

Der scheinbare Sonnenlauf in den verschiedenen geographischen Breiten.

Ein Beitrag zur Methodik des Geographie-Unterrichtes in der II. Klasse.

Von Dr. Josef Kieseewetter.

In folgenden Zeilen habe ich die Absicht, eine Reihe mehrjähriger und erprobter Erfahrungen niederzulegen, wie am besten, leichtesten und bequemsten der ziemlich schwierige einleitende Geographieunterricht der zweiten Gymnasialklasse mit Erfolg durchzuführen ist. Es handelt sich vor allem darum, den Schülern das richtige Verständnis für den Erd- und Himmelsglobus, für die Pol- und Äquatorhöhe der einzelnen Breiten und für die Sonnenstände derselben und deren Bedeutung auf leichte Art beizubringen, damit sie auch selbst imstande sind, aus der Karte, wenn auch immer mit geschickter Unterstützung durch den Lehrer, ein ziemlich richtiges klimatisches Bild eines Landes zu entwerfen, da ja nur so erwartet werden kann, daß das in der zweiten Klasse im Geographieunterrichte Gelernte dauernder Besitz bleibt. Wie leicht kann dann der Schüler die Produkte mit dem Klima verbinden! Diese Einleitungen wegen ihrer Schwierigkeit ganz wegzulassen, wie es hie und da geschieht, ist ein großer Fehler und rächt sich im späteren Unterrichte sehr, der dann wenig oder keinen Erfolg bringt. Man muß nur das Interesse der Jugend wecken, so lassen sich recht viele Schwierigkeiten überwinden, da ja doch die jungen Gemüter für die großen Fragen der Natur verhältnismäßig leicht zu begeistern sind. Mit einiger Mühe gelingt dies schon, nur muß man durch viele passende Beispiele dem Verständnisse zu Hilfe kommen, vor allem aber durch eine sorgfältige häusliche Präparation und besonders durch die Lektüre tüchtiger methodischer Werke für den Geographieunterricht, deren es eine recht große Menge gibt. Dann läßt man auch die jungen Geister gleichsam selbst forschen und arbeiten und gibt ihnen nur die Anregungen zu dieser Arbeit, sie finden schon ziemlich bald das richtige Resultat. Ihre Freude an der Sache wächst, wodurch die Mühe des Lehrers gar bald erleichtert wird. Und so groß ist diese Mühe nicht, wenn man sich in diese jungen Köpfe hineinlebt und mit ihnen

gleichsam auf derselben Stufe den Forschenden spielt. Einige Dinge werden die Schüler dem Lehrer glauben müssen, da sie für diese Altersstufe noch nicht erklärbar sind. Vor allem aber ist es von großem Vorteil, wenn der Lehrer mit seinen Schülern von der ersten Klasse in die zweite aufsteigen konnte, was leider nicht immer der Fall, oft auch nicht möglich ist, da nur auf diese Weise gleichsam ein festes geographisches Gebäude geschaffen werden kann.

Am besten fängt man auf der zweiten Stufe den geographischen Unterricht mit der Wiederholung der Lehre vom Globus und seinen wichtigsten Linien und deren Bedeutung an, weil sich hier leicht an den Stoff der Prima anschließen läßt. Nachdem wieder die Begriffe der Achse, von Nord- und Südpol, von Meridianen und Parallelkreisen festsetzen, fängt man an, zu der Achse, den Polen, Meridianen und Parallelkreisen der Himmelskugel überzugehen oder besser diese Punkte und Linien unserer Erde auf das Himmelsgewölbe zu entwerfen.

Vor diesem Entwurfe wird es gut sein, die Begriffe scheinbarer und wahrer Horizont zu entwickeln. Sehr verständlich für die Schüler ist das, was Professor Dr. Franz Heiderich im II. Teile seiner österreichischen Schulgeographie auf Seite 3 und 4 darüber sagt, nur müßte die Zeichnung Fig. 1 insoweit verbessert werden, daß der das Himmelsgewölbe darstellende Kreis vergrößert, der die Erdkugel bezeichnende noch vielmehr verkleinert werde. Eine geschickte Tafelzeichnung kann dabei von großem Werte sein. Man kann noch hinzufügen, wie verschwindend klein unser Erdhalbmesser schon im Vergleiche zur Sonnenentfernung ist. (Erdhalbmesser = 6377 km, mittlere Sonnenentfernung = 148·7 Millionen km.) Wir sehen ein Verhältnis von 1 : 23.318 oder wie $\frac{1}{23}$ mm : 1000 mm. Ja selbst beim Mondabstände (mittlere Entfernung 384.400 km) erzielen wir ein Verhältnis wie 1 : 60 oder wie 1·6 cm : 100 cm; d. h. würde ich die Sonne als kleine Scheibe auf die Tafel aufzeichnen und 1 m davon die Erde, so müßte diese einen Halbmesser von $\frac{1}{23}$ mm haben. Da sehen wohl die Schüler recht bald ein, daß es einerlei ist, ob ich den Beobachtungspunkt auf die Oberfläche oder in den Mittelpunkt des Scheibchens verlege; und würde ich von dem Rande des Erdscheibchens und von seinem Mittelpunkte zur Sonnenmitte ¹⁾ Linien ziehen, müßten diese zusammenfallen. Dann bietet der wahre Horizont noch den Vorteil des gemeinsamen Beobachtungspunktes.

¹⁾ Daß bei Entfernungsmessungen größerer kreisförmiger Flächen nur der Abstand ihrer Mittelpunkte gemessen wird, wissen die Schüler dieser Stufe aus der ersten Klasse. Dort lernten sie den Abstand zweier Städte auf der Karte bestimmen, indem sie die Zirkelspitzen in die Mittelpunkte der die Städte darstellenden Ringelchen einsetzten. So werden sie auch verstehen, daß bei Messungen der späteren Sonnenhöhen die Höhen der Sonnenmitte gemessen werden.

Schon in der ersten Klasse haben die Schüler gehört, daß sich das Himmelsgewölbe scheinbar von Osten nach Westen um den Polarstern dreht, also dieser in der Himmelsachse liegen muß. Es muß die Jugend daran erinnert werden, daß wir mit unserer Erde in der Mitte dieser Hohlkugel liegen. Noch einmal führt man das Beispiel von der Eisenbahnfahrt an, bei welcher der zum Wagenfenster hinausblickende Reisende das Gefühl hat, als bliebe er an demselben Flecke und die Landschaft bewege sich ihm entgegen. Am größten ist wohl die Täuschung, wenn von zwei in einem Bahnhof stehenden Zügen sich der eine zu bewegen beginnt, so daß man sich erst vergewissern muß, ob der andere Zug fährt oder der, in welchem der Beobachter sitzt. Durch verschiedene Fragen sucht man die Schüler daraufzubringen, daß eigentlich die Erde dieser Eisenbahnzug ist, in dem wir sitzen und das Himmelsgewölbe die unserer Fahrtrichtung sich entgegenbewegende Landschaft. Auf diese Weise lernen sie die Achsenbewegung der Erde von Westen nach Osten verstehen, ebenso, daß die Himmels- und Erdachse in einer Geraden liegen und daß der Polarstern, der Nordpunkt des Himmelsgewölbes genau über dem Erdnordpol liegen muß. Folgende Fragen führen ziemlich rasch zum Ziele: Um welchen Punkt scheint sich das Himmelsgewölbe zu bewegen? Welche großen Himmelskörper zeigen uns das recht deutlich an? In welcher Himmelsrichtung bewegen sich diese? Wenn wir nun annehmen müssen, ¹⁾ daß das Himmelsgewölbe ruhig steht, wer muß sich dann bewegen? In welcher Richtung erfolgt dann die Achsenbewegung der Erde? Wie werden wir die Achse, um die sich das Himmelsgewölbe bewegt, nennen? Mit welcher Linie wird diese zusammenfallen, wenn wir annehmen, die Erde bewegt sich und die Himmelskugel steht ruhig? Wo trifft also die verlängerte Erdachse die Himmelskugel? Über welchem Punkte der Erde liegt also der Polarstern im Zenit? Nach welchem Punkte muß man den Globus einstellen, wenn er die richtige Achsenstellung einnehmen soll? Bei-gegebene Zeichnung (Fig. 1) soll dem Verständnis zu Hilfe kommen. Ich vermeide absichtlich alle Perspektive in der Darstellung und begnüge mich mit Profilbildern, weil ich gefunden habe, daß die Schüler sich nur schwer in Raumdarstellungen in der Ebene hineinfinden können. Einfache große Instrumente leisten nachher dazu die besten Dienste und im schlimmsten Falle können sie vom Lehrer angefertigt werden, z. B. ein Horizont und dazu die wichtigsten Bögen aus Pappdeckel. Selbstverständlich ist jeder Teil der Zeichnung den Schülern, die in

¹⁾ Das anzunehmen, ist für diese Stufe einfach Zwang; es gibt auch in der Geographie für verschiedene Unterrichtsstufen Sätze, deren Giltigkeit ohne Beweis angenommen werden muß und die den Schülern der höheren Jahrgänge leicht bewiesen werden können.

ihren Heften mitarbeiten, zu erläutern und durch Kreuz- und Querfragen das Verständnis des Dargestellten zu erproben.

Nun kommt die Übertragung der Erdmeridiane auf die Himmelskugel. In der ersten Klasse haben die Schüler gehört, wie wir mittags mit Hilfe des Schattenbrettchens die Nord-Südlinie (Mittagslinie, Meridian) gefunden haben, ferner daß die Mittagsstände der Sonne im Laufe des Jahres in ein und demselben Bogen liegen, der, nach unten verlängert, den Südpunkt der Mittagslinie trifft, nach der andern Richtung fortgesetzt durch den Zenit und den Nordpunkt der Mittagslinie geht. Direktor Dr. J. Müller weist in seiner Methodik des geographischen Unterrichtes recht eingehend darauf hin. So erhalten

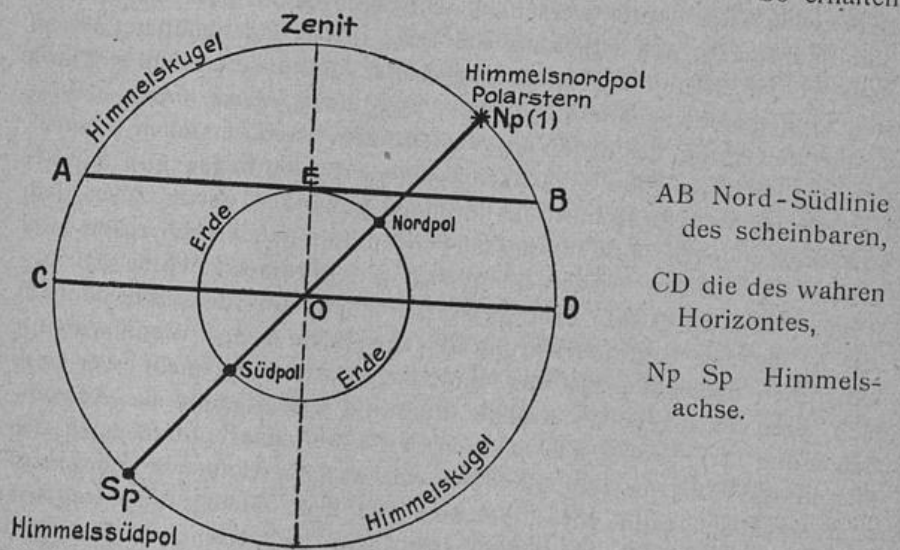


Fig. 1.

wir den Himmelsmeridian für den Standpunkt des Beobachters und auf ähnliche Weise die übrigen Himmelsmeridiane. Daß die beiden korrespondierenden Mittagslinien miteinander parallel, ja konzentrische Kreise sind, kann durch eine Zeichnung deutlich gemacht werden. Oder besser, man bestimmt bei einem geographischen Ausfluge den genauen Nord- und Südpunkt des Horizontes, die scheinbaren Berührungspunkte mit dem Himmelsmeridian, und läßt die Schüler im Geiste die Wanderung nach Norden und Süden antreten. Bald sehen sie ein, daß unsere Linien sich niemals berühren können. Die Zeichnung wird auch noch zeigen, daß der Erdmeridiankreis mit dem

¹⁾ Daß der Polarstern nicht genau den Nordpunkt der Himmelskugel darstellt, kann vielleicht angedeutet werden, notwendig ist es auf dieser Stufe nicht, da leicht Verwirrung angerichtet wird.

entsprechenden der Himmelskugel in derselben Ebene liegt und beide konzentrische Kreise sind (siehe Fig. 1), ferner, daß sich auch alle Himmelsmeridiane in den Polen schneiden und alle die Himmelsachse, d. i. die verlängerte Erdachse, als gemeinsamen Durchmesser haben müssen. Schwieriger gestaltet sich die Übertragung der Parallelkreise. Daß die Himmelsparallelkreise untereinander gleichlaufend sein und ihre Mittelpunkte in der Weltachse haben müssen, sehen die Schüler nach dem analogen Falle bei der Erde noch ganz leicht ein, weniger leicht, daß beide einander entsprechenden Breitenkreise zwar parallel

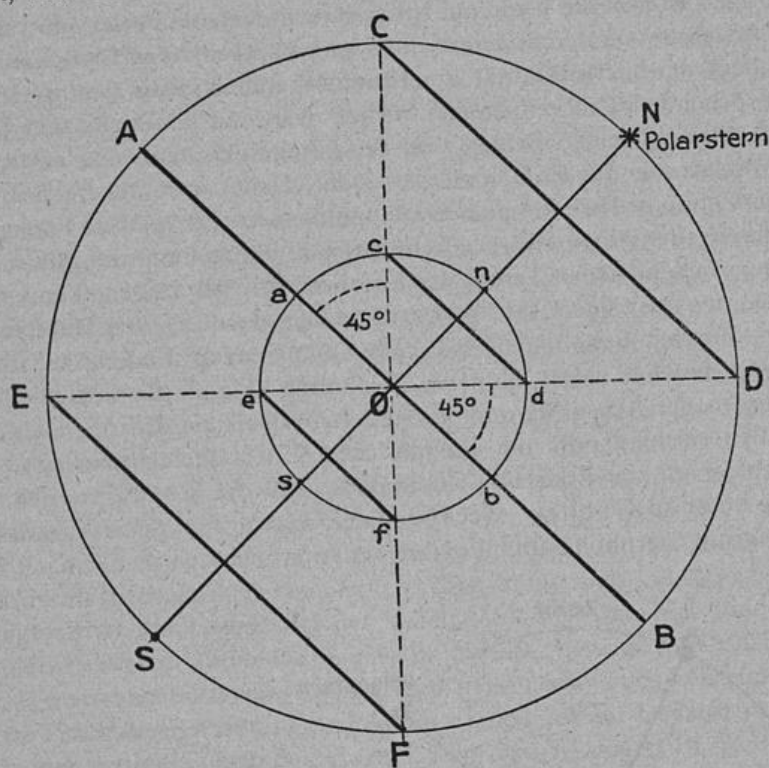


Fig. 2.

sind, aber doch nicht in derselben Ebene liegen. Fig. 2 diene zur Erläuterung. Diese wird bei ihrem Entstehen den Schülern Stück für Stück erklärt und sie zeichnen dabei in ihren Heften mit. Zuerst entwirft man den kleinen Kreis, hierauf mit bedeutend größerem Halbmesser den zweiten, zieht dann die Achse NS und senkrecht dazu als Äquatordurchmesser AB, hierauf konstruiert man die Winkel COA und DOB = 45° . Diese Winkelgröße läßt sich von den Schülern ziemlich leicht zeichnen. cd, ef sind die Durchmesser der Breitenkreise des Erdbildes, CD, EF die entsprechenden der Himmelsparallelkreise.

Sind die Durchmesser parallel, müssen es auch die dazugehörigen Kreise sein. Dann sehen die Schüler, daß bei gleichem Winkel zu diesem im größeren Kreise der größere Bogen gehören muß, also C nicht in der Fortsetzung cd liegen kann. Hier werden geschickt gestellte Fragen rasch zum Ziele führen, da ja auch das in der Geometrie bereits Gelernte gut verwendet werden kann. Durch Fragen kann dann alles aus der Zeichnung Erkennbare noch einmal zusammengefaßt werden. Was ersehen wir aus der Lage ab in AB? Wenn also die Durchmesser in derselben Geraden liegen, was ist bezüglich der dazugehörigen Kreise, die beide auf NS senkrecht stehen müssen, zu sagen? Gilt das auch von den anderen einander entsprechenden Breitenkreisen? Wo liegt der höchste Punkt des Himmelsparallelkreises bezüglich des entsprechenden Erdbreitenkreises? Hier wäre zu erörtern, daß jeder Beobachter mit seinen Beinen zum Erdmittelpunkte hinweist, er also in der Fortsetzung des Erdhalbmessers steht. Daher weiß der Beobachter, daß im Zenite der Breite seines Standpunktes sich der höchste Punkt der entsprechenden Himmelsbreite befindet. Um die Stellung der Menschen auf den verschiedenen Teilen der Erdoberfläche zu zeigen, kann man eine Orange oder einen Apfel mit Stricknadeln, die durch den Mittelpunkt gehen, durchstoßen, indem die herauskommenden Enden die Kopf-richtung angeben. Man kann die Zeichnung (Fig. 2) für verschiedene Stellungen der Achse NS und für andere Winkel als 45° üben lassen.

Beherrschen nun die Schüler den Erd- und Himmelsglobus, so geht man zur Erklärung des Satzes, daß die Polhöhe gleich der geographischen Breite des Ortes ist. Zuerst müssen die Begriffe Sternhöhe und Polhöhe erläutert werden.

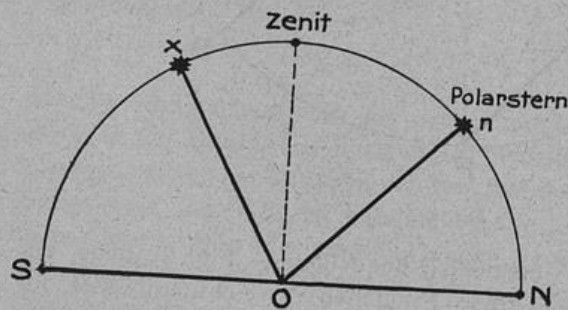


Fig. 3.

Es sei x ein Stern. Ich lege durch den Zenit und durch den Stern x einen Kreis, der auf dem Horizonte senkrecht steht und erkläre, daß das Bogenstück Sx, gemessen durch den Winkel xOS , die Höhe des betreffenden Sternes über dem Horizonte ist. Sei die Decke des Schul-

zimmers das Himmelsgewölbe, der Befestigungspunkt einer Lampe dieser Stern, so kann ich den Schülern mit Hilfe eines Tafelzirkels die Art der Messung klar machen. Ich stelle mich so, daß der zusammengelegte Zirkel horizontal in der genauen Richtung des Befestigungspunktes gehalten wird; dann drehe ich den einen

Schenkel so lange, bis er auf den Punkt hinweist, und zeige nun, wie leicht man die Winkelgrade ablesen könnte, wenn ein Halbkreis mit einer Gradeinteilung angebracht wäre. Vielleicht läßt man die Schüler diesen Versuch mit ihren Zirkeln machen und den Winkel abschätzen. Dabei kann man ja erzählen, daß zu solchen Messungen genaue Instrumente nötig sind, und wenn es möglich ist, zeigt man ihnen auch einmal einen derartigen Apparat. Da die Schüler von früher wissen, daß der Polarstern am Himmelsnordpol liegt, ist es nun sehr einleuchtend, daß wir unter der Polhöhe die Höhe des Polarsternes über dem Horizonte verstehen, also den Winkel nON .

Aus den früheren Erklärungen ersehen nun die Schüler, daß der Polarstern sich über einem Beobachter am Nordpol gerade im Zenit befinden muß. Gehe ich vom Pol 10° , 20° , 30° u. s. w. bis 90° nach Süden, so wird sich der Polarstern von meinem jeweiligen Scheitelpunkte 10° , 20° , 30° u. s. w. bis 90° nach Norden zum Horizonte neigen, also 80° , 70° , 60° u. s. w. bis 0° über dem Horizonte stehen, da der Bogen von meinem Zenit bis zum Horizonte 90° hat. Bin ich also vom Pole 10° , 20° , 30° u. s. w. bis 90° nach Süden gewandert, so befinde ich mich nacheinander am 80° , 70° , 60° u. s. w. bis 0° nördlicher Breite und sehe die eigenartige Übereinstimmung zwischen der jeweiligen Breite auf der Erde und der Höhe des Polarsternes über dem Horizonte. Da ferner die Polarsternhöhe gleich der Polhöhe ist, kann man leicht den Schluß ziehen, daß die Polhöhe der geographischen Breite gleich ist. Auf die erste Schwierigkeit stößt der Lehrer gewöhnlich, wenn er von den Schülern wissen will, wo bei der Wanderung nach Süden sich jedesmal der Polarstern befindet. Da möchte ich einen einfachen Versuch empfehlen. Man stelle sich oder gar einen Schüler unter die Lampe bei der Tafel (fehlt diese, so lege man sich auf der Decke in Tafelnähe einen Punkt fest); bewegt man sich nun 1, 2, 3, 4 m von der Lampe weg gegen die Hinterwand des Lehrzimmers, so wird sich der Befestigungspunkt der Lampe auf der Decke von dem jeweiligen neuen Scheitelpunkte des Lehrers (Schülers) 1, 2, 3, 4 m gegen die Tafelrichtung entfernen. Solche Versuche führen zum Verständnis, dem man für jeden Standort auf der Erde noch durch Zeichnungen auf der Tafel zu Hilfe kommen kann. Aus diesen Zeichnungen lassen sich die obigen Erörterungen ohne Schwierigkeit erklären. Fig. 4 zeigt uns den Stand des Polarsternes über dem Horizonte des Nordpales, der Be-

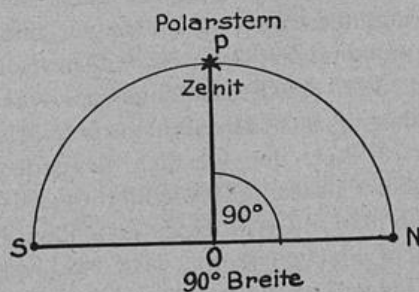


Fig. 4. Standpunkt: Nordpol.

obachter ist 90° vom Äquator entfernt, der Polarstern 90° vom Horizonte. In Fig. 5 sind wir 30° nach Süden gegangen, also $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$, der Polarstern hat sich ebensoweit vom Zenit nach N gesenkt, steht also 60° über dem Horizonte, der Beobachter befindet sich 60° nördlicher Breite. Das wiederholt sich bei Fig. 6 für den Standpunkt des Schulortes. Dabei ist eine eingehende, konsequente Fragestellung, die besonders die Entstehung der Zeichnungen berücksichtigt, das Wichtigste. Dazu ein Beispiel: Wo befindet sich der Polarstern für den Beobachter am Nordpol? Wie weit senkt sich derselbe nach Norden, wenn man 42° nach Süden wandert? Wie groß ist der Winkel vom Zenit bis zum Horizonte? Wieviel Grade steht also der Polarstern über dem Horizonte, wenn er vom Zenit (90°) sich 42° gesenkt hat? Welche Breite hat der Nordpol? In welcher Breite befindet sich der Beobachter, wenn er 42° vom Nordpol nach Süden gegangen ist? Welche Beziehungen sehen wir zwischen dem Standpunkte des Beobachters und der Polarstern- oder Polhöhe? So oder

Fig. 5.

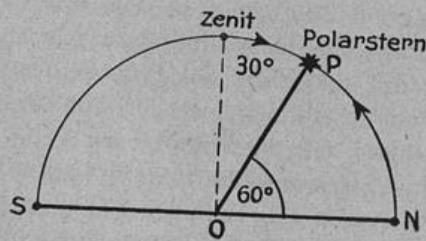
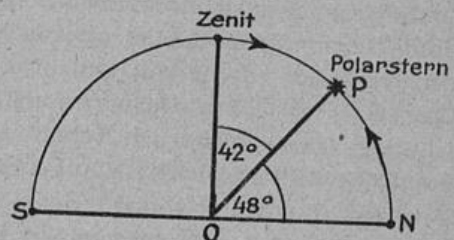
Standpunkt: 60° n. B.

Fig. 6.

Standpunkt: Wien, 48° n. B.

in ähnlicher Weise müssen die Schüler zur Mitarbeit herangezogen werden. Häusliche Übungen für andere nördliche Breiten sind zu empfehlen. So lernen die Schüler verstehen, daß sie mit Hilfe des Polarsternes die geographische Breite ihres Wohnortes bestimmen können. Hier dürfte es auch anregend sein, die Möglichkeit einer Längenbestimmung zu zeigen und die kurze dabei in Anspruch genommene Zeit lohnt sich. Die Sonne braucht 24 Stunden, um über die 360° des Erdumfanges zu wandern; in einer Stunde legt sie 15° , daher 1° in 4 Minuten zurück. Also muß der von mir östlich liegende Ort früher, der westlich liegende um soviel Minuten später Mittag haben, als seine Gradentfernung östlich oder westlich von uns beträgt. Daß man mit erprobten gutgehenden Taschenuhren solche Bestimmungen leicht machen kann, wird bald verstanden. Reise ich mit einer nach Wiener Zeit eingestellten Uhr z. B. nach Petersburg oder nach London und vergleiche jetzt ihren Zeitunterschied mit der Petersburger oder

Londoner Zeit, so finde ich im ersten Falle, daß wenn meine Uhr 12^h mittags zeigt, in Petersburg 12^h 52¹⁾ Min., im andern Falle in London 10^h 52 Min. Es muß also Petersburg 13^o östlich, London 17^o westlich von Wien liegen. Nun kenne ich die Länge Wiens, nämlich 17^o östlich von Greenwich, daher ist London am Nullmeridiane, Petersburg am 30.^o östlich von Greenwich (London). Diese Übungen leisten bei der Bestimmung der geographischen Lage eines Landes, bzw. eines Ortes im Vergleiche zum Schulorte gute Dienste. Ich möchte hier z. B. nur Afrika anführen, dessen Westspitze Kap Verde 14^o 35' westlicher Länge und dessen Ostspitze Kap Ras Hafun 51^o 28' östlicher Länge haben. Die Zahlen rundet man auf 14^{1/2}^o und 51^{1/2}^o ab und man findet am Kap Verde 9 Uhr 54 Minuten, am Kap Ras Hafun 2 Uhr 18 Minuten, wenn Wien Mittag hat, also im ersten Falle um 2 Stunden 6 Minuten spätere, im zweiten um 2 Stunden 6 Minuten frühere Mittagszeit. Der Wiener Meridian muß also ungefähr Afrika halbieren. So kann sich der Schüler wenigstens eine bessere Vorstellung von der Lage eines Landes zu seinem Standpunkte machen.

Nach diesen Erörterungen beginnt man mit dem scheinbaren Sonnenlaufe und den Sonnenständen für die Horizonte einzelner wichtiger geographischer Breiten. Für den Schulort sind sie im allgemeinen den Schülern schon aus dem Stoffe der Prima bekannt. Es empfiehlt sich, die früheren Erfahrungen zu wiederholen. Dann aber möchte ich mit den scheinbaren Sonnenbewegungen für den Horizont des Äquators beginnen, weil sich so ohne große vorhergehende Erklärungen manche wichtige Schlüsse für die Stellung der Sonnenbahnen, der Länge von Tag und Nacht im Horizonte unseres Schulortes ziehen lassen. Sofort beginne ich mit der Zeichnung, aus welcher ich schon bei ihrer Entstehung durch zahlreiche Fragen das Wichtigste mit den Schülern zusammensuche. Auch hier vermeide ich die perspektivische Darstellung aus schon bekannten Gründen, weil es hauptsächlich auf die Mittagsstände der Sonne ankommt und die eingezeichneten Ellipsen das Bild für die Schüler verworrener oder schwieriger machen.²⁾

Aufbau und Erklärung der Fig. 7. Der Kreis stellt uns den Meridianschnitt durch das Himmelsgewölbe des Beobachtungsortes vor. NS ist die Nord-Südlinie des Horizontes, O der Standpunkt des Beobachters am Erdäquator, AB normal in O zu SN der Durchmesser

¹⁾ Für die Längenbestimmung nehme ich nur für die Schüler leicht bestimmbare Längengrade an, wie bei Petersburg 30^o ö. v. Greenwich, obwohl dessen Länge etwas größer ist.

²⁾ Die meisten Schüler der II. Klasse sind außerdem nicht imstande, bei der Mitarbeit in ihrem Hefte eine gute, halbwegs leserliche perspektivische Zeichnung zu entwerfen.

des Himmelsäquators; dieser muß sich nach Fig. 2 genau über dem Erdäquator befinden, daher sein höchster Punkt A im Zenit von O; die anderen Linien CD, EF sind die Durchmesser der Himmelsparallelkreise, die zu AB selbstverständlich parallel sein müssen. Wir finden ferner, daß in N der Polarstern liegt, da er vom höchsten Punkte des Himmelsäquators 90° entfernt liegt; also muß SN auch mit der Richtung der Erdachse zusammenfallen, ferner muß SN die Durchmesser der Parallelkreise rechtwinklig schneiden und halbieren, da sie den zu ihr normalen Durchmesser (AB) des Himmelsäquators halbiert. Daraus schließen wir weiter, daß alle Himmelsparallelkreise

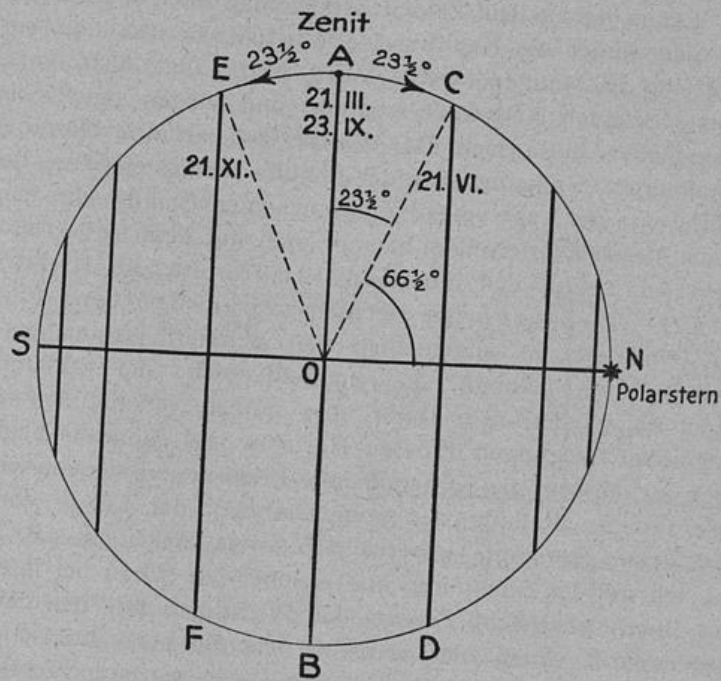


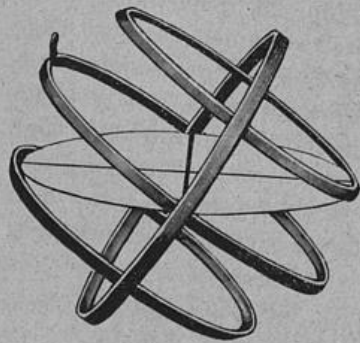
Fig. 7.

auf dem Äquatorhorizonte senkrecht stehen und von diesem halbiert werden, weil ihre Durchmesser senkrecht auf dem Horizonte stehen und von diesem halbiert werden. Um zu zeigen, daß die Sonne nur sichtbar ist, wenn sie über dem Horizonte sich befindet, kann man den unter SN liegenden Halbkreis schraffieren. Auch hier muß sich der Lehrer bemühen, durch geschickte zur Beobachtung zwingende Fragen von den Schülern die Figur erklären zu lassen. Es werden auch gewisse Lehrsätze aus der Geometrie mit den Schülern aufgefrischt werden müssen, z. B. die über die parallelen Geraden, die von einer dritten geschnitten werden. Und nun zur scheinbaren Sonnen-

bahn für die Bewohner des Erdäquators. Wir wissen, daß die Sonne am 21. März genau im Ostpunkte auf- und im Westpunkte untergeht. Da diese genau in der Mitte zwischen den Polen liegen, so werden es die Schnittpunkte des Himmelsäquators mit dem Horizonte sein, auf dem er normal steht. Daher wird auch die Sonnenbahn normal sein. Zu Mittag muß also die Sonne über O, dem Äquatorbewohner, senkrecht stehen. Da der Durchmesser AB vom Horizonte halbiert wird, muß es auch der dazugehörige Kreis werden; es wird daher die Sonnenbahn des 21. März halbiert, Tag und Nacht müssen gleich sein. (Frühlings-Tag- und Nachtgleiche, Frühlingsäquinoktium.¹⁾ Von diesem Tage verschiebt die Sonne ihren Auf- und Untergangspunkt und ihre Mittagshöhe immer mehr nach Norden (Wiederholung aus der ersten Klasse), bis sie am 21. Juni ihre größte nördliche Morgen- und Abendweite und Mittagshöhe erreicht. Es muß den Schülern gesagt werden, daß diese Verschiebung vom Himmelsäquator nach Norden $23\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt. Früher haben wir gesehen, daß alle Himmelsparallelkreise vom Horizonte, auf dem sie ja senkrecht stehen, halbiert werden, es muß daher mit allen Sonnenbahnen, die ja in diesen Kreisen bis $23\frac{1}{2}^{\circ}$ n. B. liegen, dasselbe geschehen, d. h. Tag und Nacht müssen am Äquator für alle Tage vom 21. März bis 21. Juni gleich sein, also keine Zunahme des Tages im Frühling. Hat die Sonne den Himmelsparallelkreis $23\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlich vom Äquator erreicht, so ändert sie durch drei Tage ihren Mittagsstand fast gar nicht. (Sommersolstitium.) Dann wendet sie sich wieder mit ihren Tagesbögen nach Süden, daher erklärt sich der Name nördlicher Wendekreis. Daß dieser auch Wendekreis des Krebses heißt, ist den Schülern zu sagen, kann ihnen aber auf dieser Stufe nicht erklärt werden, höchstens kann man das Wort Krebs durch ein Wortspiel ihrem Gedächtnisse einprägen, indem man an den Gang des Krebses erinnernd betont, daß die Sonne von diesem Kreise nun auch zum Äquator zurückkehrt. Während das Tagesgestirn am 21. März senkrecht über O stand, hat es sich bis zum 21. Juni $23\frac{1}{2}^{\circ}$ nach Norden gesenkt, steht also an diesem Tage zu Mittag $66\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem Horizonte. Am 23. September fallen Himmelsäquator und Sonnenbahn wieder zusammen (Herbst-Tag- und Nachtgleiche). Von nun an verlegt die Sonne ihre Bahnen nach der entgegengesetzten Richtung des Himmelsäquators, bis sie am 21. Dezember $23\frac{1}{2}^{\circ}$ südlich von ihm angelangt ist und drei Tage ihren Mittagsstand fast nicht ändert (Wintersolstitium, siehe frühere Erklärung des Wortes); dann wendet sie sich aber wieder dem Äquator zu. Daher heißt dieser Parallelkreis südlicher Wendekreis,

¹⁾ Genaue Worterklärung macht den Schülern das Wort und dessen Bedeutung unvergeßlich.

auch genannt der des Steinbocks. Letztere Benennung kann wieder, weil für diese Stufe zu schwer, astronomisch nicht erklärt werden. Die Mittagshöhe beträgt an diesem Tage $66\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem südlichen Horizonte. Diese Beobachtungen läßt man nach Möglichkeit von den Schülern zusammenstellen. Und durch weitere Fragen wird gefunden, daß für alle Tage des Jahres Tag und Nacht gleich sind, die Sonne zweimal im Jahre über dem Erdäquator im Zenit und alle ihre Bahnen auf dem Horizonte senkrecht stehen; ferner daß der Äquator viel Sonnenwärme empfangen muß, weil die Mittagsstände des Tagesgestirns nur zwischen $66\frac{1}{2}^{\circ}$ und 90° liegen, also die Sonnenstrahlen nur unter steilen Winkeln auffallen, daher weniger Wärme auf ihrem Luftwege verlieren. Man wird hier immer wieder auf die Erwärmung der Erdoberfläche durch die Sonnenstrahlen hinweisen müssen, wie es in der ersten Klasse ja eingehend gelernt wurde. In folgenden Fragen kann der Sonnenlauf am Äquator erörtert werden und ähnlich werden die für die Sonnenstände anderer Breiten zusammengestellt werden müssen. Fragen: Was bedeutet der Kreis? Was die Linie SN? Wo haben wir uns die Linie vorzustellen? Wo befindet sich der Polarstern für einen Bewohner des Äquators? Was stellt uns diese Linie daher noch vor? Was stellen uns AB, was EF und DC u. s. w. vor? Warum sind diese Linien zueinander parallel? Warum ist AB normal auf SN? Warum sind es die Durchmesser der anderen Himmelsparallelkreise? Werden alle Durchmesser von SN halbiert und warum? Werden diese Kreise auch normal auf dem Horizonte stehen und warum? Wenn die Durchmesser halbiert werden, was muß mit den dazugehörigen durch die durch SN gelegte Horizontalebene geschehen? Was geschieht also mit den Tagesbögen, wenn diese durch die Parallelkreise zwischen EF und CD dargestellt werden? Wo geht die Sonne am 21. März auf und wo unter? Welchen Weg beschreibt sie an diesem Tage? Welchen Weg schlägt sie dann ein? Welchen Himmelskreis beschreibt sie am 21. Juni? Woher stammen die Benennungen Sommer-solstitium und nördlicher Wendekreis? Welchen Weg legt die Sonne vom 21. Juni bis 23. September zurück? Welche Stellung haben die Sonnenbahnen zum Horizonte? Welcher Figur muß diese Bahn ähnlich sehen? — Ähnlich sind dann die Fragen über die Zeit der Sonnenbahnen vom 23. September bis 21. Dezember und von diesem Zeitpunkte bis 21. März. Was stellen uns die Punkte E, A, C vor? Was die Geraden EO, AO, CO? Was die Winkel



EOS, AOS, CON? Wie hoch steht die Sonne also über dem Beobachter am 21. März, 21. Juni, 23. September und 21. Dezember? Durch welche Winkel werden die Sonnenhöhen in der Zeichnung ausgedrückt? — Auf diese oder ähnliche Art wird es dem Lehrer gelingen, den Schülern das richtige Verständnis beizubringen. Um ihnen auch die Vorstellung des Raumes anschaulich zu machen, habe ich mir aus Reifen den auf Seite 14 abgebildeten Apparat anfertigen lassen, der die Eigentümlichkeit besitzt, daß die Scheibe im Innern, die den Horizont darstellen soll, immer wagrecht stehen bleibt, man mag die Reifen senkrecht, schräg oder wagrecht stellen. Zur deutlichen Hervorhebung ist der Äquator rot gefärbt, die

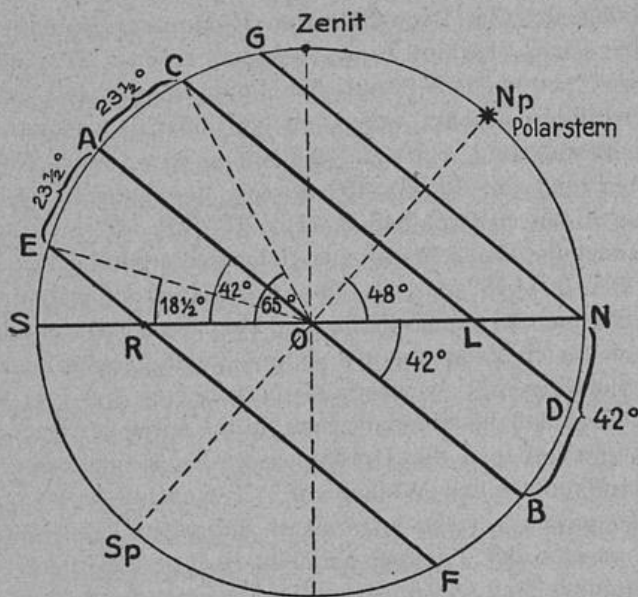


Fig. 8.

Parallelkreise sind breit genommen, so daß ihre Verkleinerung gegen die Pole deutlich zum Ausdruck kommt. Eine kleine Schachfigur in der Scheibenmitte stellt uns den Beobachter dar. Man läßt den Apparat durch einen Schüler nach dem Horizonte des Äquators einstellen und alle an der Zeichnung gemachten Beobachtungen treten jetzt klar vor die Augen. Noch einmal wiederholt man diese.

Jetzt wenden wir uns dem scheinbaren Sonnenlaufe in unserer Breite zu. Wir nehmen unseren Schulort Wien mit rund 48° nördlicher Breite an. Wiederum ist es wichtig, die Zeichnung Fig. 8 vor den Schülern gleichsam entstehen zu lassen und durch ähnliche Fragen wie im früheren Falle sie zu eifriger Mitarbeit zu bringen.

Der Kreis stellt uns den Meridianschnitt durch das Himmelsgewölbe vor, SN die Nordsüdlinie des wahren Horizontes. Nun sind wir 48° nach Norden gegangen, daher muß auch der Polarstern sich 48° über N erheben, es muß also die Himmelsachse zum Horizonte geneigt sein und nicht mehr wie im ersten Falle in ihm liegen. Jetzt wird der Durchmesser des Himmelsäquators eingezeichnet. Der Schüler weiß, daß der Punkt A dieses Kreises 90° vom Polarstern entfernt sein muß, ferner, daß jeder Halbkreis also auch der über SN 180° besitzt. ($N N_p = 48^\circ$) + ($N_p A = 90^\circ$) = 138° , also bleiben für AS $180^\circ - 138^\circ = 42^\circ$ übrig. Er bemerkt noch, daß sich Polarsternhöhe und Äquatorhöhe zu 90° ergänzen. Es führt aber noch ein anderer Weg zum Verständnis.

Befindet sich der Beobachter am Erdäquator, so hatte er diesen genau über sich, also im Zenit; wandert er nun 10° nach Norden, so wird sich der höchste Punkt des Himmelsäquators A um 10° vom Zenit nach Süden gesenkt haben, also 80° über dem Horizonte liegen. Bei einer Wanderung von $20, 30, 40^\circ$ u. s. w. nach Norden wird sich dieser Punkt um $20, 30, 40^\circ$ u. s. w. von unserem jedesmaligen Zenit nach Süden entfernt haben, also $70^\circ, 60^\circ, 50^\circ$ u. s. w. über dem Horizonte stehen. Da sich nun im gleichen Verhältnis der Polarstern um $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ$ u. s. w. über den Horizont gehoben hat, so finde ich weiter, daß die Polhöhe und Äquatorhöhe einander auf 90° ergänzen, d. h. ich kann aus meiner jeweiligen geographischen Breite leicht die Polhöhe und Äquatorhöhe berechnen. Aus Fig. 8 ersehen nun die Schüler, daß die Himmelsachse $N_p S_p$ durch den Beobachtungspunkt geht und ebenso der Durchmesser des Himmelsäquators, der mit dem Horizonte einen Winkel von 42° einschließt. Ist der Durchmesser also schräg gestellt, so muß es der ganze Kreis sein. Da nun die Durchmesser der Himmelsparallelkreise gleichlaufend dem des Himmelsäquators sind, so müssen diese wegen der schiefen Stellung des letzteren ebenfalls schief zum Horizonte stehen und daher auch die dazugehörigen Kreise. Weil nun die Nordsüdlinie SN den Äquator durchmesser AB halbiert, so muß auch der Horizont den Äquator in zwei gleiche Teile teilen. Ferner finden wir, da die Mittelpunkte der Durchmesser der Himmelsparallelkreise in der Achse $N_p S_p$ liegen, daß diese Durchmesser, je weiter sie sich von AB entfernen, mit einem immer größeren Teile sich über SN befinden, bis in unserer Zeichnung der Durchmesser des 42. Breitenkreises mit seinem tiefsten Punkte in N liegt. Jeder weitere muß über SN liegen, daher ganz sichtbar sein. Bei den südlichen Breitenkreisen bemerken wir, daß mit zunehmender Breite ein immer kleineres Stück des Durchmessers den Horizont überragt, bis der des 42. Breitenkreises mit seinem höchsten Punkte in S liegt, alle weiteren unter SN also für uns unsichtbar sein müssen.

Daraus schließen wir, daß die Himmelsparallelkreise vom Horizonte ungleich geschnitten werden und zwar so, daß die nördlich von ihrem Äquator mit einem immer größeren Stück das Gesichtsfeld überragen und vom 42. Grade an über ihm liegen, die südlichen mit einem immer kleineren Stücke, vom 42. Grade an unter ihm verschwinden. Da nun die Sonne am 21. März den Himmelsgleicher beschreibt und dieser vom Horizonte halbiert wird, müssen Tag und Nacht einander gleich sein (Frühlings-Tag- und Nachtgleiche, Äquinoktium.) Mittags beträgt die Sonnenhöhe 42° . Bei ihrem Wege zum nördlichen Wendekreis wird dann ein immer größeres Stück ihrer Bahn den Horizont überragen, der Tag muß länger, die Nacht kürzer werden, bis der erstere am 21. Juni 16, letztere 8 Stunden beträgt (längster Tag, kürzeste Nacht). Erklärung des nördlichen Wendekreises und des Sommersolstitiums wie früher. Die Mittagshöhe der Sonne, Winkel COS beträgt an diesem Tage $65\frac{1}{2}^{\circ}$, nämlich 42° Äquatorhöhe + $23\frac{1}{2}^{\circ}$ Sonnenbahn nach Norden. Nun werden in unserem Sommer die Tage wegen der Rückbewegung der Sonne immer kürzer bis zur Herbst-Tag- und Nachtgleiche am 23. September, indem sie wieder im Himmelsäquator angelangt ist. Ihre Bahnen gehen von diesem Tage an nach Süden, ihre Mittagshöhen nehmen ab, ein immer kleineres Stück ihres Tageslaufes ragt über den Horizont, die Tage werden kürzer, die Nächte länger, bis sie am 21. Dezember, im südlichen Wendekreis angelangt, nur 8 Stunden über dem Horizonte steht, also nur $\frac{1}{3}$ ihres Tagesbogens über diesem hat (längste Nacht, kürzester Tag). Zu Mittag ist die Sonne nur $18\frac{1}{2}^{\circ}$, Winkel EOS, über dem Horizonte. Die Schüler müssen diese Zahl durch Rechnung finden, indem sie von der Sonnenhöhe am 23. September = 42° ihre südliche Wanderung = $23\frac{1}{2}^{\circ}$ subtrahieren. Wir verfolgen noch die Bahn des Tagesgestirnes bis zum 21. März und stellen eine Zunahme des Tages bis zu 12 Stunden fest. Wieder werden geschickte Fragen am besten zum Ziele führen. Sehen die Schüler die Ursache der Erscheinungen ein, werden sie dieselben auch ganz erfassen. Wir betrachten noch einmal die Sonnenhöhen: 21. März 42° , 21. Juni $65\frac{1}{2}^{\circ}$, 23. September 42° , 21. Dezember $18\frac{1}{2}^{\circ}$ und sehen den großen Unterschied = 47° zwischen dem höchsten und tiefsten Stande. Der Schüler kennt von der Prima die Bedeutung dieser Höhen für die Erwärmung der Erde. Er weiß, daß im Dezember der Sonnenstrahl durch seinen längeren Luftweg viel mehr an Wärme verliert als im März und September und besonders viel mehr als im Juni, ferner daß zu den niedrigen Sonnenständen noch die kürzeren Tagesbögen, also die kürzere Beleuchtungsdauer kommt. Vergleicht er die Höhe des Tagesgestirns über dem Äquator und über unserer Breite am 21. Juni miteinander, so findet er, daß diese wohl gleich sind, daß zur Zeit der Sommersonnenwende wir den

höchsten, die Bewohner des Gleichers aber den tiefsten Sonnenstand haben und so werden Vergleichungspunkte für das Klima der später zu besprechenden Länder gefunden. Das Einstellen des genannten Apparates durch einen oder mehrere Schüler wird das Verstehen der Sonnenbahn bei uns vervollständigen.

Jetzt folgt die Besprechung der scheinbaren Sonnenbahnen für den Horizont des Nordpols. Wieder läßt man die Zeichnung vor den Schülern entstehen und durch Fragen ihr Verständnis dafür gewinnen. Der Kreis stellt uns wiederum den Meridianschnitt durch das Himmelsgewölbe im Horizonte des Nordpols vor. Der Polarstern muß über

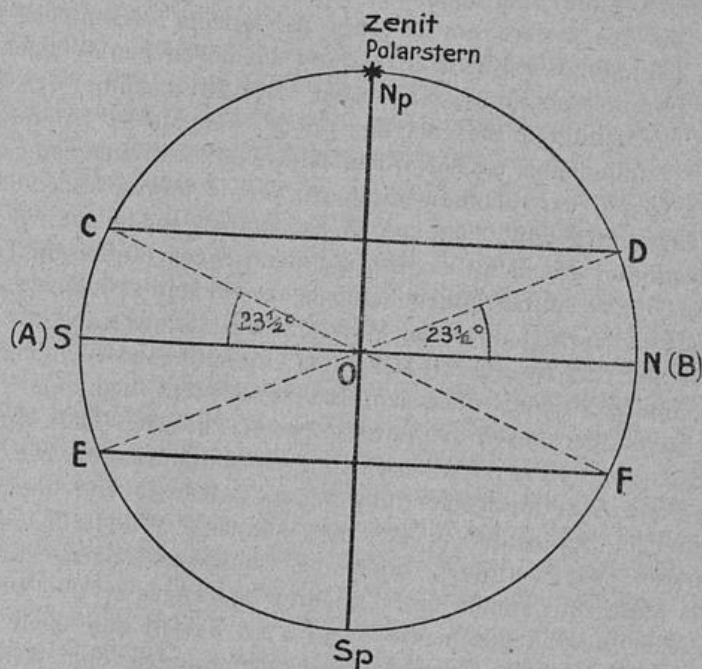


Fig. 9.

dem Beobachter im Zenit stehen, also die Linie Np Sp die Weltachse sein. Nun wissen wir, daß der Himmelsäquator sich 90° vom Polarstern befinden muß; 90° vom Zenit entfernt ist der Horizontkreis, mit welchem also der Himmelsäquator zusammenfallen muß. Zu demselben Ziele kommen wir bei einer Wanderung vom Äquator zum Pole, indem wir bemerken, daß der höchste Punkt des Himmelsgleichers sich 90° vom Zenit gesenkt hat, also im Horizont liegen muß, so daß SN mit seinem Durchmesser zusammenfällt. Da die Himmelsbreitkreise zu ihrem Äquator, der sich nach obigem mit dem Horizonte deckt, parallel sind, müssen auch diese dem Gesichtsfelde

parallel verlaufen. Ferner müssen alle nördlichen Breitenkreise über dem Horizonte, alle südlichen unter ihm liegen. Kehrt also die Sonne von ihrer südlichen Stellung am 21. März zum Himmelsäquator zurück, so muß sie an diesem Tage für den Pol erst sichtbar werden und rings um den Horizont sich bewegen. Ihre täglichen Bahnen werden sich schraubenförmig über den Beobachter erheben, sie wird nicht mehr untergehen, indem sie mittags in dem Bogen CS und um Mitternacht in gleicher Höhe im Bogen DN sich befinden wird, also ebenso sichtbar sein wie mittags. (Mitternachtssonne.) Am 21. Juni hat sie den Wendekreis des Krebses erreicht und schraubt sich dann bis

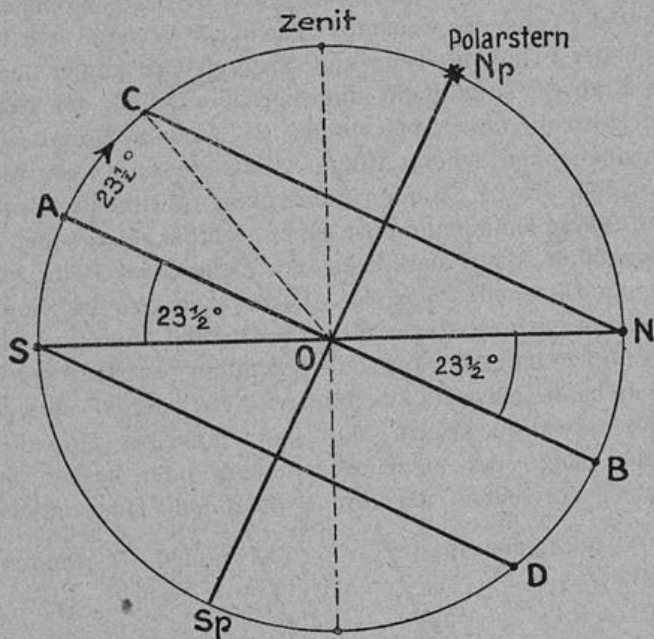


Fig. 10.

zum 23. September zum Äquator zurück. Sie ist also durch sechs Monate nicht untergegangen. Mit diesem Tage verschwindet sie für die Bewohner des Nordpols, indem sie den Weg gegen den Wendekreis des Steinbocks einschlägt. Leicht verstehen die Schüler aus der Zeichnung, daß die Sonne ebenfalls sechs Monate unsichtbar bleibt, bis sie am 21. März wieder am Horizonte erscheint. Dem höchsten Sonnenstand Winkel COS mit $23\frac{1}{2}^\circ$ über dem Horizonte steht der tiefste mit $23\frac{1}{2}^\circ$ unter dem Gesichtsfelde gegenüber. Ersterer entspricht also den tiefsten Sonnenständen anfangs Dezember und Jänner in unseren Gegenden, der Sommer des Nordpols unserem Winter.

Noch sind die Sonnenstände und zwar erst jetzt für den nördlichen Polar- und Wendekreis zu verfolgen.

Am nördlichen Polarkreis steht der Polarstern $66\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem Horizonte, der höchste Punkt des Himmelsäquators $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Diese Tatsachen sind wie in den früheren Fällen zu entwickeln. Liegt A $23\frac{1}{2}^{\circ}$ über S, so muß B, der tiefste Punkt, $23\frac{1}{2}^{\circ}$ unterhalb N liegen, also der nördliche Wendekreis mit seinem höchsten Punkte in C $23\frac{1}{2}^{\circ}$ A überragen. Auf der entgegengesetzten Seite liegt N $23\frac{1}{2}^{\circ}$ über B, also fällt N mit dem tiefsten Punkte des nördlichen Wendekreises zusammen, während der südliche mit seinem höchsten Punkte in S liegt, den Horizont also nur noch unten berührt. Welche Schlüsse kann man also aus der Zeichnung ziehen? Wendet sich die Sonne vom Tage der Frühjahrs-Tag- und Nachtgleiche gegen den Wendekreis des Krebses, so muß ein immer größeres Stück des Tagesbogens über den Horizont ragen, bis wir am 21. Juni die Sonne nicht unter den Horizont sinken sehen. Mittags steht sie in C, um Mitternacht in N, also geht sie 24 Stunden nicht unter (Mitternachtssonne); ihre obere und untere Kulmination ist daher sichtbar. Vergleicht man nun die Sonnenstände des Polarkreises mit denen des Poles, so finden wir, daß die Dauer des längsten Tages zwischen 24 Stunden und sechs Monaten sich erstreckt, also die Breiten zwischen $66\frac{1}{2}^{\circ}$ und 90° einen immer längeren Tag haben werden, je näher sie dem Pole liegen. Man kann selbst die Zeichnung für 70° oder 80° entwerfen oder die Schüler entwerfen lassen. Man kann ihnen ja dann die Tabelle der längsten Tage der einzelnen Breiten, oder besser die Dauer des längsten Verweilens der Sonne über dem Horizonte mitteilen:

0° nördlicher Breite	12 Stunden	0 Minuten
20° " "	13	13 "
40° " "	14	51 "
48° " " (Wien)	15	52 "
60° " "	18	30 "
$66\frac{1}{2}^{\circ}$ " "	24	0 "
70° " "	65	Tage
80° " "	134	"
90° " "	186	"

Der höchste Sonnenstand zu Mittag beträgt 47° , entspricht also ungefähr dem bei uns Ende März, Anfang April. Nach der Herbst-Tag- und -Nachtgleiche wird der über dem Horizont liegende Teil der Sonnenbahn immer kleiner, also werden die Tage kürzer, bis die Sonne am 21. Dezember für den Bewohner des nördlichen Polarkreises überhaupt nicht über den Horizont steigt. Zu Mittag wird sie den Gesichtskreis unten genau im Südpunkte berühren. Man wird

dort nur eine größere Helligkeit wie bei uns im Osten vor Sonnenaufgang beobachten. Wir sehen aus dieser Betrachtung die sichere und bestimmte Lage des nördlichen Polarkreises als die jenes Breitenkreises, bei dem einmal im Jahre die Sonne nicht auf- und einmal nicht untergeht. Die Mittags-Kulminationspunkte ¹⁾ der Sonne liegen zwischen 0° und 47° über dem Horizonte.

Wie wir die Lage des nördlichen Polarkreises durch eigenartige Sonnenstände am 21. Juni und 21. Dezember bestimmt gefunden haben, so werden wir auch die des Wendekreises des Krebses durch eine

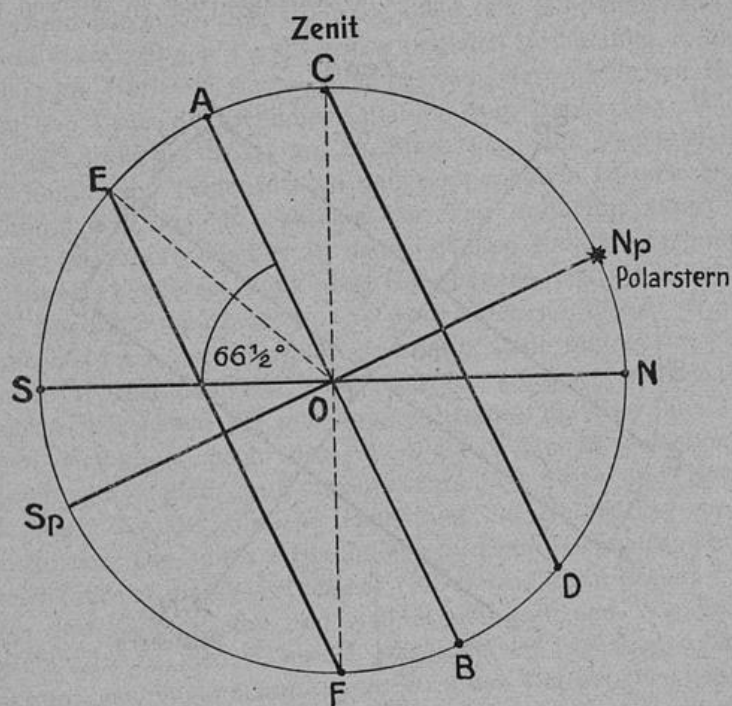


Fig. 11.

Eigentümlichkeit des Sonnenstandes festgelegt sehen. Der Polarstern steht $23\frac{1}{2}^\circ$ über dem Nordpunkte des Horizontes (warum?), der höchste Punkt A des Himmelsäquators $66\frac{1}{2}^\circ$ über dem Südrande des Gesichtsfeldes. Die Sonne wendet sich vom 21. März, an dem sie den Himmelsäquator beschreibt, in ihrer Schraubenbahn nach Norden und erreicht am 21. Juni den nördlichen Himmelswendekreis, dessen höchster Punkt im Zenit des Beobachters liegt, denn die Äquatorhöhe $66\frac{1}{2}^\circ$ + dem

¹⁾ Der Begriff der Kulmination wurde in der ersten Klasse erklärt; z. B. culmen = Gipfel = höchster Punkt am Himmelsgewölbe. Diesen erreicht die Sonne, wenn sie durch den Himmelmeridian geht.

mit den Schülern zu besprechen ist ratsam, ja notwendig. Versuche für andere südliche Breiten, wie $23\frac{1}{2}^{\circ}$, 50° , $66\frac{1}{2}^{\circ}$, 70° und 90° , läßt man die Schüler selbständig machen.

Fig. 12 zeigt uns die Sonnenstände am 50° südlicher Breite. Wir haben uns vom Äquator 50° nach Süden entfernt und der höchste Punkt des Himmelsgleichers hat sich um die gleiche Gradzahl vom Zenit nach Norden gesenkt, steht also 40° über N. Die Schüler müssen nun auf die beiden Wendekreise CD und EF aufmerksam gemacht werden. CD stellt uns den nördlichen, EF den südlichen Wendekreis dar. Selbstverständlich beschreibt die Sonne am 21. März den Himmelsäquator AB, der ganz allein vom Horizonte halbiert wird, während die übrigen Parallelkreise ungleich geschnitten werden. Ihre Lage zum Horizont richtet sich wie auf der nördlichen Halbkugel nach der Lage des Himmelsäquators zum Beobachter. Wir haben auch 50° südlicher Breite am 21. März Tag- und Nachtgleiche. Aber jetzt kommt der Gegensatz zu den Sonnenhöhen in unseren Breiten. Während bei uns im Frühling der Tag zunimmt, sehen wir aus unserer Zeichnung, daß er in den südlichen Breiten abnimmt, indem ein immer kleineres Stück des Tagesbogens das Gesichtsfeld überragt. Am 21. Juni beschreibt die Sonne den nördlichen Wendekreis; denn das kann sich nicht ändern. Sie steht mittags im Punkte D, also $16\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem Horizonte und hat so ihren niedrigsten Stand erreicht. Wir haben bei uns Sommerbeginn, die Bewohner der südlichen Halbkugel nach dem niedrigsten Stande selbstverständlich Winterbeginn, also muß unsere Frühlings-Tag- und Nachtgleiche (21. März) für die südliche Halbkugel die Herbst-Tag- und Nachtgleiche sein. Die Sonne schraubt sich nun zum Himmelsäquator zurück, erreicht diesen am 23. September (für die südlichen Breiten Frühlings-Tag- und Nachtgleiche) und wendet sich jetzt dem Wendekreise des Steinbockes zu, den sie am 21. Dezember als Tagesbogen hat. Fig. 12 zeigt uns, daß ein immer größeres Stück des Tagesbogens den Horizont überragt, weil ein immer größeres Stück des Sonnenbahndurchmessers über SN liegt, daher der Tag länger, die Nacht kürzer werden muß, ganz unseren Verhältnissen entgegengesetzt. Während wir den Winterbeginn haben, fängt für die Bewohner südlicher Breiten der Sommer an, sie haben in unserem Falle mittags eine Sonnehöhe von $63\frac{1}{2}^{\circ}$, wir am 48° nördlicher Breite $18\frac{1}{2}^{\circ}$. So treten die Gegensätze den Schülern deutlich vor Augen. Und die Sonnenstandzeichnungen für $23\frac{1}{2}^{\circ}$, $66\frac{1}{2}^{\circ}$, 70° und 90° südlicher Breite werden das volle Verständnis der Jugend auch für diese Breiten erzielen. Versuche und Einstellungen mit dem abgebildeten Apparate unterstützen in bester Weise die Bemühungen des Lehrers. Niemals darf aber vergessen werden, durch viele gut gewählte Fragen die Schüler die Resultate selbst finden zu lassen.

Nach Besprechung der scheinbaren Sonnenläufe empfiehlt sich, auf die Verlängerung des Tages oder die Verkürzung der Nacht durch die Erscheinung der Dämmerung aufmerksam zu machen. Aus eigener Erfahrung wissen die Schüler, daß es schon vor Sonnenaufgang licht ist, besonders im Sommer, und daß nach Sonnenuntergang man im Freien noch lange lesen kann. Woher kommt nun dieses Licht? Die meisten nennen sicher auf diese Frage die Sonne als Spenderin. Doch wie es kommt, kann keiner wissen und hier wird die Erklärung des Lehrers für die Sekunda nicht viel Verständliches bieten, da sie nur wissenschaftlich und daher für diese Stufe fast unverständlich gegeben werden kann. Hier werden die Schüler dem Worte des Lehrers glauben müssen, der sie ja vertrösten kann, daß der Physikunterricht der IV. Klasse ihnen dieses Rätsel lösen wird. Man kann ihnen sagen, daß alle Sonnenstrahlen durch die Luft zur Erde gebrochen werden, und daß das so lange oder seit dem Augenblicke geschehe, bis die Sonne den 16. Grad unter dem Horizonte bei ihrem Auf- und Untergange erreicht hat. Es wird gut sein, auf die scheinbare Brechung oder besser Knickung von einem ins Wasser getauchten Stabe hinzuweisen, damit sie die Brechung von Lichtstrahlen in durchsichtigen Körpern sehen. Vielleicht macht man gar diesen Versuch oder den mit der scheinbaren Verschiebung eines Geldstückes in einer mit Wasser gefüllten Schüssel. Dann zieht man den Vergleich, daß ähnlich auch die Lichtstrahlen durch die Luft gebrochen werden.

Beigefügte Zeichnung wird gewiß einiges Interesse bei den Schülern erregen und ihnen wenigstens zeigen, daß die Länge der Dämmerung mit der geographischen Breite zunimmt. Die senkrechten Linien versinnbildeln uns den scheinbaren Sonnenlauf am Äquator. Das Tagesgestirn wird bei seinem Untergange ziemlich rasch die Dämmerungslinie erreichen, oder bei ihrem Aufgange von dieser den Horizont. Da die Sonne zu 15 Graden ihrer Bahn eine Stunde braucht, wird die Dämmerung etwas mehr als eine Stunde vor ihrem Aufgange einsetzen und ebensoviel nach ihrem Untergange aufhören, also das Tageslicht um 2 Stunden verlängern. Anders ist es in unserer Breite, deren scheinbare Sonnenbahn durch die schrägen, gestrichelten Linien zur Anschauung gebracht werden soll. Wenn die Schüler die Linie OA mit OB vergleichen, so werden sie schon aus der Zeichnung die größere Länge von OB im Vergleiche zu OA erkennen. Da nun die Sonne diese schräge Linie durchwandern muß, lernen sie nun auch verstehen, daß sie dazu längere Zeit brauchen wird als wie für OA. Es muß daher die Dämmerung in unseren Breiten länger dauern, besonders aber im Sommer die Nacht stark verkürzen, denn die gestrichelte Linie, die uns den nördlichen Wendekreis darstellt, reicht nicht viel über 16° unter den Horizont. Daher müssen Abend- und

Nun suchen wir noch alles zusammenzustellen, was sich aus allen früheren Zeichnungen ablesen oder aus den gemachten Erfahrungen folgern läßt. Wenn wir den Sternenhimmel bei uns mit seiner scheinbaren Ost-Westbewegung betrachten, so finden wir in der Nachbarschaft des Polarsternes Gestirne, die bei diesen Bewegungen niemals unter den Horizont hinabtauchen wie die Sterne des großen und kleinen Bären. Man nennt solche um den Himmelspol liegende Sterne, die nie unter den Horizont tauchen, Zirkumpolarsterne. Aus den Zeichnungen entnehmen wir, daß ihre Grenze durch den Himmelsparallel bestimmt wird, der mit seinem tiefsten Punkte den Horizont berührt und der muß bei uns der 42. sein. Denn der höchste Punkt des Himmelsäquators steht in Fig. 8 42° über dem Punkte Sp, der tiefste also 42° unter Np, daher muß der Himmelsparallelkreis 42° nördlich vom Äquator mit seinem tiefsten Punkte den Horizont berühren; also müssen alle Sterne von diesem bis zum Nordpol, die ja alle bei ihrer scheinbaren Drehung Himmelsparallelkreise beschreiben, für uns sichtbar sein. Sie haben also eine sichtbare obere und untere Kulmination. Alle anderen Himmelskörper bis 42° südlicher Breite gehen bei uns auf und unter, haben also eine sichtbare obere und eine sichtbare untere Kulmination. Sehen wir uns Fig. 7 an, so sehen wir, daß am Äquator alle Parallelkreise vom Horizonte halbiert werden, daher alle Sterne auf- und untergehen müssen. Es gibt also für den Äquatorbewohner keine Zirkumpolarsterne, nur auf- und untergehende Sterne. Bei einer Wanderung nach Norden werden die Schüler bei Herbeziehung von Fig. 7, 8 und 9 sehen, daß mit der Breite die Zahl der immer sichtbaren Gestirne zunimmt, bis die Grenze am Pol mit dem Himmelsäquator, also dem Horizonte, zusammenfällt. Alle Sterne bewegen sich parallel zum Horizonte. Für den Pol gibt es also nur Zirkumpolarsterne, und zwar sichtbare, die der nördlichen Himmelskugel, und unsichtbare, die der südlichen Himmelskugel. Letztere sind die Zirkumpolarsterne des Südpoles. In unserer Breite sehen wir also die Sterne vom 42. Himmelsparallelkreise über dem Horizonte, die bis zu demselben Kreise südlich vom Äquator sind auf- und untergehende, und die südlich davon sind für uns unsichtbar, die Zirkumpolarsterne des Südpoles. Für die Äquatorgegenden gibt es nur auf- und untergehende Sterne. Ähnlich wird es sich auf der südlichen Halbkugel verhalten.

Wenn wir nun immer hörten, daß die Bewegungen der Himmelskugel und ihrer Gestirne nur eine scheinbare sei und wir uns eigentlich mit der Erde um ihre Achse drehen, so muß diese Achsenbewegung die Ursache von Tag und Nacht sein.

Bei der Polhöhenbestimmung hörten wir, daß der Polarstern sich bei einer Polwanderung immer höher über den Horizont erhebt, bis

er am Pol selbst im Zenit steht, bei einer Reise zum Äquator sich senkt, bis er am Äquator selbst unter dem Rande des Horizontes steht. Umgekehrt sehen wir auch diese Erscheinung mit der Äquatorhöhe, welche gegen die Pole bis 0° Höhe ab- und gegen den Äquator bis 90° Höhe zunimmt. Wäre die Erde eine große ebene Scheibe, so müßte doch der Polarstern überall sichtbar sein, er dürfte bei einer Wanderung in südliche Breiten nicht unter den Horizont untertauchen. Es muß also die Erdoberfläche gegen beide Pole eine Biegung aufweisen. Mit Hilfe eines längeren biegsamen Lineales kann man den Schülern folgenden Versuch vorführen: An einem Ende befestigt man einen kleinen Bleistift, den die Schüler überall sehen, ob sie ihre Augen an das andere Linealende oder in dessen Mitte halten. Biegt man nun das Lineal etwas, so sieht man vom Ende des Lineals den Bleistift nicht mehr, erst dann, wenn man die Augen längs des Lineals weiterbewegt, und zwar zuerst die Spitze und dann allmählich den ganzen Stift. Dieser Versuch erinnert lebhaft an die Erscheinung am Horizonte, die die Schüler in der I. Klasse kennen lernten, nämlich die mit dem über den Horizontrand emporragenden Kirchturm. Sowie die Bleistiftspitze beim wagrecht gehaltenen Lineal überall sichtbar ist, so müßte bei ebener Erdoberfläche der Polarstern sichtbar sein. Von selbst werden die Schüler dann einsehen, daß die Erde eine Biegung gegen die Pole hat. Ferner haben wir gehört, daß die Sonne für die östlich von uns liegenden Orte früher aufgeht und für die westlich von uns später untergeht. Wäre die Erde eine Ebene, müßte der Moment des Sonnenaufganges und Sonnenunterganges für alle Punkte dieser Fläche der gleiche sein. Es muß also die Erde auch nach Osten und Westen eine ähnliche Krümmung aufweisen. Und da sich diese Erscheinung bei allen Horizonten wiederholt, muß die Erde einer Kugel ähnlich sein, da nur diese überall gleichmäßige Krümmungen aufweist. Dazu kommen die Erfahrungen aus der I. Klasse, daß man, wenn man höher emporsteigt, ein immer größeres Stück der Erdoberfläche übersieht, daß man von einem fernen Turme zuerst die Spitze sieht, erst beim Näherkommen einen immer größeren Teil desselben, und daß, wenn man auch mit einem Fernrohre eine am Rande des Horizontes liegende Kirche beobachtet, diese zwar vergrößert erscheint, aber doch an der Grenze des Gesichtsfeldes bleibt. Das kann doch nur bei einer gekrümmten Fläche eintreten. Wenn nun die anderen Himmelskörper, die wir näher kennen, nach den Erfahrungen der Astronomie eine kugelförmige Gestalt haben, ist es wahrscheinlich auch bei der Erde der Fall. Nun muß den Schülern gesagt werden, daß die Erdkugel an beiden Polen abgeplattet und in der Äquatorgegend wulstförmig ausgebaucht ist. Das muß einfach als feststehend hingenommen werden, da ein Beweis auf dieser Stufe unverstanden bleibt. Man lasse eventuell

einen dünnen, leicht biegsamen Eisenreifen rasch um seine Achse rotieren, so können die Schüler eine Abplattung an den Enden der Drehungsachse und eine Ausbauchung gegen die Mitte erblicken. So können wir die Abplattung der Erde als eine Folge der Achsendrehung erklären. Es beträgt daher der Erdradius gegen die Pole 6356 km, der des Äquators 6377 km. Der Unterschied von 21 km ist aber so klein, daß er auf einem Globus mit 1 m Durchmesser für das Auge verschwindet, da er nicht ganz 2 mm ausmacht. Der Umfang des Äquators beträgt 40.000 km. Aus dieser Zahl ergibt sich leicht die Umdrehungsgeschwindigkeit eines Äquatorpunktes, 463 m in der Sekunde, d. h., fast 1 km in 2 Sekunden. Da die Schüler wissen, daß die Parallelkreise gegen die Pole zu immer kleiner werden, — der 60. ist ungefähr die Hälfte des Äquators — sind sie imstande zu folgern, daß die Bogengrade der einzelnen Breitenkreise gegen die Pole zu immer kleiner werden, und daß auch die Umdrehungsgeschwindigkeiten in derselben Richtung abnehmen. Ein rotierender Globus mit scharf hervortretenden Orientierungslinien wird diese Folgerungen unterstützen. Dann läßt sich ja auch leicht verständlich machen, daß jemand, der in einem Tage 25 km zurücklegt, bedeutend langsamer gehen kann als der, welcher in der gleichen Zeit 40 oder 50 km wandern muß. Alle Parallelkreise haben ja ihre Mittelpunkte in der Achse und machen mit dieser die Drehung mit. Verständlich wird dies auch noch durch den Hinweis, daß ein Punkt am Umfange eines Wagenrades sich rascher bewegt, als ein in der Nähe der Achse gelegener. Nun kann man die Schüler fragen, ob die Luft, die ja unsere Erde umgibt, die Drehungen mitmacht? Sie werden nach einigem Zögern die Mitbewegung feststellen, da ja bei der ungeheuren Umdrehungsgeschwindigkeit, die in unseren Breiten noch 310 m in der Sekunde, oder fast 1 km in 3 Sekunden beträgt, ein ununterbrochener, alles vernichtender Orkan herrschen müßte. Natürlich gibt man den Umfang unseres Breitenkreises (26.862 km) an und läßt die Schüler die Sekundengeschwindigkeit selbst ausrechnen.

Noch bleibt die Frage offen, welche Bedeutung die scheinbaren Sonnenstände für die einzelnen Erdbreiten haben. Von der I. Klasse, ja von der Volksschule wissen die Schüler, daß wir die Zeit vom 21. März bis 21. Juni Frühling, vom 21. Juni bis 23. September Sommer, vom 23. September bis 21. Dezember Herbst und vom 21. Dezember bis 21. März Winter nennen, daß also diese Sonnenstände die Wärmeverteilung des Jahres sehr beeinflussen. Und aus den gezeichneten Sonnenständen ersehen sie auch, daß dieser Verlauf der Jahreszeiten nur für die Bewohner der nördlichen Halbkugel gilt, und daß die der Südhalbkugel infolge der entgegengesetzten

Sonnenstände auch die entgegengesetzte Jahreszeit haben müssen. Man läßt die Schüler aus ihren Zeichnungen die zu vergleichenden Sonnenstände selbst zusammenstellen, weil sie die Gegensätze besser erfassen und behalten und einsehen, wie unserem Frühling der Herbst auf der südlichen Halbkugel, unserem Sommer, Herbst und Winter der Reihe nach der Winter, Frühling und Sommer in den südlichen Breiten entsprechen.

Noch kann man die Schüler aufmerksam machen, daß besonders die Gradzahl $23\frac{1}{2}$ eine große Rolle spielt, indem die Wendekreise sich in dieser Entfernung vom Äquator, die Polarkreise sich in demselben Abstände von ihren Polen befinden. Den Schülern wird das gar bald auffallen und sie werden nach der Ursache fragen. Da teilt man ihnen mit, daß diese Erscheinung in der Stellung der Erdachse begründet ist, die zu ihrer Bahn unter einem Winkel von $66\frac{1}{2}^{\circ}$ geneigt, mit ihrem senkrechten Stande einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ einschließt. Noch fügt man hinzu, daß die Erdachse ihre Lage nicht ändert, sondern sie bei allen ihren Bewegungen beibehält. Das muß auf dieser Stufe aufrecht erhalten werden und nie darf auf die Nutation hingewiesen werden. Dies bleibt für spätere Jahre ein äußerst interessantes und dankbares Erkenntnisgebiet.

Man stellt einen Globus mit deutlich sichtbar gemachten Wendekreisen so ein, daß seine Achse mit ihrer senkrechten Stellung einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ einschließt. Als Sonne benützt man eine Kerze oder eine Petroleumlampe, die in solcher Höhe links vom Globus aufgestellt werden muß, daß sie sich in der Äquatorlinie spiegelt. Vorher verdunkelt man selbstverständlich das Schulzimmer durch Herablassen der Vorhänge. Durch die Spiegelung des Lichtes in genannter Linie versinnbildern wir den Zenitstand der Sonne über dem Äquator der Erde, wir haben also Tag- und Nachtgleiche, wir sehen auch Licht- und Schattengrenze genau durch die Pole gehen. Bewegen wir nun den Globus, ohne an seiner Achsenstellung etwas zu ändern, in der der Uhrzeigerbewegung entgegengesetzten Richtung, so finden wir, daß sich der Südpol immer mehr der Kerze zuneigt, bis er nach einer Viertelbewegung der „Erde“ der „Sonne“ gegenübersteht. Suchen die Schüler, die sich in der Nähe des Versuchstisches aufgestellt haben, jetzt das Spiegelbild der Kerze, so finden sie es gerade über dem südlichen Wendekreise liegen. Die Lichtgrenze geht ungefähr vom unteren Teile des südlichen Polarkreises bis zum oberen des nördlichen. Darauf sind die Schüler ganz besonders aufmerksam zu machen. Sie werden behaupten, die Sonne muß über diesem Breitenkreise im Zenit stehen; es ist nach dem Erddatum der 21. Dezember, also muß die erste Stellung den Herbstanfang bedeuten. Bewegt man die „Erde“ dann um einen Viertelkreis weiter, so sieht

man, wie sich der Südpol allmählich entfernt, das Spiegelbild der Kerze sich dem Äquator nähert, bis es genau in ihm liegt; man sieht ferner die Lichtgrenze genau durch die Pole gehen, wir stellen die Frühjahrs-Tag- und Nachtgleiche fest. Schiebt man den Globus noch um einen Viertelkreis weiter, so nähert sich jetzt der Nordpol dem Lichte, bis er ihm gegenübersteht und seine Umgebung bis zum nördlichen Polarkreise beleuchtet ist; die Kerze spiegelt sich genau im nördlichen Wendekreis, steht also über ihm im Zenit, wir haben den 21. Juni. Die Beleuchtungsgrenze im Süden reicht nur bis zum südlichen Polarkreis. Jetzt bringen wir den Globus in die erste Stellung zurück, wobei sich der Nordpol von der „Sonne“ abwendet, das Spiegelbild gegen den Äquator wandert, bis es mit ihm zusammenfällt. Wird dieser Versuch mehrmals wiederholt, man kann ja dazu ein recht einfaches Tellurium benützen, das einfachste ist das beste, so werden die Schüler darauf aufmerksam, daß die Sonne ruhig steht, die Erde sich in obigem Sinne um die Sonne bewegt, wobei ihre Achsenstellung zur Bahn $66\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt und unverändert bleibt. Man kann ja den Schülern sagen, daß diese Erdbahn eine dem Kreise sehr nahekommende Ellipse ist. So erkennen wir nun die Abhängigkeit unserer Jahreszeiten vom Stande der Erdachse und der Bewegung der Erde um die Sonne. Ebenso die durch die Achsenstellung bedingte Lage von Polar- und Wendekreisen. Auf eine andere Weise läßt sich diese Erscheinung nicht verständlich machen. Von der Ekliptik in dieser Klasse zu reden, ist ein Unrecht. Die Sonnenstände und scheinbaren Sonnenbahnen für die verschiedenen Horizonte müssen ordentlich besprochen werden und erfordern dazu die ganze Kraft und die sorgfältigste Vorbereitung des Lehrers. Wie soll der Schüler das Klima der einzelnen Länder und Erdteile verstehen, wenn er die Sonnenstände derselben nicht vergleichen kann? Es ist nicht ohne Freude für den Lehrer, wenn die Schüler aus diesen Vergleichen wichtige Klimaeigentümlichkeiten erkennen. Es wird sich auch, besonders bei Besprechung der Erdteile, zahlreiche Gelegenheit ergeben, die Sonnenstände zu wiederholen und auf ihre Folgen hinzuweisen. Selbstverständlich wird man durch genau zusammengestellte Fragen am raschesten vorwärtskommen, weil die Schüler, und besonders die unaufmerksamen, nicht nur zur Mitarbeit herangezogen, sondern auch bald von großem Interesse und von Freude, mitzuforschen, erfüllt werden. Faßt man dann mit Berücksichtigung der Zeichnung alle Resultate am Schlusse der Stunde zusammen, so hat man die Gewißheit nicht vergeblicher Arbeit. Vor allem möchte ich warnen, komplizierte Apparate zu verwenden, zu denen die modernen wohl vielfach zu rechnen sind, da sie meist nur für höhere Lehrstufen als guter Unterrichtsbehelf zu brauchen sind. Ferner versuche man die

Schüler zu eigener, selbständiger Beobachtungsarbeit zu erziehen, die sie zu Hause oder in den Ferien verrichten können. Besonders wird das Schattenbrettchen, das sie sich selbst nach Anleitung des Lehrers leicht anfertigen können, gute Dienste leisten. Sie werden zu Mittag die Schattenlängen der Beobachtungsnadel vergleichen, aus deren Zu- oder Abnehmen auf die abnehmende oder wachsende Sonnenhöhe schließen und dann die Wärmeverhältnisse der Jahreszeiten besser verstehen. Beobachtungen im Schulhofe oder im Freien vorzunehmen, ist oft von zweifelhaftem Erfolge begleitet und meistens einfach unmöglich, wenn man auch alle acht Tage oder vielleicht in noch größeren Zwischenräumen beobachtet, weil es unmöglich ist, gewöhnlich alle Schüler außer der Schulzeit zusammenzuhalten. Am besten, man läßt jeden einzelnen ein Schattenbrettchen anfertigen, gibt einmal allen die nötige Anleitung zur Beobachtung und läßt die Schüler dann im Unterrichte ihre Erfahrungen mitteilen. Bei Ausflügen in der Nachbarschaft des Schulortes weist man dann auf die wichtigsten Punkte des Horizontes hin, besonders den Nord-, Süd-, Ost- und Westpunkt, und zeigt ihnen auch die Veränderungen der Morgen- und Abendweite. Schließlich suchen sich die Schüler am Horizonte Orientierungsgegenstände, wie Rauchfänge, Türme, große Bäume oder Berge und beobachten die Verschiebung des Sonnenaufganges und Sonnenunterganges nach bestimmten Zeiträumen und gewinnen so den Überblick über den scheinbaren Sonnenlauf des Schulortes. Ja, auch die Schrägstellung des Tagesbogens leuchtet ihnen ein, wenn sie den Mittagstand der Sonne mit ihren Auf- und Untergangspunkten verbinden. Versucht man so die Jugend für die Natur und ihre Beobachtung zu gewinnen, so lohnt der Erfolg den oft mühevollen Unterricht.

Als Nachtrag noch einige Fragen zu den Figuren 8, 9, 10, 11, 12, 13, die das Wichtigste besonders hervorheben sollen.

Fragen zu Fig. 8: Wie hoch befindet sich der Polarstern über dem Horizonte? Was stellt uns die Linie Np Sp vor? Welche Richtung muß der Durchmesser des Himmelsäquators zur Himmelsachse haben? Wie viel Grade hat der über SN befindliche Bogen? Warum hat er 180° ? Wenn der Polarstern 48° über N steht, A der höchste Punkt des Himmelsäquators von Np 90° entfernt ist, wie hoch ist A also über S? Wie viel Grade hat sich der Himmelsäquator von meinem Zenit gesenkt, wenn ich 10° , 20° , 30° , 48° u. s. w. nach Norden wandere? Selbstverständlich ist nach jedem Gradabstande getrennt zu fragen. Wenn also bei uns A sich 48° vom Zenit nach Süden entfernt hat, wie hoch steht dieser Punkt über S? Welches Verhältnis sehen wir daher zwischen Äquatorhöhe und Polhöhe? Auch hier müssen Einzelfragen für verschiedene Breiten eingestellt werden. Warum sind

die Geraden CD , EF schief zu unserem Horizonte? Warum werden diese Linien nicht mehr von ihm halbiert? Welchen Bogen beschreibt die Sonne am 21. März u. s. w.! Wann steht sie in C ? Was sagt uns LD ? Wie ist daher das Verhältnis von Tag und Nacht geworden? Diese Fragen wiederholen sich für die übrigen Sonnenstände. Was sagt uns OB ? Was RF ? Was bedeuten E , A und C ? Was die Linien EO , AO , CO ? Was die Winkel EOS , AOS , COS ? Wie groß sind diese? Was finden wir beim Vergleiche unserer Sonnenstände mit denen des Äquators? Wann hat der Äquator den höchsten Sonnenstand? Wann steht die Sonne bei uns am höchsten? Welcher Sonnenhöhe am Äquator entspricht ungefähr dieser Sonnenstand? Was können wir daraus auf die Erwärmung schließen?

Fragen zu Fig. 9: Wo befindet sich für den Beobachter am Nordpol der Polarstern? Wie weit ist der Himmelsäquator vom Pol entfernt? Wo muß sich dessen höchster, wo dessen tiefster Punkt befinden? Wo ist also A , wo B zu suchen? Mit welchem Kreise muß also der Himmelsäquator zusammenfallen? Welchen Weg beschreibt die Sonne am 21. März? Wie ist dieser zum Horizonte des Pols? Welche Lage haben die Himmelsparallelkreise zum Horizonte? Warum? Wie werden daher die Sonnenbahnen für den Nordpol sein? Wie hoch können sich diese nur über den Horizont erheben? Die übrigen Fragen ergeben sich analog denen in den vorhergehenden Figuren. Großes Gewicht ist wieder auf den Vergleich des höchsten Sonnenstandes am Pol mit dem tiefsten bei uns zu legen.

Fragen zu Fig. 10: Der Sonnengang am nördlichen Polarkreise. Außer den früheren ähnlichen Fragen ist besonders darauf zu achten, daß die Schüler die Lage des tiefsten Punktes des nördlichen Wendekreises im Punkte N und die vom höchsten Punkte des südlichen Wendekreises im Punkte S verstehen. Wie hoch ist A der höchste Äquatorpunkt über S ? Wie weit ist der höchste Punkt des südlichen Wendekreises von A entfernt? Wo muß dieser also liegen? Wie hoch liegt der höchste Punkt des nördlichen Wendekreises über A ? Um die Lage des tiefsten Punktes dieses Kreises festzustellen, muß man zuerst die Größe des Winkels NOB bestimmen. In welchem Verhältnisse stehen die Winkel NOB und AOS ? Wie groß ist also Winkel NOB ? Wie weit ist der tiefste Punkt des nördlichen Wendekreises vom tiefsten des Himmelsäquators entfernt? Wo muß dieser daher liegen? Nachdem man auch hier die Sonnenbahn von der Zeit der Tag- und Nachtgleiche bis zur Sommersonnenwende festgestellt hat, richtet man das Augenmerk der Schüler auf die Sonnenbahn des 21. Juni: Wo wird an diesem Tage die Sonne zu Mittag stehen? Wo um Mitternacht? Wie lange ist also die Sonne über dem Horizonte? Welchen Kreis erreicht die Sonne am 21. Dezember? Wo steht sie

an diesem Tage zu Mittag? Wo um Mitternacht? Wie lange ist sie nicht sichtbar? Wodurch sehen wir den nördlichen Polarkreis auf der Erdkugel festgelegt? Dann folgen die möglichen Vergleiche mit den Sonnenständen unserer Breite.

Bei Fig. 11, die uns die Sonnenstände am nördlichen Wendekreise vorstellen soll, ist nach den üblichen Fragen das ganze Gewicht darauf zu legen, daß die Schüler die Lage des höchsten Punktes des nördlichen Wendekreises genau im Zenit des Beobachters erkennen. Wie weit ist A, der höchste Punkt des Himmelsäquators, vom Zenit entfernt? Welcher Kreis der Himmelskugel muß also durch den Zenit gehen? Was stellt uns der Punkt C vor? Wodurch sehen wir den nördlichen Wendekreis auf der Erdkugel bestimmt? Hierauf folgen die möglichen Vergleiche der Mittagstände der Sonne am nördlichen Wendekreise mit denen bei uns.

Fragen zu Fig. 12: Wie hoch wird sich bei 50° südlicher Breite der Südpol über dem Horizonte befinden? Wo werden wir den Polarstern zu suchen haben? Wenn wir 50° vom Äquator nach Süden wandern, nach welcher Richtung wird sich der Himmelsäquator vom Zenit entfernt haben? Wie viel Grade wird er sich vom Zenit entfernt haben? Wie hoch steht er daher über dem Nordpunkte des Horizontes? Von welchem Wendekreise ist EF, von welchem CD der Durchmesser? Was bemerken wir betreffs der Lage der einzelnen Wendekreise und überhaupt Himmelsparallelkreise zum Horizonte? Wie überragen die einzelnen Parallelkreise den Horizont in 50° südlicher Breite? Welchen Kreis beschreibt die Sonne am 21. März? Nach welchem Wendekreise wendet sie sich von dieser Zeit an? Was bemerken wir beim Vergleiche der Sonnenstände der südlichen Breiten mit den entsprechenden der nördlichen Halbkugel? Welchen Weg schlägt die Sonne für den Beobachter in 50° südlicher Breite vom 21. Juni bis 21. Dezember ein? Wie verhalten sich Tag- und Nachtbogen der Sonne am 21. Dezember? Die übrigen Fragen sind den früheren ähnlich.

Fragen zu Fig. 13: Was stellt uns die Linie DG vor? Wie viel Grade liegt sie unter dem Horizonte? Was stellen uns die zu Sp Np senkrechten Linien vor? Wie viel Grade ihrer Bahn legt die Sonne in einer Stunde zurück? Wie lange wird daher ungefähr die Dämmerung am Äquator dauern? Warum wird diese Dämmerung nur so kurz sein? Hier wird man auf den Satz in der Geometrie hinweisen müssen, nach welchem die senkrechten Verbindungslinien zwischen zwei parallelen Geraden uns den kürzesten Abstand derselben angeben. OA senkrecht auf Sp Np und senkrecht auf DG. — Was stellen uns die gestrichelten Geraden dar? Wenn wir die Gerade OB mit OA vergleichen, was können wir betreffs der Länge der ersteren behaupten?

Warum wird sie unbedingt größer sein als OA? Hinweis auf das rechtwinkelige Dreieck, bei welchem die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite die größte ist. Durch welche Linie wird also die Dämmerung bei uns dargestellt? Was können wir nach unserer Zeichnung betreffs der Verlängerung des Tages durch die Dämmerung in unseren Breiten sagen? Was läßt sich über die Länge der Dämmerung am Pole sagen?

In den Fragen habe ich nur auf das Wichtige hingewiesen. Selbstverständlich ist in der Art und Weise ihrer Entwicklung jedem in gewisser Beziehung freie Hand gelassen. Wird aber der Stoff so durchgearbeitet, werden ihn die Schüler auch beherrschen. Vor allem aber ist es gut, immer die Lehrsätze der Geometrie zu Hilfe zu nehmen, soweit sie für die Erklärung in Betracht kommen.

