstgebauten Transformators als Stromquelle bei diesen Versuchen verzichten. Ich müßte die für diese Versuche notwendige elektrische Betriebsenergie einer anderen Stromquelle entnehmen, etwa einem Akkumulator oder einem zweiten Transformator. Der scheinbare Vorteil muß durch die An-

schaffung einer zweiten Stromquelle teuer bezahlt werden. Man ersieht hieraus, daß der Nachteil, der sich aus dem geschlossenen Aufbau meines selbst gebauten Transformators ergibt, unbedeutend ist. Bei der großen Zahl der Versuche, die sich im Naturlehreunterricht unter Verwendung des selbstgebauten Transformators als Stromquelle ausführen lassen, sehe ich es nicht als meine Aufgabe an, auf alle überhaupt möglichen Versuche hier einzugehen, zumal die Verwendungsweise meines Transformators, wie bereits angedeutet, stets die gleiche ist. An Hand einer Reihe von Versuchen will ich zeigen, wie ich meinen selbstgebauten Transformator bei der Darbietung des Unterrichtsstoffes im Naturlehreunterricht verwenden kann.

I, 1. Die hauptsächlichsten Gebiete der Naturlehre, auf denen ich meinen selbstgebauten Transformator verwenden kann, sind die Gebiete der Optik und der Elektrizitätslehre. Für einen großen Teil optischer Versuche benötigt man eine Lichtquelle. Während man früher zu diesem Zwecke sich der Kerzen bediente, benutzt man jetzt hierfür

mit Vorliebe kleine Glühlampen. Sie haben den Vorteil, daß sie über eine bedeutend größere Lichtstärke verfügen als das Kerzenlicht. Darüber hinaus vermag man bei richtiger Lämpchenwahl ein annähernd punktförmiges Licht zu erhalten. Dies ist insofern in der Optik von Bedeutung, als davon die Bildschärfe abhängt. Je punktförmiger die Lichtquelle, desto größer ist die Bildschärfe. Derartige Glühlämpchen besitzen einen kurzen, in enger Spiralform gewickelten Leuchtfaden. Durch die Kürze des Leuchtfadens wird eine kleine Oberfläche und damit eine hohe Temperatur erreicht. Die hohe Temperatur wirkt sich wiederum in einer hohen Leuchtstärke aus. Diese Lämpchen sind verhältnismäßig billig und benötigen etwa eine Spannung von 4 Volt und eine Stromstärke von 0,2 - 1,25 Amp. Als Stromquelle für diese Lämpchen benutze ich meinen selbstgebauten Transformator. Infolge seiner Konstruktion gestattet er den gleichzeitigen Betrieb mehrerer solcher Lämpchen. Hierdurch wird es möglich, die betreffenden optischen Versuche von mehreren Schülergruppen ausführen zu lassen. So kann ich z.B. unter Benutzung von Lämpchen, die eine Spannung

Ungefährliche u. saubere Spannungsquelle für die Schüler!
Wie hoch die Leistung? (siehe folgende!)

von 4 Volt und eine Stromstärke von etwa 0,3 Amp. benötigen, in 10 Schülergruppen die Versuche ausführen lassen, wenn ich die Lämpchen parallel schalte, ohne daß mein selbstgebauter Transformator dabei überlastet wäre. Er ist so gebaut worden, daß er eine Stromentnahme bis zu 3 Amp. bei Dauerbelastung verträgt. Nun werden ja kaum in der Volksschule Versuche von zehn Schülergruppen gleichzeitig ausgeführt werden können, da es neben dem vielen anderweitigen Versuchsmaterial an geeigneten Experimentiertischen fehlen wird. Die Verwendung meines selbstgebauten Transformators als Stromquelle gestattet es mir also, in mehreren Schülergruppen optischen Versuche gleichzeitig ausführen zu lassen. Hierdurch wird eine weitgehende Beteiligung der Schüler am Versuch ermöglicht und ihre Selbsttätigkeit gefördert. Der Unterricht wird hierdurch lebendiger und erfolgreicher.

? nicht mannigfaltiger

2. Weit häufiger als auf dem Gebiet der Optik kann ich meinen selbstgebauten Transformator auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre verwenden. Auch hier wird es sich stets darum handeln, dem Trans-

formator die für die verschiedenen Versuche notwendige elektrische Betriebsenergie zu entnehmen. Allerdings wird die Verwendungsfähigkeit meines Transformators dadurch, daß er vorerst nur Wechselstrom zur Verfügung stellt, insofern beeinträchtigt, als er nur bei Versuchen Verwendung finden kann, die sich mit Wechselstrom ausführen lassen. Dies ist aber bei dem weitaus größten Teil der Versuche aus dem Gebiete der Elektrizitätslehre der Fall. Nur wo es sich um den Nachweis der chemischen Wirkung des Stromes und die Feststellung der Magnetpole handelt, benötigt man, wie bereits darauf hingewiesen worden ist, Gleichstrom. Da man aber in der Lage ist, den von meinem Transformator gelieferten Wechselstrom auf bequeme Weise durch Verwendung eines kleines Trokkengleichrichters in Gleichstrom zu verwandeln, so kann ich den selbstgebauten Transformator unter Zwischenschaltung eines kleinen Trockengleichrichters auch als Stromquelle für die Versuche verwenden, die sich nur mit Gleichstrom ausführen lassen.

Man sieht hieraus, daß ich meinen selbstgebauten Transformator unmittelbar oder mittelbar

als Stromquelle für alle üblichen in der Elektrizitätslehre der Volksschule vorkommenden Versuche verwenden kann. Im folgenden will ich einige Versuche aus der Elektrizitätslehre anführen, bei denen ich meinen selbstgebauten Transformator als Stromquelle verwenden kann.

2.a) Ein Gebiet aus der Elektrizitätslehre, auf dem ich meinen selbstgebauten Transformator als Stromquelle verwenden kann, sind die Versuche über gute und schlechte Leiter (Widerstand). Die Versuche erfordern neben dem als Stromquelle notwendigen Transformator nur wenig anderes Versuchsmaterial, das für geringes Geld zu haben ist. Daher sind solche Versuche für den Naturlehreunterricht an Volksschulen, denen oft nur wenig Versuchsmaterial zur Verfügung steht, im besonderen geeignet.

1. Versuch:

Versuchsmaterial: selbstgebauter Schultransformator, ein 4-Volt-Lämpchen, 1 Lämpchenbrett, zwei Zuleitungsdrähte.

Das Glühlämpchen wird mittels der zwei Leitungsdrähte mit den 4-Volt-Buchsen des Transformators verbunden. Durch diese beiden Drähte wird dem

Lämpchen aus dem Transformator Strom zugeführt. Es wird ein Stromkreis gebildet: Schultransformator - Draht - Lämpchen - Draht - Transformator.

Ergebnis: Das Lämpchen leuchtet hell.

2. Versuch: Der Stromkreis wird unterbrochen; das Lämpchen verlischt sofort, da der Strom nicht mehr fließen kann. Der Stromkreis wird wieder geschlossen. Das Lämpchen leuchtet von neuem hell auf.

Ergebnis: Das Lämpchen leuchtet nur bei Stromfluß. Sein Leuchten zeigt an, ob der Stromkreis geschlossen oder unterbrochen ist. Das Lämpchen kann daher als einfachster Stromanzeiger gebraucht werden.

3. Versuch: Der geschlossene Stromkreis wird unterbrochen. Das Lämpchen verlischt. Die Enden des unterbrochenen Stromkreises werden nun der Reihe nach durch verschiedene bereitgelegte blanke Metallstücke überbrückt. Sofort leuchtet das Lämpchen wieder hell auf. Die Metallstücke leiten den Strom gut.

Ergebnis: Metalle sind gute Stromleiter.

4. Versuch: Versuch erfolgt genau so wie Versuch 3, nur werden diesmal die Enden der unterbrochenen Stromleitung durch nichtmetallische Stoffe (Holz, Papier, Bindfaden, Glas, Gummi) überbrückt. Das Lämpchen leuchtet nicht auf. Die die Enden der Stromleitung verbindenden Stoffe leiten den Strom nicht.

Ergebnis: Es gibt Stoffe, die den Strom nicht leiten.

5. Versuch: Versuch erfolgt genau so wie Versuch 3, nur werden jetzt die Enden der unterbrochenen Stromleitung durch gleich lange und gleich starke Drähte verschiedener Metallsorten der Reihe nach abwechselnd überbrückt. Das Lämpchen leuchtet verschieden stark, da die verschiedenen Metalleiter den Strom nicht gleich stark fließen lassen. Die einzelnen Metallsorten setzen dem Strom einen bestimmten Widerstand entgegen.

Hier müßten die Materialien, ihre Länge u. der Querschnitt angegeben werden.

Ergebnis: Der Widerstand eines Stromleiters hängt ab von der Metallsorte des Leiters.

6. Versuch: Versuch erfolgt genau so wie Versuch 3, nur werden jetzt die Enden des unterbrochenen Stromlei-

Metalle ?
günstige Formen
angegeben!

ters

1. durch mehrere verschieden lange, aber gleich starke Drähte aus gleichem Material,
2. durch gleich lange Drähte des gleichen Materials, aber von verschiedener Stärke überbrückt.

In beiden Teilversuchen leuchtet das Lämpchen mit verschiedener Helligkeit. Die Helligkeit wächst mit der Kürze und Dicke des Drahtes und nimmt ab mit seiner Länge und der Schwäche des Drahtquerschnitts. Die Abnahme der Helligkeit zeigt das Wachsen des Widerstandes einer Stromleitung an.

Ergebnis: 1. Je länger eine Stromleitung, desto größer ihr Widerstand.

2. Je dünner eine Stromleitung, desto größer ihr Widerstand.

2.b) Ein anderes Gebiet aus der Elektrizitätslehre, auf dem ich meinen selbstgebauten Transformator verwenden kann, sind die Versuche, die über die Wärme- und Glühwirkung des elektrischen Stromes ausgeführt werden können. Auch hier werde ich meinen selbstgebauten Transformator als

Stromquelle benutzen. Obwohl für diese Versuche eine höhere elektrische Betriebsenergie notwendig ist als bei den bisherigen Versuchen, so vermag sie der selbstgebaute Transformator dennoch zu liefern. Mit einer Höchstspannung von 12 Volt und einer max. Stromstärke von 3 Amp. bei Dauerbelastung, wie sie mein selbstgebauter Transformator zu liefern imstande ist, lassen sich alle üblichen Versuche über die Wärmewirkung des elektrischen Stromes durchführen.

Im folgenden sind zwei Versuche dieser Art angeführt:

7. Versuch: Zwischen zwei Stativen wird ein Stahldraht von etwa 40 cm Länge und 0,2 mm Stärke gespannt. Sobald ich durch den ausgespannten Draht Strom schicke, den ich den 12-Volt-Buchsen meines Transformators entnehme, so wird der Draht warm, allmählich sogar heiß. Verkürzt man den Draht auf 30 cm, so wird der Draht noch heißer, sogar rotglühend. Bei noch weiterer Verkürzung wird der Draht glühend hell, bis er schließlich an einer Stelle durchschmilzt. Der gleiche Versuch wird noch einmal mit einem anderen dünneren Draht un-

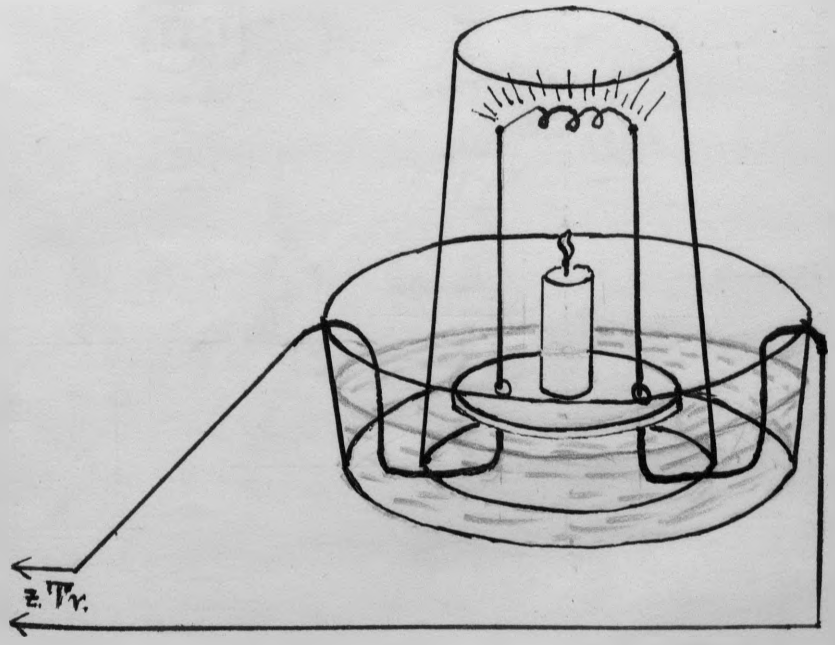
ternommen. Dieser Draht glüht und schmilzt früher durch als im ersten Fall.

Ergebnis: Der elektrische Strom kann einen Draht zum Glühen bringen. Je kürzer und dünner der stromdurchflossene Draht ist, desto stärker glüht er. Beim hellen Glühen schmilzt er durch.

8. Versuch: Versuchsmaterial: mein selbstgebauter Transformator, eine Glasschüssel, ein größeres Trinkglas, eine auf einer Holzscheibe befestigte Kerze, etwa 4 cm sehr dünnen Draht (Ø etwa 0,08 - 0,1 mm), 2 je etwa 20 cm lange gummiisolierte Kupferdrähte von 1 mm Ø, 2 Zuleitungsdrähte.

Zuerst befestigt man an die noch nicht angeschlossenen Zuleitungsdrähte die beiden 20 cm langen gummiisolierten Kupferdrähte und verbindet sie mit dem 4 cm langen, sehr dünnen Draht. Darauf wird die Schüssel mit etwas Wasser gefüllt und die brennende Kerze hineingestellt. Die Kupferdrahtenden, die durch den dünnen Draht miteinander verbunden sind, werden hierauf so in das Glas gehängt, daß der dünne Draht über dem Boden schwebt. Das Glas mit den hineinhängenden Drähten

wird nun über die brennende Kerze gestülpt. Diese verlischt bald, nachdem der im Glase eingeschlossene Sauerstoff der Luft von der Flamme verbraucht ist. Nun wird noch die fehlende Verbindung mit den 8 Volt-Buchsen meines Schultransformators hergestellt. Sofort leuchtet der dünne, kurze Draht hell auf, ohne verbrennen zu können. Durch diesen Versuch ist das Prinzip einer Glühlampe veranschaulicht. Die Abbildung stellt die Anordnung des Versuchsmaterials dar.



Ergebnis: Die Glühwirkung des elektrischen Stromes wird in der Glühlampe praktisch ausgewertet.

2.c) Eine weitere Verwendungsmöglichkeit meines selbstgebauten Transformators als Stromquelle besteht bei den Versuchen, die bei der Behandlung des Ohmschen Gesetzes ausgeführt werden. Ich denke hier an die Versuche zur Feststellung der Abhängigkeit der Stromstärke von der Spannungshöhe und Widerstandsgröße. Aus den früheren Versuchen ergab sich, daß die Größe des Widerstandes eines Stromleiters abhängig ist von der Drahtsorte des Leiters, seiner Länge und der Größe seines Querschnittes. In den Versuchen nun, die zur Einführung in das Ohmsche Gesetz und zu seinem leichteren Verständnis ausgeführt werden, handelt es sich darum, den Einfluß des Widerstandes und der Spannung auf die Stromstärke sichtbar aufzuzeigen. Auch bei diesen Versuchen kann ich meinen Transformator als Stromquelle verwenden. Die folgenden Versuche werden dies zeigen:

9. Versuch: Versuchsmaterial: mein Transformator, ein 4-Volt-Lämpchen, 2 m Nickelindraht.

fehlt die Angabe des Ø

Das Lämpchen wird an die 4-Volt-Buchsen des Transformators angeschlossen. Es leuchtet hell, weil ein genügend starker Strom fließt. Der Stromkreis

wird unterbrochen, das Lämpchen verlischt sofort. Zwischen die Enden des unterbrochenen Stromkreises wird nun der Nickelindraht so gespannt, daß der in den Stromkreis eingeschaltete Teil verlängert oder verkürzt werden kann. Der Stromkreis wird nochmals geschlossen unter Ausschaltung des Widerstandsdrahtes. Das Lämpchen leuchtet hell. Nun wird in den Stromkreis unter dauernder Vergrößerung seiner Länge der Widerstandsdraht eingeschaltet. Das Lämpchen brennt immer dunkler. Verkürzt man den eingeschalteten Widerstandsdraht, so brennt das Lämpchen wieder heller, bis es bei voller Ausschaltung des Widerstandsdrahtes seine ursprüngliche Helligkeit erhält. Der Versuch wird wiederholt. Man stellt fest, daß die Stromstärke, wie aus den verschiedenen Helligkeitsgraden des Lämpchens zu erkennen ist, mit zunehmendem Widerstand kleiner, mit abnehmendem größer wird.

Ergebnis: Je größer der Widerstand, desto kleiner die Stromstärke, und je kleiner der Widerstand, desto größer die Stromstärke.

10. Versuch: Versuchsmaterial: wie bei Versuch 9.

Das Lämpchen wird an die 4-Volt-Buchsen des Trans-

formators angeschlossen. In den Stromkreis wird der Widerstandsdraht eingeschaltet. Der Widerstand wird so eingestellt, daß das Lämpchen gerade noch schwach glüht. Nun wird die Spannung auf 6 Volt erhöht. Das Lämpchen leuchtet heller. Die Spannung wird nochmals um 2 Volt erhöht. Die Helligkeit des Lämpchens wird noch stärker. Bei einer weiteren Spannungserhöhung um 2 Volt steigert sich die Helligkeit abermals.

Ergebnis: Die Stromstärke ist abhängig von der Spannung.

Diese beiden Versuche lassen die Schüler ganz deutlich die Abhängigkeit der Stromstärke von der Spannung und dem Widerstand erkennen und vermitteln ihnen ein leichteres Verständnis des Ohmschen Gesetzes. Hieraus ersieht man, daß sich mit meinem selbstgebauten Transformator, einem 4-Volt-Lämpchen und ein wenig Widerstandsdraht ein für die ganze Elektrizitätslehre so bedeutendes Gesetz wie das Ohmsche sehr einfach darlegen läßt.

genauen Bestimmung Beziehungen zwischen den einzelnen Größen des Ohmschen Gesetzes zueinander sind gleichfalls gut zu zeigen. (Vgl. S. 23!)

2.d) Eine weitere Versuchsreihe aus dem Gebiet der Elektrizitätslehre, bei der ich meinen selbstgebauten Transformator verwenden kann, stellen

die Versuche dar, die bei der Behandlung der Schaltungsweise von Lampen ausgeführt werden. Die beiden nächsten Versuche sollen die Verwendung des selbstgebauten Transformators als Stromquelle bei diesen Versuchen zeigen.

11. Versuch: Versuchsmaterial: mein selbstgebauter Transformator, drei 4-Volt-Lämpchen und ein Lämpchenbrett mit 3 Lampenfassungen.

Ein Lämpchen wird an die 4-Volt-Buchsen des Transformators angeschlossen. Es leuchtet hell. Der Stromkreis wird unterbrochen und ein zweites hinter das erste geschaltet. Es leuchten beide Lämpchen, aber mit geringerer Helligkeit als im ersten Fall. Nun wird noch ein drittes Lämpchen hinter das zweite geschaltet, so daß jetzt drei hintereinander geschaltete Lämpchen im Stromkreise liegen. Die Lämpchen brennen jetzt noch dunkler als im zweiten Fall. Die bei zunehmender Hintereinanderschaltung von Lämpchen zu beobachtende Helligkeitsabnahme läßt erkennen, daß die Stromstärke geringer geworden ist. Die Abnahme der Stromstärke ergibt sich daraus, daß durch das Hintereinanderschalten von Lämpchen der Gesamtwiderstand des Stromkreises größer geworden ist.

Ergebnis: 1. Jedes Lämpchen stellt einen gewissen Widerstand dar.

2. Bei Hintereinanderschaltung von 3 Lämpchen hat sich der Gesamtwiderstand des Stromleiters auf das Dreifache erhöht.

12. Versuch: Ein Lämpchen wird an die 4-Volt-Buchsen des Transformators angeschlossen. Es leuchtet hell. Nun wird diesem Lämpchen ein zweites parallel geschaltet. Beide brennen gleich stark und zwar mit ursprünglicher Helligkeit. Ein drittes Lämpchen wird parallel geschaltet. Alle drei brennen gleichstark mit der ursprünglichen Helligkeit. Infolgedessen durchfließt jedes Lämpchen die ursprüngliche Stromstärke. In der Zuleitung vom Transformator zu den Lämpchen muß daher ein dreimal so starker Strom fließen. Das Anwachsen der Stromstärke auf das Dreifache ihres früheren Wertes setzt aber nach dem Ohmschen Gesetz entweder eine dreifache Erhöhung der früheren Spannung oder eine Verkleinerung des Gesamtwiderstandes auf den dritten Teil seines früheren Wertes voraus. Da nun aber im Verlauf des Versuches die 4-Volt-Spannung dauernd beibehalten wurde, so muß

Hier wird die Gesetzformulierung des Ohmschen Gesetzes vorausgesetzt, die aber S. 21 nicht entwickelt worden ist.

sich der Widerstand auf den dritten Teil seines ursprünglichen Wertes verringert haben.

Ergebnis: Bei Parallelschaltung dreier gleichstarker Lämpchen beträgt der Gesamtwiderstand nur den dritten Teil des Widerstandes eines Lämpchens.

Anwendung für das Leben (Moment der Sicherung) fehlt.

2.e) Weitere Versuche, bei denen ich meinen selbstgebauten Transformator verwenden kann, sind die Versuche, die zum besseren Verständnis der Wirkungsweise eines Transformators ausgeführt werden können. Als Ausgangspunkt für diese Versuche dient mir mein selbstgebauter Transformator. Die Schüler wissen bereits infolge seiner häufigen Verwendung bei den verschiedensten Versuchen, daß durch den Transformator die hohe Netzspannung von 125 Volt in die ungefährliche Spannung von 2, 4, 6, 8, 10 und 12 Volt umgeformt wird. Durch den gelegentlichen Gebrauch der Bezeichnungen Eingangsseite und Ausgangsseite wissen die Kinder bereits, daß man unter der Eingangsseite des Transformators den Teil versteht, der direkt mit dem Netz verbunden ist, und unter Ausgangsseite die Seite des Transformators, die die von der Netzspannung abweichende Spannung führt. Mit eigenen

Ist ja im vorigen Satz schon gesagt.

Augen sehen die Kinder, daß der selbstgebaute Transformator aus einem unterteilten Eisenkern und mehreren Spulen besteht, die auf einen gemeinsamen Spulenkörper aufgewickelt sind. Daß die Spulen voneinander getrennt sind und verschiedene Windungszahlen und verschiedene Drahtstärken haben, muß ich den Schülern selbst sagen, da sie dies infolge des geschlossenen Aufbaues meines Transformators nicht selbst feststellen können. Desgleichen muß ich sie darauf hinweisen, daß die Eingangsspule aus vielen Windungen mit dünnem Draht, die Ausgangsspule aus wenig Windungen mit dickem Draht besteht . Nach diesen Erläuterungen wissen die Schüler, daß ein Transformator zur Spannungsänderung dient,und aus welchen Teilen er besteht. Wie diese Umformung der Spannung aber zustande kommt, und wie die einzelnen Teile des Transformators daran beteiligt sind, ist ihnen vorläufig noch unklar. Das muß ihnen an Versuchen gezeigt werden. Hierfür werde ich unter Verwendung meines selbstgebauten Transformators etwa folgende Versuche anstellen:

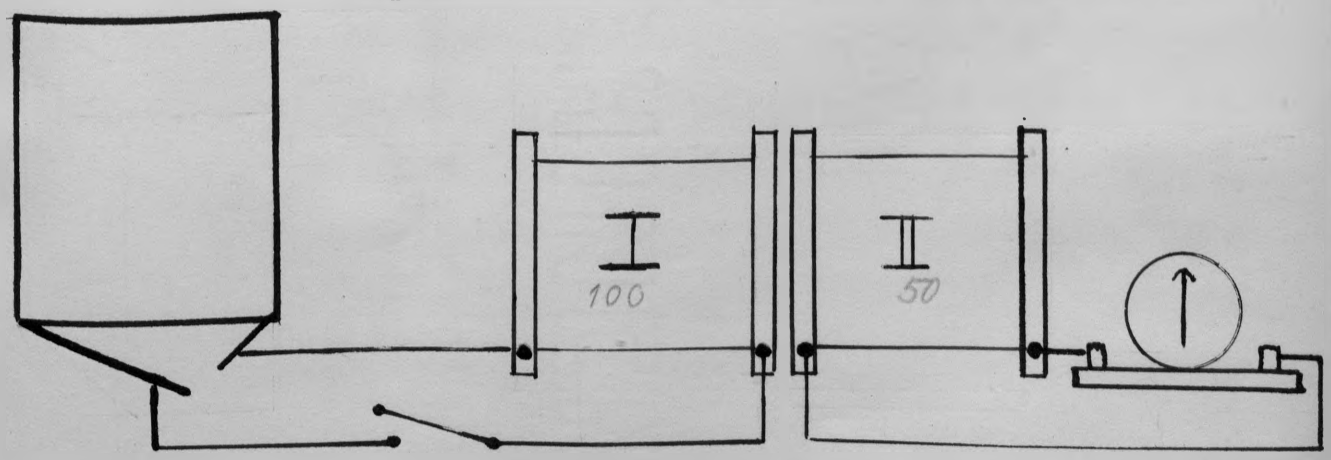
13. Versuch: Versuchsmaterial: mein selbstgebauter Transforma-

tor, 1 Spule mit 100 Windungen, 1 mit 50 Windungen, ein Galvanoskop, 1 Schalter, 1 Taschenlampenbatterie.

Die beiden Spulen werden mit der Stirn- oder Längsseite eng nebeneinander gelegt. Die Spule 1 mit den 100 Windungen wird über den Schalter an die Taschenlampenbatterie, die Spule 2 mit 50 Windungen an das Galvanoskop angeschlossen. Beim Einschalten des Stromes schlägt das Galvanoskop ein wenig aus und geht gleich wieder auf die Nullstellung zurück. Die gleiche Erscheinung ist bei der Unterbrechung des Stromkreises zu beobachten. Der Ausschlag des Galvanoskops erfolgt nur beim Ein- und Ausschalten des Stromes.

Die Gebrauchsanweisung für Taschenlampenbatterien wird der Ausschlag sehr gering sein

Ergebnis: Wird durch eine Spule ein Gleichstrom geschickt, so entsteht beim Ein- und Ausschalten des Gleichstromes in einer benachbarten Spule ein kurzer Stromstoß (Induktionstrom).



14. Versuch: Versuch erfolgt wie Versuch 13, nur wird diesmal die Spule 1 an die 4-Volt-Buchsen des selbstgebauten Transformators angeschlossen. Beim Einschalten des Stromes schlägt das Galvanoskop aus und behält seinen Ausschlag, bis der Strom in der Spule 1 unterbrochen wird. Der dauernde Ausschlag des Galvanoskopes zeigt an, daß in der Spule 2 ein dauernder Strom fließt.

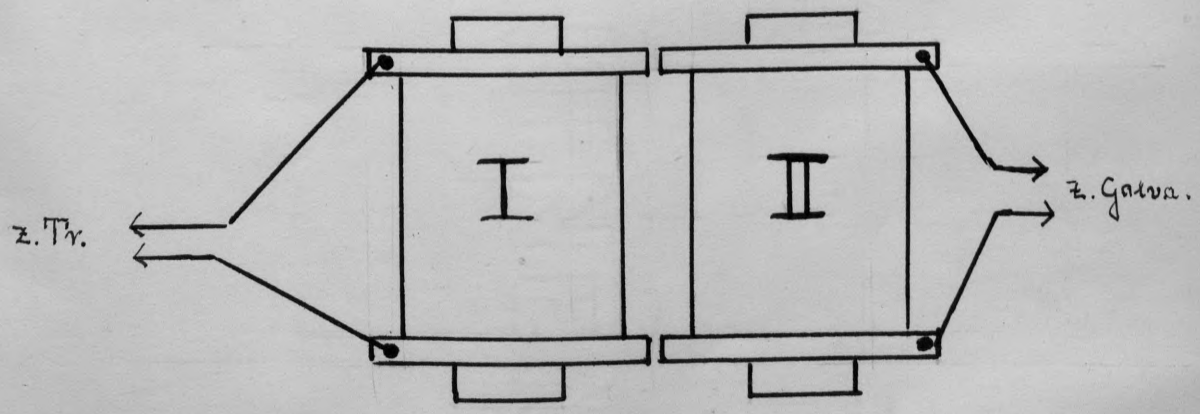
Ein gewöhnlicher Galvanoskop wird wegen der hohen Frequenz der Unterbrechungen nicht anzeigen können

Ergebnis: Schickt man durch eine Spule einen Wechselstrom, so erzeugt er in der benachbarten Spule einen dauernden Induktionsstrom.

Begriff abzuleiten

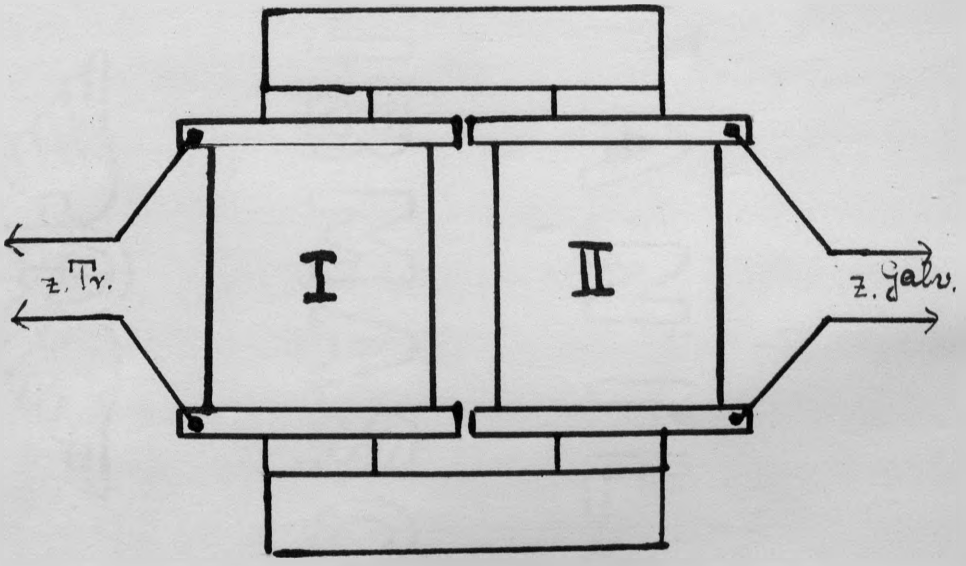
15. Versuch: Versuch erfolgt in der gleichen Weise wie Versuch 14, nur wird jetzt durch die Spule 1 und 2 ein Eisenkern gesteckt. Der Induktionsstrom in der Spule 2 wird stärker, wie aus dem größeren Ausschlag des Galvanoskops zu ersehen ist.

Ergebnis: Eisen verstärkt die Induktionswirkung.



16. Versuch: Versuch wie Versuch 15, nur werden diesmal die freien Enden der in beiden Spulen steckenden Eisenkerne durch eiserne Querjoche miteinander verbunden. Der Ausschlag des Galvanoskops ist stärker als in Versuch 15. Benutzt man statt des Galvanoskops ein 4-Volt-Lämpchen, so brennt es dunkel.

Ergebnis: Je geschlossener der Eisenkern ist, auf dem sich die beiden Spulen befinden, desto größer ist der in Spule 2 erzeugte Strom.



17. Versuch: Der Versuch 16 wird wiederholt. In den Stromkreis der Spule 1 wird ein 4-Volt-Lämpchen eingeschaltet. Als Stromanzeiger für die Spule 2 wird ein 4-Volt-Lämpchen benutzt. Schließt man die Spule 1 an die 4-Volt-Buchsen des Transformators an,

so leuchtet das Lämpchen an der Spule 1 hell, das an der Spule 2 dunkel. Wechselt man die Spule 2 abwechselnd gegen eine von 75, 100 und 150 Windungen aus, so vergrößert sich gleichzeitig die Helligkeit des als Stromanzeiger benutzten Lämpchens an der Spule 2, während das Lämpchen im Stromkreis der Spule 1 mit gleichbleibender Helligkeit brennt. Bei Verwendung der Spule mit 100 Windungen als Spule 2 ist die Helligkeit des an diese Spule angeschlossenen Lämpchens annähernd so groß, wie die des Lämpchens 1. Wird die Spule mit 150 Windungen als Spule 2 benutzt, so ist die Helligkeit des Lämpchens 2 größer als die des Lämpchens 1.

Ergebnis: 1. Wechselstrom läßt sich mit Hilfe zweier verschiedener Spulen und einem Eisenkern umformen.

2. Hat die Ausgangsspule weniger Windungen als die Eingangsspule, so ist auch die Ausgangsspannung geringer als die Eingangsspannung; hat die Ausgangsspule mehr Windungen als die Eingangsspule, so ist auch die Ausgangsspannung höher als die Eingangsspannung.

Der Text wird nicht beanstandet, daß es sich hier um Spannungsänderungen handelt.

Die hier ausgeführten Versuche stellen nur eine Auswahl all der Versuche dar, die sich mit meinem selbstgebauten Transformator ausführen lassen. Sie reichen jedoch vollständig hin, um zu zeigen, wie ich meinen Transformator im Naturlehreunterricht verwenden kann. Die Art und Weise seiner Verwendung ist, wie aus den hier angeführten Versuchen zu erkennen ist, immer die gleiche. Immer werde ich ihn als Stromquelle für die verschiedenen Versuche bei der Darbietung des Unterrichtsstoffes verwenden.

II. Im bisherigen Teil habe ich die Verwendung meines selbstgebauten Transformators unter dem Gesichtspunkt der Vermittlung des Unterrichtsstoffes aufgezeigt. Darüber hinaus bietet mir mein Transformator im Naturlehreunterricht eine Reihe von Erziehungsmöglichkeiten. Schon wenn ich den Kindern sage, daß der Transformator, mit dem sie bei ihren Versuchen arbeiten, von mir selbstgebaut worden ist, ist das Interesse der Kinder bei den Versuchen größer als sonst. Wenn man überdies ihnen dann noch den Aufbau des Transformators erklärt, verlieren sie einen großen

Teil ihrer Scheu, die sie sonst fabrikmäßig hergestelltem Versuchsmaterial entgegenbringen. Sie fühlen, daß es auch ihnen mit ihrem verhältnismäßig kleinen theoretischen Wissen und praktischen Können durchaus möglich ist, einen ähnlichen Apparat herzustellen. Wenn ich statt meines selbstgebauten Transformators einen fabrikmäßig hergestellten im Naturlehreunterricht verwenden würde, so kämen die Kinder, geblendet durch die sorgfältige und saubere Ausführung, zu der Ansicht, daß die Herstellung eines solchen Apparates etwas sei, was weit über ihr Können hinausreiche. So aber sehen die Kinder, daß die Herstellung verhältnismäßig einfach ist, und daß es gar nicht so sehr auf das Äußere eines Apparates ankommt. Bei manchen von ihnen, zumindest bei den technisch interessierten Schülern, entsteht der Wunsch, auch einen solchen Transformator zu bauen. Ich werde auch selbst den Schülern einen solchen Vorschlag machen und sie hierzu anregen, indem ich ihnen die Vorteile eines solchen Kleintransformators darlege. Der Selbstbau eines Transformators schult die praktischen Fertigkeiten der Schüler und veranlaßt sie, sich mit dem Wesen

der Induktion etwas genauer zu befassen, als dies im Rahmen des Naturlehreunterrichtes möglich ist. Das einmal geweckte Interesse der Schüler am Selbstbau und an der praktischen Auswertung der im Naturlehreunterricht gewonnenen theoretischen Kenntnisse wird sich nicht nur auf den Selbstbau eines Transformators beschränken, sondern wird die Schüler dazu führen, sich auch an der Herstellung anderer Apparate, wie Weicheiseninstrument, Galvanoskop, Hitzdraht-Amperemeter zu versuchen. Die hierdurch entwickelten praktischen Fähigkeiten und Fertigkeiten werden die Schüler auch außerhalb der Schule betätigen, wie etwa bei der Anlage einer elektrischen Klingel, Herstellung einer Antenne und Erdleitung für das Radio, Auswechseln von durchgebrannten Sicherungen usw. Ich werde stets bei passender Gelegenheit die Schüler darauf hinweisen, daß jeder von ihnen immer bestrebt sein müsse, sich nach Möglichkeit alles selbst herzustellen. Die Schüler können an meinem selbstgebauten Transformator lernen, daß man im Leben sich selbst zu helfen wissen muß, und daß man Gegenstände, die man selbst billig herstellen kann, nicht für teures

Geld kaufen soll. So kann ich von meinem selbstgebauten Transformator ausgehend die Selbständigkeit und den praktischen Sinn der Kinder fördern.

Dies alles zeigt, daß ich bei der Verwendung meines selbstgebauten Transformators im Naturlehreunterricht auch eine ganze Reihe von Erziehungsmöglichkeiten habe.

III. Ich kann meinen selbstgebauten Transformator nicht nur bei der Darbietung des Unterrichtsstoffes im Naturlehreunterricht verwenden und nicht nur als ein bemerkenswertes Erziehungsmittel, sondern auch als Mittel zur Berufslenkung der Schüler. Überall wird heute im Zeichen des Vierjahresplanes die Forderung nach höchster Leistung erhoben. Hohe und höchste Leistungen werden allgemein aber nur da vorgefunden werden, wo die einzelnen Arbeitsplätze von geeigneten Menschen eingenommen werden, d. h. von Menschen, die auf Grund ihrer Anlagen und Fähigkeiten in der Lage sind, ihren Arbeitsplatz voll auszufüllen. Der Berufswahl und der Berufslenkung kommt daher gegenwärtig eine sehr große Bedeutung zu. So verwunderlich es anfänglich erscheint, so kann ich

doch meinen selbstgebauten Transformator im gewissen Sinne als Mittel zur Berufslenkung im Naturlehreunterricht verwenden. Wie bereits im II. Teil dieser Arbeit ausgeführt wurde, vermag die Verwendung meines selbstgebauten Transformators im Naturlehreunterricht die Schüler zum Selbstbau eines Transformators und darüber hinaus zur Herstellung anderer physikalischer Geräte anzuregen. Hierdurch wird eine gewisse Auslese innerhalb der Klassengemeinschaft erfolgen insofern, als sich die Klasse aufteilen wird in Schüler, die an der eigenen Herstellung von Geräten stark interessiert sind, und solche, die von vornherein alles Basteln und Selbstbauen ablehnen. Innerhalb der ersten Gruppe wird im Laufe der Zeit eine noch engere Auslese festzustellen sein, und zwar wird sich die Gruppe aufteilen in Schüler, die beim Bau sich besonders geschickt anstellen und solche, denen es an der notwendigen Geschicklichkeit und Ausdauer fehlt. Die Schüler aber, die über das notwendige Interesse und die praktische Geschicklichkeit verfügen, kann ich dann bei der Schulentlassung dem Arbeitsamt als geeignet für technische Berufe vorschlagen.

Hieraus ersieht man, daß mir die Verwendung meines selbstgebauten Transformators im Naturlehreunterricht es erlaubt, im Sinne einer technischen Auslese unter den Jungen zu wirken.

überflüssig, da vorher schon gesagt.

C.

Wie aus meinen Ausführungen zu ersehen ist, kann ich meinen selbstgebauten Transformator im Naturlehreunterricht nach verschiedenen Richtungen hin verwenden. Hauptsächlich werde ich ihn bei der Darbietung des Unterrichtsstoffes gebrauchen. Darüber hinaus gibt mir die Arbeit am Transformator eine Reihe wertvoller Erziehungsmöglichkeiten und erlaubt es mir, auf eine technische Auslese innerhalb der Klassengemeinschaft hinzuarbeiten. Und wenn der Bau des Transformators auch manchmal umständlich und zeitraubend war, so hat sich, nach diesen Gesichtspunkten betrachtet, die Arbeit doch gelohnt.

Richtiger als Schluß.

---===000O000===---

Schriftenverzeichnis.

"Pädagogische Beilage zur Sächsischen Schulzeitung " vom 30. 11. 1932:"Die Elektrizitätslehre in der Landschule".

Spannung - Widerstand - Strom. Eine Einführung in die Elektrotechnik. Deutscher Ausschuß für technisches Schulwesen e.V.,Berlin 1931.Verlag: Spamer'sche Buchdruckerei, Leipzig.

Senner, A.und Kuhn, K.: Experimentalphysik. Moritz Diesterweg, Frankfurt a.M.1929.

Kranold/Kuhlmann/Sprenger: Elektrizität. Jul. Beltz, Langensalza. 1930.

Walter/Weber: Der Physikunterricht in der Volksschule, V. Teil. Verlag Boltze, Karlsruhe. 1936.

Dautzenberg, Rudolf: Elektrizität in der Volksschule. Pädagogische Beilage der Leipziger Lehrerzeitung 1933, Nr. 1.

Meine Semesterarbeit 1938.

---===oooOooo===---

Ich versichere, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt und außer den angegebenen keine weiteren Hilfsmittel benutzt habe.

Beuthen O/S., den 25. Juli 1939.

Heinrich Swan
cand. pacd.