

**Zeitschrift:** Schweizerische Lehrerzeitung

**Herausgeber:** Schweizerischer Lehrerverein

**Band:** 85 (1940)

**Heft:** 20

**Anhang:** Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, Mai 1940, Nummer 3 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

**Autor:** Knup, Eug. / Schönmann, W. / Günthart, A.

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# ERFAHRUNGEN

## IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

MITTEILUNGEN DER VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER NATURWISSENSCHAFTSLEHRER  
BEILAGE ZUR SCHWEIZERISCHEN LEHRERZEITUNG

MAI 1940

25. JAHRGANG • NUMMER 3

### Ein Transformator für den Physikunterricht und das physikalische Praktikum

Von Eug. Knap, Thurg. Lehrerseminar, Kreuzlingen.

#### Bedürfnisse des Unterrichtes.

Die Schule braucht Wechselstrom. Die Netzspannung von 145 oder 220 Volt steht beinahe überall zur Verfügung. Damit ist uns jedoch noch nicht gedient. Denn was wir in erster Linie benötigen, das sind wesentlich geringere Spannungen. Die früher vielfach gebräuchliche Methode, die Netzspannung mittels Vorschaltwiderstand oder Spannungsteiler auf niedere Gebrauchsspannungen zu reduzieren, findet heute wohl kaum noch irgendwo Anwendung. Wechselspannungen transformiert man mit dem Transformator. Der Transformator bildet daher ein unentbehrliches Glied in der Stromversorgung des Experimentiertisches und der Schülerarbeitsplätze. Leider tragen die im Handel erhältlichen Schultransformatoren den besonderen Bedürfnissen der Schule in der Regel zu wenig Rechnung. Entweder ist die Leistung ungenügend, oder die Zahl der direkt abnehmbaren Spannungen ist zu gering, so dass man weiterhin gezwungen ist, mit Vorschaltwiderstand und Spannungsteiler zu operieren. Dass man die gesamte Apparatur hinter einer mehr oder weniger geheimnisvoll anmutenden Schalttafel versteckt, trägt wohl kaum zur Uebersichtlichkeit der Versuchsanordnungen bei.

Was die Schule für den alltäglichen Unterrichtsbetrieb braucht, das ist ein leistungsfähiger Einphasen-Transformator mit einer möglichst grossen Zahl direkt abnehmbarer Spannungen. In Verbindung mit einer im Transformatorbau erfahrenen Schweizer Firma habe ich versucht, einen Transformator zu schaffen, der den Bedürfnissen der Schule weitgehend gerecht werden möchte. Das Ergebnis dieser Zusammenarbeit von Technik und Schule sei hiemit vorgestellt.

#### Die äussere Gestaltung des Transformators.

Fig. 1. Im Gegensatz zu den sog. Aufbaugeräten stellt der Transformator ein fertiges und geschlossenes Ganzes dar. Eine andere Ausführung kommt meines Erachtens für eine allzeit bereite, betriebs- und berührungssichere Stromquelle nicht in Frage. Dimensionen: Grundfläche  $36,5 \times 12,5$  cm, Höhe ohne Tragriemen 18 cm. Gewicht: Rund 12 kg. Das Gehäuse ist auf vier schalldämpfenden Gummifüssen montiert. Die Schaltplatte ist zweiteilig. Links finden sich die Starkstrom-, rechts die Schwachstromanschlüsse. Zwei 10 A Sicherungen schützen den Transformator vor Ueberlastung. Mit Hilfe des beigegebenen Kabels wird das Gerät an die Steckdose der Hausleitung angeschlossen.

#### Schaltschema.

Fig. 2. Die Primärwicklung besitzt Anzapfungen für die Netzspannungen 110, 125, 145, 190, 220 und 250 Volt. In der Fabrik wird der Primäranschluss über die beiden Sicherungen an die der Netzspannung entsprechende Anzapfung geführt. Die Anzapfungen der Primärwicklung stehen in Verbindung mit 6 Buchsenpaaren auf der Starkstromplatte (siehe Fig. 1, links). Diese Anordnung gestattet, die Primärwicklung als Autotransformator zu verwenden. Mittels Zweifach-

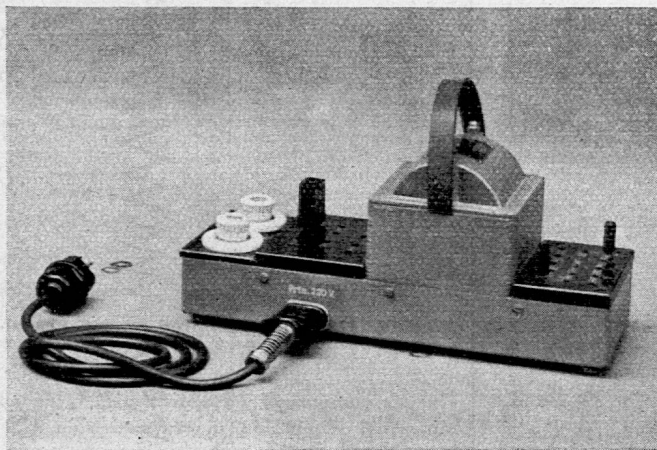


Fig. 1. Einphasen-Transformator für Schulen.

stecker können die oben genannten Spannungen abgenommen werden. Benützt werden diese Spannungen z. B. zum Betrieb von Gebrauchsapparaten, wie Kleinstmotor, Tauchsieder, Föhn, Radio, Verstärker usw. In den letzten Jahren wurden viele Lichtnetze auf die Normalspannung 220 Volt umgebaut, wodurch eine Menge von Apparaten, deren Umänderung zu viel kosten würde, für den Besitzer wertlos geworden sind. Für die Schule sind diese Apparate aber keineswegs wertlos, und es wird sich sogar lohnen, nach derartigem Altmaterial Umschau zu halten.

Neben den genannten Spannungen können der Primärwicklung noch eine grössere Zahl von Zwischenwerten entnommen werden, z. B.:  $190 \text{ V} - 110 \text{ V} = 80 \text{ V}$ . Von dieser Möglichkeit wird man jedoch nur Gebrauch machen für Spannungen über 50 V, die sekundär nicht erhältlich sind. Bei der Entnahme von Teilspannungen von der Primärseite ist hinsichtlich Berührungsgefahr die gleiche Vorsicht zu beachten wie beim Experimentieren mit der vollen Netzspannung. Aus diesem Grunde sei dieser Hinweis auf die Zwischenwerte nur für den Lehrer und nicht für die Schüler bestimmt.

Die 15 Anzapfungen der Sekundärwicklung stehen in Verbindung mit den 15 Einzelbuchsen der Schwach-

stromplatte (siehe Fig. 1, rechts). Die Anordnung wurde so gewählt, dass alle ganzzahligen Spannungswerte von 0 bis 50 V erhalten werden. Ein paar Beispiele:

3 V: Der eine Stecker in Buchse 0, der andere in Buchse 3.

26 V: Der eine Stecker in Buchse 20, der andere in Buchse 6.

47 V: Der eine Stecker in Buchse 40, der andere in Buchse 7.

Die Anordnung, die an den Längenmaßstab der Landkarten erinnert, ist auch dem Schüler bald geläufig.

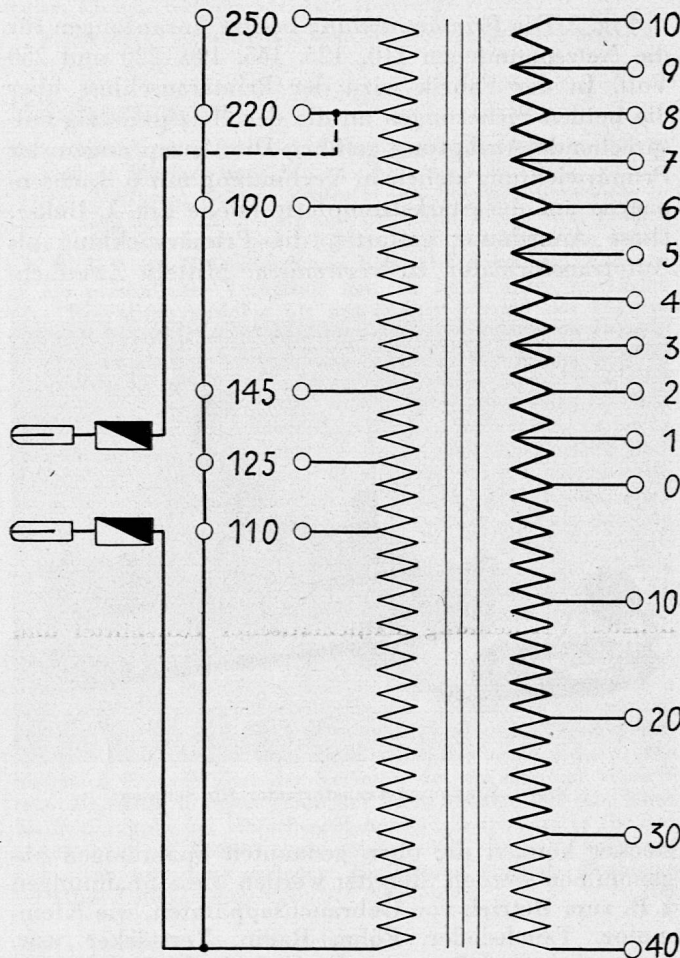


Fig. 2. Schema des Einphasen-Transformators.

### Leistung.

Bei Verwendung als Autotransformator beträgt die maximale Dauerleistung 250 VA. Bei nur 10 minütigem Betrieb darf die Leistungsentnahme verdoppelt und bei 1 minütigem Betrieb vervierfacht werden.

Auf der Sekundärseite ist der Drahtquerschnitt abgestuft, derart, dass man, den Bedürfnissen der Schule entsprechend, bei niederen Spannungen grössere und bei höheren Spannungen geringere Ströme abnehmen kann. Ueber die maximal zulässigen Stromstärken orientiert die folgende Zusammenstellung:

Zwischen den Buchsen	Strom dauernd	Strom während max. 10 Min.	Strom während max. 1 Min.
40 und 30	5 A	10 A	20 A
30 und 20	10 A	20 A	40 A
20 und 10	15 A	30 A	60 A
10 und 0	20 A	40 A	80 A
0 bis 10	25 A	50 A	100 A

Beispiel: 26 Volt. Maximaler Strom dauernd 15 A, während 10 Minuten 30 A, während 1 Minute 60 A. Die Belastungsgrenzen sind in augenfälliger Weise auf der Schaltplatte eingezeichnet.

### Versorgung der Schülerarbeitsplätze mit Wechselstrom.

Es bestehen zwei Möglichkeiten:

1. Die Versorgung aller Plätze von einem gemeinsamen Transformator aus.
2. Die Versorgung der Plätze mit getrennten Transformatoren.

Die erste Anordnung mag ihre Berechtigung haben für Schülerübungen auf der Sekundarschulstufe, wo die Schüler nach einem scharf vorgezeichneten Programm arbeiten und wo die Wahl der Spannung aus Gründen der Sicherheit nicht dem Schüler überlassen werden kann. Auf höheren Schulstufen dagegen ist die zweite Anordnung unbedingt vorzuziehen. Sie allein ermöglicht selbständiges und unabhängiges Arbeiten der einzelnen Schülergruppen.

### Gleichrichtung des Wechselstromes.

Es ist überflüssig, die mannigfachen Verwendungsmöglichkeiten des beschriebenen Transformators aufzuzählen. Ich möchte einzig auf die Verwendung des Transformators zur Speisung des Selen-Gleichrichters hinweisen. Da die erhaltene Gleichspannung von der Erregerspannung abhängt, so erweist sich auch in diesem Fall die weitgehende Regulierbarkeit der Sekundärspannung als eine wertvolle Eigenschaft des Transformators.

### Hersteller.

Der Transformator wird von der Firma Moser-Glaser & Co. in Basel, Spezialfabrik für Transformatoren, hergestellt und an die Schulen geliefert.

## Was heisst „wechselwarm“?

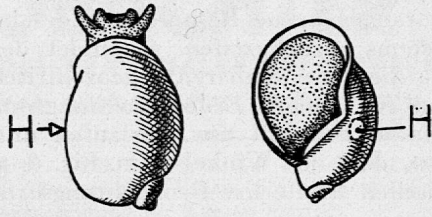
Von W. Schönmann, städt. Gymnasium, Bern.

Mit genauen Beobachtungen und einfacher Versuchsanordnung können Schüler in einer Stunde selbständig den Begriff «wechselwarm» erarbeiten und vertiefen, und zwar an Hand der *Schlamm-schnecke*. In jedem Wassergraben, Tümpel oder See finden wir an Wasserpflanzen Schnecken der Gattung *Limnaea*. Nicht jede Spezies eignet sich zu unserer Arbeit; wir brauchen dünn-schalige Arten und zudem Tiere, deren Schalenmantel wenig Pigment aufweist. Mit Erfolg wurde *Limnaea ovata* Drap. verwendet. Durch Schale und Mantel hindurch kann sogar von blossem Auge das schlagende Herz beobachtet werden.

**Aufgabe:** Wie verhalten sich die Tätigkeit des Herzens und die Kriechgeschwindigkeit bei verschiedenen Temperaturen?

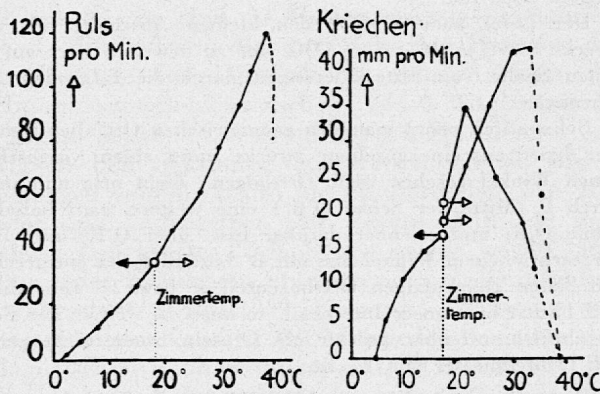
**Arbeitsplan:** Je 2 Schüler arbeiten gemeinsam, der eine beobachtet das Versuchstier, der andere kontrolliert am Sekundenzeiger seiner Uhr die Zeit. Jeder Arbeitsgruppe steht zur Verfügung: eine Schlamm-schnecke in kleiner Glasschale, Lupe, Präpariernadel, Pipette und ein Stücklein Millimeterpapier. Wenn nicht pro Gruppe 1 Thermometer zur Verfügung steht, genügt pro Klasse ein leichtempfindliches Instrument, mit dem der Lehrer die Messungen vornimmt. Ausgangspunkt für die Versuche ist die Zimmertemperatur. Die eine Hälfte der Arbeitsgruppen untersucht Puls und Kriechtempo bei erhöhten, die übrigen bei herabgesetzten Temperaturen.

Das Herz befindet sich auf der linken Körperseite; um es besser beobachten zu können, wird die Schnecke auf ihre Gehäuse umgedreht (siehe Zeichnung).



Schlamm Schnecke, kriechend und auf der Schalenseite liegend. H = Herz, durch die dünne Schale sichtbar.

Um die Kriechgeschwindigkeit zu messen, drehen wir die Schnecke wieder auf ihren Fuss und schieben unter die Glasschale das Stücklein Millimeterpapier. Die Vorwärtsbewegung kontrollieren wir am Vorder- und Hinterrand des Tieres, da das Gehäuse ruckweise von Zeit zu Zeit nachgezogen wird.



Puls und Kriechgeschwindigkeit (3 Tiere) bei zu- u. abnehmender Temperatur. (Zunehmende Temperatur ist durch helle, abnehmende durch schwarze Pfeile angegeben.) Ausgangstemperatur 18° C. ----- = ungeordnete Bewegung.

Um die Temperatur zu erhöhen (oder zu senken) geben wir mit der Pipette einige Tropfen siedendes Wasser (resp. Eiswasser, Eiskörner oder Schnee) in die Glasschale. Dabei ja nicht zu grosse Sprünge, Temperaturschritte von 2—5° C genügen.

**Resultat:**

Die Pulscurve zeigt direkte Abhängigkeit von der Temperatur. Bei 40° C tritt unregelmässige Herztätigkeit ein (Kurve gestrichelt).

Die Untersuchung der Kriechgeschwindigkeit ergibt teils eine steigende Kurve von 6° bis 35° C, wo die Fortbewegung ungeordnet, meist gänzlich eingestellt wird — teils eine typische Maximumskurve von 21° C. Die Besprechung der erhaltenen Kurvenbilder führt uns ohne weiteres zu den Begriffen Optimum, Temperatur-Minimum und -Maximum, und so erhalten wir einen tiefen Einblick in das Leben eines wechselwarmen Tieres.

**Anmerkung der Redaktion:**

Dankbar sind auch die gewöhnlichen Limnaeen (*L. stagnalis* und *palustris*), die im Aquarium abgelegt wurden. Sie sind, besonders in kleineren Aquariumsgläsern, meist kleine pigmentarme Hungerformen, die das Herz sehr gut durchscheinen lassen. Bei dieser Gelegenheit sei daran erinnert, dass der Laich der Wasserschnecken stets ein dankbares Beobachtungsmaterial darstellt: die in ihren Gallerthüllen herumsegelnden jungen Tiere bieten ein sehr schönes Bild. Ebenso geeignet wie die wurstförmigen Gehege der Limnaeen sind die flacheren von *Planorbis*.

## Modelle für die Bewegungen Sonne-Erde

Von A. Günthart, Kantonsschule Frauenfeld.

Dieses Thema gehört ja eigentlich in die «mathematische Geographie». Aber im geographischen und auch im naturwissenschaftlichen Unterricht müssen wir die Kenntnis der Bewegungen zwischen Sonne und Erde voraussetzen, wenn wir die Entstehung der Klima- und Vegetationszonen unserer Erde begründen wollen. Da nun der mathematische Unterricht diese Bewegungserscheinungen erst in den Oberklassen behandelt, so bleibt dem Geographen und auch dem Naturwissen-

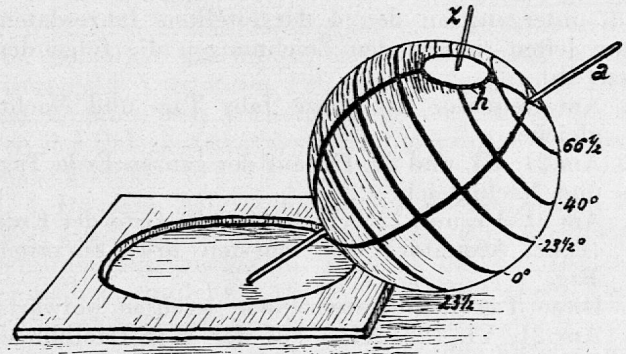


Fig. 1.

**Kleiner Schülersglobus.**

Eine Holzkugel mit durchgehender Bohrung für die Erdachse a und nicht durchgehender für eine Zenitlinie z und ein Horizontscheibchen h (auf welches man die Himmelsrichtungen eintragen kann). Meridiane und Parallelkreise vom Drechsler eingebrannt. Daneben die Karton- oder Holzplatte, mit der die Erdbahnebene des heliozentrischen Systems dargestellt werden kann. Alles weitere im Text.

schaftslehrer gewöhnlich nichts anderes übrig, als sie selbst abzuleiten. Seit Jahren tue ich dies unter möglichster Vermeidung mathematischer Hilfsmittel und reichlicher Verwendung selbstgefertigter Demonstrationsmittel.

Als Erdmodell verwenden wir den üblichen Schwarzglobus, auf dem Aequator, Wende- und Polarkreise, ein Parallelkreis von etwa 47° nördlicher Breite und zwei oder drei Meridiane mit Kreide aufgetragen werden. Zudem kauft jeder Schüler einen

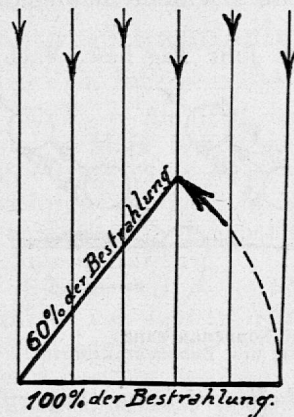


Fig. 2.

Je steiler der Strahlenaufall, um so stärker die Bestrahlung.

kleinen Erdglobus aus Holz (Durchmesser ca. 8 cm, ohne jedes Stativ, Preis Fr. 2.40), auf welchen jene Kreise vom Drechsler fest aufgetragen sind (Fig. 1). Diese Kugel besitzt eine Achsenbohrung zum Durchführen einer die Erdachse darstellenden Stricknadel.

Wir betrachten nun die Abbildung 6a auf der letzten Seite des schweizerischen Mittelschulatlases und stellen diese Erdstellungen mit dem kleinen Schülersglobus, wenn nötig auch mit dem grossen Schwarzglobus als Erde dar, als Sonne irgend eine

Marke (Kerze) benützend. Die Erdbahnebene ist die durch das Zentrum der verschiedenen Erdstellungen und die Sonne gedachte Horizontalebene; die Erdachse wird unter  $23\frac{1}{2}^\circ$  gegen die Vertikale zur Erdbahn im gleichen Sinne wie in den Atlasabbildungen geneigt. Tagesrotation und jährliche Umdrehung der Erde werden so vorgeführt. Dann zeichnen wir die Erde, von vorn gesehen, so wie sie Abb. 6b im Atlas wiedergibt, jedoch grösser und nicht nur für den 21. Juni und 22. Dezember, sondern auch für den 21. März und den 23. September. Aus diesen vier Zeichnungen bestimmen die Schüler für einen bestimmten Beobachtungsort auf dem Parallelkreis  $47^\circ$  die Erdstellung um 6, 12, 18 und 24 Uhr und bei Sonnenauf- und -untergang an den 4 dargestellten Jahresdaten. Dann leiten sie aus den Zeichnungen die folgenden Sätze ab:

1. Am Aequator das ganze Jahr Tag- und Nachtgleiche.
2. Am 21. III. und 23. IX. auf der ganzen Erde Tag- und Nachtgleiche.
3. Am 21. VI. und 22. XII. haben alle Orte der Erde (exkl. Aequator) den längsten bzw. kürzesten Tag.
4. Diese Tag-Nacht-Unterschiede wachsen polwärts.
5. Am 21. VI. (22. XII.) auf der N-(S-)Halbkugel Sommer, weil dann dort längster Tag und zugleich steilster Sonnenstrahlenaufschlag (Fig. 2).
6. Am Aequator zweimal (21. III. und 23. IX.) senkrechter Sonnenstand.
7. An den Wendekreisen einmal des Jahres senkrechter Sonnenstand (die Sonne «wendet» hier).
8. Zwischen den Wendekreisen überall zweimal senkrechter Sonnenstand.
9. Ausserhalb der Wendekreise nie mehr senkrechter Sonnenstand.
10. Auf den Wendekreisen und ausserhalb derselben fallen höchster Sonnenstand und längster Tag zusammen.
11. Innerhalb der Wendekreise fallen höchster Sonnenstand und längster Tag nicht zusammen.
12. Auf den Polarkreisen fällt zum erstenmal ein Tag bzw. eine Nacht aus.
13. Ausserhalb der Polarkreise geschieht dies mehrmals.
14. An den Polen ein halbes Jahr Tag bzw. Nacht.

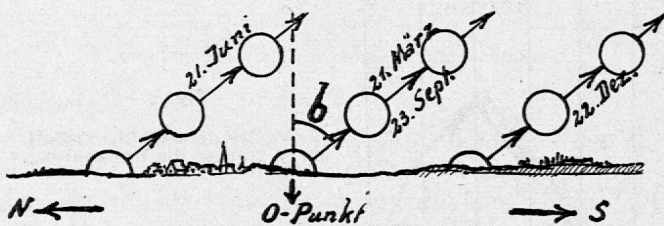


Fig. 3.  
Blick gegen Osten bei Sonnenaufgang.  
b ist die geographische Breite des Beobachtungsortes.

Nachdem so das neuere, *heliozentrische* (kopernikanische) Weltssystem dargestellt ist, gehen wir zum älteren, *geozentrischen* (ptolemäischen) über. Es zeigt vom fest gedachten Beobachtungsort auf der Erde die sog. «scheinbaren» Bewegungen der Sonne (die ja eigentlich für uns Erdenmenschen die «wirklichen» sind). Aus der Erfahrung der Schüler wird festgestellt, wo bei uns die Sonne in den verschiedenen Jahreszeiten auf- und untergeht (Fig. 3). Welche Bahn beschreibt sie vom Aufgangs- zum Niedergangspunkt am

Himmelsgewölbe? Was heisst Horizont, Zenitlinie und Zenit, Meridianebene und Meridian, NS-Linie, O- und W-Punkt? Auf- und Niedergangspunkt sind im Sommer nach N, im Winter nach S verschoben. Wenn wir auf die vorangegangene Besprechung des heliozentrischen Systems zurückgreifen, so findet der Schüler leicht, wie diese «scheinbaren» (geozentrischen) Sonnenbahnen für andere Erdbeobachtungspunkte: für den Aequator, den Pol usw. verlaufen und erkennt schon jetzt, dass der Winkel  $b$  in Fig. 2 gleich der geographischen Breite des Beobachtungsortes ist.

(Fortsetzung folgt.)

## Kleine Mitteilungen

### Nochmals Minimum der Ablenkung.

Aus Rücksicht auf den schulmethodischen Charakter der «Erfahrungen» beschränkte ich mich in meinem in der vorigen Nummer erschienenen Aufsatz auf den eigentlichen «Schulfall». Nachdem ich nun aber von Fachkollegen ersucht wurde, auch den vollständigen Beweis bekanntzugeben, möchte ich dies nachträglich doch tun.

Der Leser kann einfach den kleinen Abschnitt «Zu dem Zwecke ...  $\sphericalangle A'OC' < \sphericalangle AOC$ , was zu beweisen war» auf der ersten Spalte von Seite 8 ersetzen durch die folgenden Ausführungen:

Bekanntlich nennt man den geometrischen Ort aller Punkte, von denen aus eine gegebene Strecke unter einem vorgeschriebenen Winkel gesehen wird, Ortsbogen. Zieht man nun in  $K_1$  durch  $P$  (Mitte der Sehne  $Q'R'$ ) eine weitere, ganz beliebige Sehne  $Q_1R_1$  und zeichnet darüber bzw. über  $Q'R'$  mit  $\omega$  als vorgeschriebenem Winkel den mit  $B'$  bezüglich der entsprechenden Sehne gleichförmigen Ortsbogenteil  $\Omega$  bzw.  $\Omega'$  (nur dieser Teil besitzt hier unser Interesse), so muss  $\Omega$ , weil in der Form  $\Omega'$  ähnlich, offenbar grösser als  $\Omega'$  sein, wenn nicht gerade  $Q'R'$  Durchmesser von  $K_1$  ist.

Nun müssen wir folgende Möglichkeiten in Betracht ziehen:

I.  $B'P > B'O$ . (Fall der Fig. 6.)  $\Omega$  muss  $K_2$  schneiden (man beachte die Lage der Mitte von  $Q_1R_1$ ). Es gibt also sicher Winkel  $EBF$ , deren Sehne  $QR$ , nach Drehung um  $O$ , durch  $P$  geht. Vielleicht existieren auch solche, die das nicht tun? Dreht man einen solchen Winkel  $EBF$ , für den also  $QR < Q'R'$ , so weit um  $O$ , bis  $\overline{QR}$  (neue Lage von  $QR$ )// $Q'R'$  wird, so muss  $\overline{QR}$  mit  $B'$  gleichförmig bezüglich  $Q'R'$  liegen, denn andernfalls könnte der in Betracht kommende Ortsbogenteil  $\overline{\Omega}$  (über  $\overline{QR}$ ,  $\omega$  als Winkel), weil kleiner als  $\Omega'$ ,  $K_2$  nie schneiden. Folglich gilt für alle Winkel  $EBF$  die Ungleichung  $\sphericalangle Q'OR' < \sphericalangle QOR$ , also, wie im Aufsatz:  $\sphericalangle A'OC' < \sphericalangle AOC$ .

II.  $B'P = B'O$ , also hier  $P \equiv O$ . Es ist  $\Omega = \Omega'$ . Daher liefert  $\Omega$  immer nur eine gedrehte Lage von  $\sphericalangle EBF$ . Jeder andere Winkel  $EBF$  kann nie durch Drehung um  $O$  in eine Lage gebracht werden, dass  $Q'R'$  durch  $P$  geht. Schlussfolgerung siehe III.

III.  $B'P < B'O$ .  $\Omega$  kann  $K_2$  nie schneiden! Denn  $B_1O$  ist stets  $< r_2$  ( $B_1$  sei Scheitel von  $\Omega$ ,  $r_2 =$  Radius von  $K_2$ ). Das sieht man so ein: betrachte die Dreiecke  $B'Q'O$  und  $B_1Q_1O$ . Es ist  $Q'O = Q_1O$ ;  $\sphericalangle B'Q'O$  unbedingt spitz; wegen  $Q_1P_1 > Q'P$  ( $P_1$  sei Mitte von  $Q_1R_1$ ) ist ferner  $\sphericalangle Q'OB' (\equiv \sphericalangle Q'OP) < \sphericalangle Q_1OB_1 (\equiv \sphericalangle Q_1OP_1)$ , daher  $\sphericalangle B_1Q_1O < \sphericalangle B'QO$ ;  $\therefore B_1O < B'O = r_2$ . Somit: kein Winkel  $EBF$  kann durch Drehung um  $O$  in eine Lage gebracht werden, dass  $Q'R'$  durch  $P$  geht. Also  $QR < Q'R'$ ! Das heisst aber: der hier in Betracht kommende Zentriwinkel  $QOR$  ist überstumpf (durch Drehung von  $QR$  in die Lage  $\overline{QR}$  zu erweisen, wie bei I) und grösser als der ebenfalls überstumpfe (bei II: gestreckte)  $\sphericalangle Q'OR'$ . Folglich, wie bei I:  $\sphericalangle A'OC' < \sphericalangle AOC$ , was zu beweisen war.

Bei dieser Gelegenheit sind noch zwei kleine Druckfehler zu korrigieren. Auf der bereits erwähnten ersten Spalte von Seite 8, Zeile 4 von oben, muss es heissen  $\sphericalangle AOC$  (statt  $OAC$ ) und die gleiche Seite, Zeile 4 von oben, Spalte 2:  $\therefore$  (statt «wenn»).

K.