# Über die Behandlung der mathematischen Geographie in den unteren und mittleren Klassen.

Die Lehrpläne vom 31. März 1882 fordern die Behandlung der mathematischen Geographie mit dem Bemerken, dass damit nur die zum Verständnis der Karten und der topischen Verhältnisse der Erde unentbehrlichen Elemente gemeint seien.

Klarer und bestimmter als aus dieser Einschränkung ergeben sich Inhalt und Umfang des zu behandelnden Stoffes aus den Forderungen der Länderkunde selbst. Wie ohne Kenntnis der Axendrehung der Erde die Begriffe Pol, Äquator, die Gradteilung der Oberfläche unbestimmt, ja geradezu undenkbar erscheinen, so fordert die Zonenteilung und das Verständnis des Wechsels der Jahreszeiten eine eingehende, scharfe Darlegung des Umlaufs der Erde um die Sonne. Ausser den wichtigsten Begriffsbestimmungen für einen einzelnen Ort der Erdoberfläche und der Lehre von der Gestalt der Erde wird demnach der geographische Unterricht notwendigerweise auch die beiden Arten der Bewegung derelben und ihre Folgen zum Gegenstand seiner Untersuchungen machen müssen.

Leider scheint damit eine unerfüllbare Forderung ausgesprochen zu sein. Dem zum Verständnis der Doppelbewegung der Erde notwendigen Aufwand von Raumvorstellungsvermögen ist der mathematisch ungeschulte Geist der Angehörigen unterer Klassen gar nicht, der der mittleren nur in sehr geringem Masse gewachsen. Dem Unterricht fällt also nebenher die Aufgabe zu, sich für seine Lehren ein geeignetes Arbeitsfeld zu schaffen, indem er jene Vorstellungen in der nötigen Klarheit zum Bewusstsein bringt. Der Gewinn dieses scheinbaren Umwegs kommt teilweise den künftigen mathematischen Studien zu gute, und es erscheint durchaus zweckmässig, wenn bei zufälliger Vereinigung beider Lehrfächer in einer Hand die Gleichstimmigkeit derselben wiederholt zum Ausdruck gebracht wird.

Ebensowenig besitzt der Anfänger das für eine erspriessliche Unterweisung notwendige Mass von Erfahrungen und Kenntnissen, die ihm das blosse Anschauen der Vorgänge in der Natur entgegenbringt. Ohne dieselben in die Behandlung der betreffenden Fragen eintreten zu wollen, wäre widersinnig, der Verzicht auf das durch eigne Beobachtungen im Schüler angeregte Bedürfnis einer Erklärung der angeschauten Vorgänge ein schweres Versehen.

Die Anleitung zu diesen Beobachtungen erfordert äusserste Vorsicht.

Im Gegensatz zu den naturwissenschaftlichen Lehrfächern können geonomische Beobachtungen im Schulzimmer nur in sehr geringer Zahl angestellt werden, der Schüler muss vielmehr frühzeitig

lernen, gewisse Ereignisse zu verschiedenen Tages- und Nachtstunden ohne persönliche Leitung des Lehrers in Augenschein zu nehmen. Je nach Bedürfnis ist seine Aufmerksamkeit auf Zeit und Schauplätz der zu beobachtenden Erscheinung in unzweideutiger, klarer Weise hinzulenken, alle Hülfsmassregeln sind ihm gründlich einzuprägen.

Trotzdem ist erfahrungsgemäss nur ein Bruchteil aller Angehörigen einer Klasse imstande über ein in Frage gestelltes Ereignis richtig zu urteilen. Man hat diesen Übelstand zum grössten Teil der Ungeübtheit jugendlicher Augen, richtig zu sehen, und jugendlichen Gedächtnisses, das Gesehene nach kurzer Zeit richtig wiederzugeben, weniger der Trägheit und Vergesslichkeit in der Lösung solcher Sinnesaufgaben zuzuschreiben. Erstere wird man bei einiger Erfahrung über die wahrhaft verblüffende Darstellungsunsicherheit mancher Knaben ungerügt lassen; geht doch auch bei unsern Dichtern der Mond nur allzuhäufig des Abends als schmale Silbersichel auf, während ihn die Maler selten anders als mit zwei- bis zwanzigfach vergrössertem Durchmesser zur Verwendung bringen. Gegen fortgesetzte Nachlässigkeit in der Ausführung von Beobachtungsaufgaben ist mit Nachdruck Front zu machen.

Von grösster Wichtigkeit für den Erfolg des Unterrichts in der Geonomie ist die Verteilung des Lehrstoffs. Aus den Jahresschriften der höheren Lehranstalten lässt sich nur mit Sicherheit entnehmen, dass eine Einigung in diesem Sinne noch in weitem Felde liegt. Dass man nicht das ganze notwendig zu behandelnde Gebiet nach der untersten Klasse verlegen darf, wird wohl kaum bestritten werden; dagegen hat der Gedanke, dasselbe geschlossen als Pensum, wie es meist zu geschehen scheint, einer Tertia hinzustellen, aus begreiflichen Gründen etwas ungemein Bestechendes. Dieser einmaligen, zusammenhängenden Behandlung der Erde als Weltkörper widersprechen jedoch zwei schwerwiegende Gründe.

Zunächst bedart schon die meist der Quarta zugewiesene Länderkunde der aussereuropäischen Erdteile eines so häufigen Hinweises auf den Umlauf der Erde um die Sonne, dass man dieselbe wenigstens in gedrängtester Form dem Unterricht vorausschicken müsste. Dazu kommt, dass gewisse an sich einfache Partieen der Geonomie sehr häufig wiederholter Klarlegnng bedürfen, ehe sie in ihrem Zusammenhang geistiges Eigentum des Schülers werden. Man darf also auf einmalige Darstellung des Lehrstoffes selbst auf einer höheren Lehrstufe durchaus nicht die Hoffnung setzen, bleibende Erfolge errungen zu haben. Von grösstem Wert ist auch auf diesem Gebiet ein stufenmässiges Einteilen und ein dem wachsenden Verständnis angepasstes, erweiterndes und vertiefendes Eingehen auf früher behandelte Fragen.

Es erscheint demnach ratsam, von den dem geographischen Unterricht zugewiesenen 80 beziehungsweise 40 jährlichen Lehrstunden jeder Klasse etwa den zehnten Teil auf Gewinnung geonomischer Kenntnisse zu verwenden und den gesamten Lehrstoff den Bedürfnissen und dem Verständnis einzelner Altersstufen entsprechend zu gliedern. Weil ferner einzelne Partieen desselben, dem länderkundlichen Unterricht episodisch eingestreut, wegen ihrer geringen Übereinstimmung mit dem sonstigen Gedankengange den Schüler wenig zugänglich finden und das Schicksal aller gelegentlichen Erörterungen teilen, so empfiehlt es sich, das ganze Pensum einer Klasse ununterbrochen etwa im Anfang des Schuljahrs zu behandeln. Gedrängte Wiederholung und angemessene Erweiterung in den folgenden Klassen, sowie möglichst häufige Heranziehung der Geonomie bei Einzelfragen der Länderkunde geben die sichere Gewähr, dass beim Abschluss des Lehrganges ein wenn auch beschränktes, aber doch immerhin festes und zusammenhängendes Wissen von der Erde als Weltkörper, Eigentum des Schülers geworden ist.

Bevor ich dazu übergehe, hinsichtlich der Verteilung und Behandlung des Lehrstoffs Vorschläge zu machen, sei noch zweier Punkte Erwähnung gethan, die meines Erachtens für den Erfolg von nicht unerheblicher Bedeutung sind.

Hinsichtlich der einschlägigen Bezeichnungen herrscht in den Lehrbüchern der Geographie, selbst solchen von unverkennbar hohem Wert eine so mangelhafte Übereinstimmung mit den von der Mathematik und Mechanik gebrauchten, dass man sich über manche Verwirrung in jugendlichen Köpfen nicht wundern darf. Es ist hohe Zeit, dass sich die Bearbeiter derartiger Hand- und Lehrbücher in der Himmelsmechanik wenigstens soweit umsehen, dass sie nicht mehr beide Arten der Bewegung der Erde als eine Drehung bezeichnen. Die Erde dreht sich nicht um sich selbst, sondern höchstens um ihre Axe, obwohl mir auch dieser Zusatz schon sehr überflüssig erscheint. Man muss eben wissen, dass eine Drehung an sich nicht mit einer Ortsveränderung des sich drehenden Körpers oder seines Schwerpunktes, wenn die Drehung um diesen erfolgt, verbunden ist. Die Erde dreht sich nicht um die Sonne, sondern bewegt sich um dieselbe oder umkreist sie. Zu äusserst befremdlichen Unfug giebt auch die Behandlung der Himmelsrichtungen Anlass. Wie soll ein Sextaner, der nicht ohne Mühe die vier Himmelsrichtungen zu bestimmen gelernt hat, zu klaren Auffassungen über die Aufgangsörter der Sonne kommen, wenn er in seinem Buche das Dogma findet: Die Sonne geht im Osten auf? Was soll man endlich von folgenden Sätzen sagen: Die Gegend, in welcher die Sonne Mittags um 12 Uhr steht heisst Süden; der Nordpol ist stets nach Norden gerichtet? Auch diese stehen schwarz auf weiss in dem Erzeugnis eines bekannten Lehrbuchschreibers. Völlige Klarheit in den Grundbegriffen, genaueste Feststellung der Bezeichnungen, sorgfältiges Innehalten derselben sind Grundbedingungen des Erfolges für den Unterricht in der Geonomie, und es ist in der That wünschenswert, dass eine Sichtung der Lehrbücher nach dieser Seite hin vorgenommen werde.

Nicht minder beachtenswert erscheint mir das „que de machines“ Rousseaus! Ein begreiflicher Drang, die Fülle der sich aus der Doppelbewegung der Erde ergebenden Erscheinungen mit einem Schlage elegant zu erläutern, führt häufig zu übermässigem Gebrauch der vielen zu diesem Zweck kunstvoll ersonnenen Vorrichtungen. Ihre Wertschätzung dürfte meist eine erhebliche Überschätzung sein. Wendet man diese Hülfsmittel von vornherein an, so ist man leicht geneigt, die Kenntnisse und Erfahrungen des Schülers zu hoch anzuschlagen und ihm ein Bedürfnis nach Aufklärung anzudichten, dessen er sich gar nicht bewusst ist. Benutzt man sie, nachdem der Schüler am Himmel seine Studien gemacht hat und zu einigermassen sicheren Kenntnissen gelangt ist, so sperrt man das Unendliche in die Zwangsjacke des Menschenwerks und heftet der Phantasie des Schülers Bleigewichte an. Auf keinen Fall ist der letztere imstande, selbst wenn er alle Erscheinungen am Apparat gut verstanden hat, die Verhältnisse desselben auf die Vorgänge in der Natur richtig zu übertragen. Letztere soll er in ihrem Zusammenhang kennen lernen, man gehe also auch von ihnen aus und bediene sich des Telluriums nur zu notwendigen Erläuterungen in sparsamster Weise.

Die folgenden Vorschläge und Bemerkungen über Verteilung des Lehrstoffs und Behandlung einzelner Teile desselben sind durchweg aus der Praxis hervorgegangen und dürften im ganzen frei sein von unerfüllbaren Forderungen. Die Höhe der letzteren entspricht den Vorschriften der Lehrpläne vom 31. März 1882.

Der Kursus der Sexta hat sich mit den sich auf die Erdoberfläche, den Schauplatz der künftigen geographischen Bemühungen beziehenden Erklärungen angemessen abzufinden, aber auch die wichtigsten Erscheinungen am Himmelsgewölbe in zielbewusster Weise zur Kenntnis zu bringen.

Es erscheint mir durchaus zweckmässig, die erste Lehrstunde im Freien abzuhalten und hier die Grundbegriffe am Gegenstande selbst zu erläutern. Jedenfalls empfiehlt es sich, einen allgemein bekannten Standpunkt ausserhalb des Klassenzimmers zu fingieren. Den übersehbaren Teil der Erdoberfläche nenne man Gesichtskreis, seine Begrenzung gegen das Himmelsgewölbe Horizont. Ersterer ist demnach eine Fläche, letzterer eine in sich geschlossene Linie, aber nie ein Kreis. (Man sagt, ein Gegenstand befinde sich am Horizont, ein anderer im Gesichtskreis; dem Sprachgebrauch ist es also wohl nicht angemessen, beide Ausdrücke als gleichbedeutend hinzustellen). Durch Nennung einzelner am Horizont befindlicher Gegenstände von seiten der Schüler ist leicht zu ermitteln, ob ihnen beide Begriffe genügend geläufig sind. Bei günstiger Oberflächengestaltung ist es jedenfalls zweckmässig, auch die Erweiterung des Gesichtskreises durch Höhersteigen zu erläutern; man benutze diese Erfahrung aber nur, um dem Schüler über die seitliche Ausdehnung desselben und die Geringfügigkeit der Gebirgserhebungen angenähert richtige Begriffe zu geben.

Horizontal nennt man eine ebene Fläche, wenn eine aufgelegte Kugel nicht rollt, dagegen nimmt ein mit Gewicht beschwerter, freihängender Faden eine zur Horizontalebene senkrechte Lage ein. Die durch denselben festgelegte Richtung heisst die vertikale oder scheitelrechte. Die Bezeichnung senkrecht oder normal empfiehlt sich nicht, weil dieselbe schon in den Grundlagen der Mathematik in gänzlich anderem Sinne gebraucht wird. Der von der nach oben verlängerten Vertikalen getroffene scheinbar höchste Punkt des Himmelsgewölbes ist der Zenith, den Nadir einzuführen ist meines Erachtens überflüssig.

Diese an sich einfachen Bezeichnungen und Begriffe sind so gründlich zu erläutern, dass späteren Verwechslungen namentlich des Zeniths mit dem Himmelspol oder der Mittagsstellung des Sonnenmittelpunktes von vornherein vorgebeugt wird. Man versäume vor allen Dingen nicht, dem Schüler durch eigenes Beispiel Anweisung zu geben, wie er ein glattgehobeltes Brett mit Hülfe dreier Korke und aufgelegter Kugel horizontal auf eine nicht genau horizontale Unterlage aufnageln kann. Diese Vorrichtung setzt ihn in den Stand, die Nordsüdlinie mit einer für seine Bedürfnisse ausreichenden Genauigkeit festzulegen. Man bezeichne als Nordrichtung oder kurz Norden diejenige, in die Mittags um 12 Uhr der Schatten eines vertikal hängenden Fadens auf eine horizontale Fläche fällt und gebe Anleitung zum Herstellen einer Windrose mit den vier Haupt- und den vier Nebenrichtungen des Horizonts. Dieselbe kann ohne Anwendung des Zirkels mit Hülfe eines entsprechend gefalteten Bogens Papier entworfen werden. Um künftige, nur sehr schwer wieder zu beseitigende Verwirrungen zu umgehen, vermeide man mit möglichster Sorgfalt Wendungen hinsichtlich des Auf- und Untergangsortes der Sonne, die schon oben als sehr bedenklich bezeichnet wurden. Für den Schüler sind Norden, Osten u. s. w. nur ganz bestimmte, fest einzuprägende Richtungen der Horizontalebene, Begriffe, deren Klarheit schon untergraben wird, wenn man von einer Ost- oder Westgegend des Horizontes spricht. Die Hinzufügung von „ungefähr“ lässt bei ungenaueren Angaben wenigstens die Sicherheit derselben unangetastet. Selbstverständlich sind die Himmelsrichtungen mit peinlichster Sorgfalt für das Unterrichtszimmer und seine Umgebung, den Ort, dann für den Globus und zuletzt für die Karte einzustudieren und bei jeder sich bietenden Gelegenheit wieder heranzuziehen.

Weiteren Erörterungen über die Erdoberfläche sind zweckmässig solche über die beiden wichtigsten Himmelskörper, Sonne und Mond vorauszuschicken. Von der Sonne erkennt der Schüler leicht, dass sie am Himmel als ein Kreis erscheint, von dem in deutlich wahrnehmbarer Weise Licht und Wärme um so stärker ausgestrahlt werden, je höher sie am Himmelsgewölbe steht. Die Beobachtung des Schattens eines Fensterkreuzes oder Zweiges zeigt, dass sie ihre Stellung

stetig ändert; wenige Minuten genügen, die Richtung ihrer Bewegung festzustellen. Länger fortgesetzte Beobachtungen ergeben, dass die Sonne am Himmel einen Kreisbogen zurücklegt, und zwar bewegt sie sich, wenn man das Gesicht nach Süden wendet von links nach rechts. Ihr Auftauchen über dem Horizont heisst Sonnenaufgang, ihr Verschwinden unter demselben Sonnenuntergang, die Zeit vom Aufgang bis zum Untergang Tag, die Zeit vom Untergang bis zum Aufgang Nacht. Der Augenblick, in welchem die Sonne ihren höchsten Stand erreicht, ist der Mittag; von einem Mittag bis zum folgenden verfliessen 24 Stunden. Doppelsinn des Wortes Tag!

Mit grösster Strenge ist während des ganzen Schuljahres darauf hinzuarbeiten, dass der Sextaner den täglichen Lauf der Sonne möglichst oft verfolgt, namentlich ist Anregung zu geben, dass er selbständig einen Einblick in den stetigen Wechsel der Auf- und Untergangsorte und Zeiten von demselben Beobachtungspunkte aus erhält. In Kürze kann ihm bei Beginn des Schuljahres gezeigt werden, wie auch die Mittagsstellung der Sonne sich von Tag zu Tag ändert.

Zur Beobachtung des Mondes leitet man am zweckmässigsten zur Zeit des letzten Viertels an. Der Mond steht rechts von der Sonne und beschreibt eine ähnliche Bahn wie diese, die leuchtende Hälfte ist der Sonne zugekehrt. In den folgenden Tagen nähert sich der Mond stetig der Sonne, die Sichel wird schmaler und blasser, und fünf bis sechs Tage, nachdem sie für das unbewaffnete Auge ganz unsichtbar geworden ist, erscheint der Mond wieder als schmale Sichel links neben der Sonne, um nunmehr zuzunehmen. Wiederum ist die stärker gekrümmte Seite der Sichel der Sonne zugekehrt. Die Flecken im Antlitz des Mondes verändern dabei ihre Lage nicht. Um aus dem Munde des Schülers einen bündigen Schluss über die Gestalt der der Erde zugewendeten Seite des Mondes und die Stellung der drei Körper zu erhalten, zeige man ihm die Lichtformen einfacher, hellfarbiger geometrischer Körper im Sonnenschein. Er wird leicht erkennen, dass dieselbe nur eine Halbkugel sein kann und dass die Sonne hinter dem Monde also in grösserer Entfernung von der Erde stehen muss als dieser. Auch die Bewegung des Mondes ist längere Zeit vom Sextaner zu beobachten. Es muss ihm namentlich geläufig werden, dass dieselbe langsamer ist als die der Sonne; während diese stets 24 Stunden zu einem Umlauf braucht, geht der Mond täglich etwa 50 Minuten verspätet auf, er bleibt also der Sonne gegenüber zurück. Mit grösster Sorgfalt sind wichtigere Ereignisse am Himmelsgewölbe, besonders die Finsternisse zu behandeln und darauf zu achten, dass dieselben möglichst von allen Schülern der Klasse so beobachtet werden, dass sie einigermassen der Wirklichkeit entsprechende Darstellungen zu geben wissen Hinsichtlich der Kenntnis des gestirnten Himmels dürfte eine gewisse Beschränkung durchaus geboten sein. Für den Unterricht genügt es vollkommen, wenn der Sextaner selbständig ein Urteil über die Bewegung des Fixsternhimmels und die Unveränderlichkeit der gegenseitigen Lage der Fixsterne gewinnt; von den Sternbildern muss er das des grossen Bären kennen und seine Lage während des Jahres in den Abendstunden verfolgen.

Dem Standpunkt der Klasse erscheint es nicht angemessen, einen der sogenannten Beweise für die Kugelgestalt der Erde aufzunehmen. Die Gründe hierfür sind so vielseitig erörtert, dass es überflüssig wäre, sie zu erwähnen oder neue hinzuzufügen. Man gebe dem Sextaner die Thatsache an und führe als Bild der Erde den Globus ein. Hinsichtlich der relativen Grösse und der Abstände der drei behandelten Himmelskörper ist es zweckmässig, dieselben ebenfalls ohne irgendwelche Begründung dem benutzten Globus (34 cm Durchmesser) als der Erde anzupassen und möglichst bald gedächtnismässig einzuprägen. Die Sonne würde dann als eine Kugel mit einem Durchmesser (37 m) von der Höhe eines bekannten Gebäudes in entsprechende Entfernung (fast 4 km) zu setzen sein, der Mond in der Grösse einer Apfelsine (Durchmesser 9 cm) in eine Entfernung von 10 m.

Fast ebenso notwendig erscheint mir, dass der Sextaner in den Besitz einer klaren Vorstellung des freien Schwebens der Erde und der beiden andern Körper im Raum gesetzt werde. Man begegne vor allem der Vorstellung, dass die Erde fallen müsse, aber ja nicht mit der Erklärung, dass sie am Fallen durch die Anziehung der anderen Gestirne gehindert werde. Erörterungen über die zwischen den Himmelskörpern bestehenden potentiellen Kräfte sind überhaupt auf den unteren Stufen völlig auszuschliessen. Man beschränke sich vielmehr darauf, dem Sextaner zu erläutern, dass, was wir schlechthin fallen nennen, nichts ist als ein Angezogenwerden von der Erdmasse. In diesem Sinne kann demnach die Erde nicht fallen, da sie auf sich selbst keine Anziehung ausüben kann. Die Richtung des freien Falls ist die der Vertikalen, dieselbe ändert sich demnach von Ort zu Ort auf der Erdoberfläche. Unter Zuhülfenahme des Globus ist die Beseitigung falscher Ansichten nicht schwierig.

## Quinta.

So entgegengesetzt noch die Meinungen über den einleitenden geometrischen Kursus der Quinta sein mögen, so wird sich derselbe in den ersten Wochen des Schuljahrs nicht der Pflicht entschlagen können, die einfachsten räumlichen Gebilde, Würfel, Kugel, Kegel und Cylinder in den Kreis seiner Erörterungen zu ziehen. Der geographische Unterricht nimmt diese Bemühungen dankbar entgegen und behandelt nach eingehender Wiederholung des früheren Pensums die Kugelgestalt der Sonne und die der Erde.

Man zeige dem Schüler an aufeinanderfolgenden Tagen zu gleichen Zeiten aufgenommene Bilder der Sonne oder, wenn das zufällige Vorhandensein grösserer Flecke die Massregel ermöglicht, entwerfe man objektive Bilder von der Sonne mit Hülfe eines etwa zwanzigmal vergrössernden Fernrohrs auf entsprechend gestelltem Schirm.*) Aus der Gesamtbewegung der Flecken leite man den Schluss auf Vorhandensein und Sinn der Drehung der Sonne ab, aus letzterer und der Kreisform, in der die Sonne erscheint, die Kugelgestalt derselben. Von Wert für künftige Untersuchungen ist ferner die Belehrung über die (nahezu) unveränderliche Grösse des Sonnendurchmessers. Auch hier würde das obige Verfahren selbst zu Erzielung genauerer Vorstellungen anwendbar sein, es giebt jedoch einen Weg, der nebenbei eine richtige Schätzung der wahren Grösse oder besser Kleinheit der Sonnenscheibe durch einen Vergleich bietet. Ein Blick auf die Abendsonne genügt, dem Auge ein Nachbild derselben von ausreichender Dauer einzuprägen, um es mit einer kleinen, auf hellem Grund befestigten Münze durch Blinzeln in Einklang zu bringen. Die recht beträchtliche Entfernung, in der Münze und Nachbild gleich erscheinen (bei einem silbernen Zwanzigpfennigstück etwa 1, 7 m) ist in allen Jahreszeiten dieselbe.

Den Betrachtungen über die Gestalt der Erde sind solche über die Schattenformen einfacher geometrischer Körper im Sonnenlicht vorauszuschicken. Man gewöhne den Schüler rechtzeitig daran, unter Schatten auch dasjenige räumliche Gebilde zu verstehen, dem durch einen nichtleuchtenden Körper die Strahlen einer Lichtquelle, also hier der Sonne abgeschnitten werden. Nach einigen Versuchen wird er imstande sein, die Eigenschaft einer Kugel, unter diesen Umständen stets einen kegelförmigen (Kern) Schatten zu geben, klar zu erkennen und richtig zu sagen, dass umgekehrt die Form des Schattens einen Schluss auf die Gestalt des schattengebenden Körpers erlaubt. Nach diesen Vorbereitungen dürfte es statthaft erscheinen auseinanderzusetzen, in welcher

*) Die gegen eine objektive Darstellung der Sonne gemachten Einwendungen erscheinen mir wenig stichhaltig. Das Verfahren ist sehr einfach, weil ein Dunkelzimmer bei geeigneter Abblendung der direkt auf den Schirm gelangenden Strahlen ganz überflüssig ist; dass aber der leuchtende Kreis wirklich ein Sonnenbild sei, davon kann man den Schüler beim Vorübergang einer Wolke in überraschendster Weise überzeugen.

Weise Aristoteles als erster in stichhaltiger Weise die Lehre von der Kugelgestalt der Erde begründet hat. Die Mondfinsternis ist dabei in eingehendster Weise auszunutzen. Zu erwägen ist in erster Linie, welches die Stellung der drei Körper bei diesem Vorgang sei, welche Phase der Mond zeigen muss, zu welcher Tageszeit eine Mondfinsternis nur beobachtet werden könne. Aus der langsameren Bewegung des Mondes um die Erde ist ferner zu folgern, dass der Mond nur mit seinem östlichen Rande zuerst in den einem ungeheuren zugespitzten Pinsel, dessen Stiel die Sonne lenkt, vergleichbaren Erdschatten eintreten könne.

Es ist für und gegen die sogenannten Beweise für die Kugelgestalt der Erde in Fachzeitschriften und Einzelwerken eine Bergeslast von Lanzen gebrochen worden. Meines Erachtens ist für den Bildungswert der aristotelischen Ableitung auf dieser Stufe in erster Linie nicht die Schärfe der mathematischen Diskussion des Vorgangs massgebend, sondern der Umstand, dass dieselbe völlig in den Rahmen des Erfahrungsschatzes des Schülers passt und den Vorzug besitzt, vielseitig ausgenutzt werden zu können. Von Gegnern dieses aristotelischen Beweises scheint beiläufig übersehen zu werden, das die Form des die Schattenprojektion aufnehmenden Körpers in diesem Fall nicht von Belang ist, da die Beobachtung vom schattenerzeugenden Körper aus gemacht wird. Die übrigen Beweise, die nur Gründe für die Annahme einer kugelförmigen Erde sind, dürften vom Unterricht auszuschliessen sein.

Den schon in Sexta aufgenommenen Untersuchungen über die tägliche Bewegung der Fixsterne ist vom Beginn des Schuljahrs an erneute Aufmerksamkeit zuzuwenden. Nach meinen Erfahrungen sind immer einige Schüler von genügender Beobachtungsschärfe und ausreichendem Darstellungsvermögen imstande, im ganzen richtig anzugeben, dass das gesamte Himmelsgewölbe im Laufe eines Tages sich so bewegt, dass alle Sterne, ohne ihre gegenseitige Lage zu ändern, unter sich parallele Kreise beschreiben. Auch die Rolle des Polarsterns dürfte namentlich bei fortgesetztem Hinweis auf seine Verknüpfung mit dem Sternbild des grossen Bären im Laufe eines Jahres dem Schüler genügend klar geworden sein. Um der Gesamtheit der Klasse ein dauerndes Bild dieser Vorgänge zu geben, ist es jedoch durchaus notwendig, sie eingehend zu behandeln. Grössere Vorteile als der Himmelsglobus bietet in diesem Falle der Gebrauch eines drehbaren Stabes, den man der Himmelsaxe parallel stellt. Durch Einstecken langer, nach einzelnen Himmelskörpern gerichteter Nadeln muss der Quintaner den ganzen am Himmelsgewölbe von einzelnen Gestirnen beschriebenen Weg sowie Auf- und Untergangspunkte derselben finden und angeben lernen. Richtige Einsicht in diese an sich einfachen Verhältnisse ist Vorbedingung für das Verständnis künftig zu behandelnder und schwerer zu erfassender Vorgänge. Besondere Aufmerksamkeit ist bei diesen Untersuchungen der Sonne und ihrer scheinbaren täglichen Bahn zuzuwenden und die Verschiedenheit der letzteren zu verschiedenen Jahreszeiten mit der wechselnden Stellung der Sonne zum Himmelsäquator in Zusammenhang zu bringen.

Nach gründlicher Behandlung der scheinbaren Bewegung des Himmelsgewölbes kann in die Erwägung der Ursachen derselben eingetreten werden. Vorauszuschicken ist derselben noch eine möglichst scharfe und knappe Erklärung der Drehung eines Körpers und der damit verbundenen Lagenveränderung der Punkte seiner Umgebung. Verwendung einzelner Schüler zu diesen Voruntersuchungen ist wohl ganz unbedenklich und durchaus zweckmässig, ganz unpraktisch erscheint mir dagegen zur Entscheidung der Hauptfrage ein Planetarium. Der Schüler hat sich vielmehr zum künftigen Gebrauch folgendes Bild fest einzuprägen: In der Mitte eines grossen Seespiegels befindet sich die bekannte Kugel von 37 m Durchmesser und den Eigenschaften der Sonne; in einer Entfernung von 4 km von ihr auf der Oberfläche der Schulglobus, 10 m von diesem entfernt der Mond

in entsprechender Grösse. Welche Bewegung muss nun eintreten, wenn ein den Globus bewohnendes lebendes Wesen den Umlauf der Sonne und des Himmelsgewölbes beobachten will? Diese Frage ist mit grösster Sorgfalt zu erörtern. Wenn auch bei dem Mangel an Einsichten mechanischer Natur des Schülers dieser Stufe die gewonnenen Vorstellungen nicht auf die Grundlage eines strengen Beweises gestellt werden können, so ist doch bei der vorgeschlagenen Darstellung die Wahrscheinlichkeit einer Axendrehung eine so überzeugende, dass man sich mit derselben für den gesamten Unterricht der unteren und mittleren Stufe begnügen kann.

Im Anschluss an die Lehre von der Axendrehung sind einige wichtige Begriffsbestimmungen zu treffen, beziehungsweise zu klarem Bewusstsein zu bringen. Zunächst muss der Schüler durch seine Beobachtungen des gestirnten Himmels zu der Überzeugung gebracht werden, dass bei der Drehung die Erdaxe unverändert zum Himmelspol (Polarstern) weist. Aus der Betrachtung derjenigen Kreise, die von einzelnen Punkten der Erdoberfläche bei der Drehung beschrieben werden ergiebt sich mit Leichtigkeit die Definition der Pole und des Äquators, auch die Einführung der Begriffe Tag- und Nachthälfte der Erde stösst unter Festhaltung des eingeführten Bildes auf keinerlei Hindernisse. Von Bedeutung scheint mir auf dieser Stufe der Versuch, dem Schüler zu zeigen, dass die scheinbaren Bewegungen der Modellsonne für einen beliebigen Punkt der Modellerde mit der wirklich beobachteten übereinstimmt. Eine der Hauptschwierigkeiten des ganzen Unterrichts liegt sicherlich in der richtigen Übertragung des am Modell Angeschauten auf die Verhältnisse der Wirklichkeit und in der stets vorzunehmenden Feststellung der Übereinstimmung beider Erscheinungen. Um dem Schüler das Vertrauen zu der Sicherheit der schrittweisen Weiterentwickelung seiner Erkenntnisse stets zu erhalten, gewöhne man ihn sobald als möglich an die für ihn immerhin nicht leichte Umlegung der in Betracht kommenden Ebenen und Richtungen und sorge durch allseitige Ausnutzung der betreffenden Aufgabe für möglichstes Verständnis aller Einzelheiten. Es scheint mir geboten zu diesem Zweck der Vorstellungsfähigkeit zu Hülfe zu kommen und für den Erdglobus vorübergehend eine Vorrichtung einzuführen, die auch sonst gute Dienste leistet. Als solche benutze ich eine nach Art der Wandtafeln geschwärzte und um eine mit Kniegelenk versehene Axe drehbare grosse Holzkugel. Auf diese kann in verschiedenen Breiten ein kleiner Horizont mit Vertikalstab aufgesetzt werden, am Fusse des letzteren ist eine Korkhalbkugel angebracht, die gewissermassen den Beobachter vertritt. Da auf dieser Stufe eine Erörterung der Stellung der Erdaxe zu der als Seespiegel zu denkenden Ekliptik nicht angängig ist, so stelle man die Axe vertikal. Bei diesen Untersuchungen wird die Einfallsrichtung der von der ruhenden Sonnenkugel ausgehenden Strahlen durch eine grössere Anzahl in den Kork zu steckender Stäbe dargestellt. Der Schüler hat zunächst den Sinn der Drehung festzustellen. Der schliesslich von der Kugel abgenommene und in den wahren Horizont richtig eingestellte kleine Horizont giebt durch die eingesteckten Nadeln die scheinbare Bahn der Sonne zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche. Auch für den Sinn der Drehung, der sofort mit dem der Sonne zu vergleichen ist, hat man möglichst scharfe Begriffe zu geben, am zweckmässigsten wohl unter Zugrundelegung der Bewegung des Uhrzeigers.

Wünschenswert, aber nicht durchaus notwendig ist eine Erweiterung der Kenntnis des gestirnten Himmels und der Bewegung des Mondes auch auf dieser Stufe, allein beides erfordert einen erheblichen Zeitaufwand und steht mit den Forderungen der Lehrpläne nicht recht im Einklang. Im Gegenteil dürfte selbst bei sparsamster Ökonomie des Unterrichts das in vorstehenden Zeilen der Quinta zugewiesene Pensum nur knapp in der zu Gebote stehenden Zeit abgehandelt werden können.

## Quarta.

Den Unterricht eröffnet eine die Kräfte des Schülers bei richtiger Vorbereitung nicht übersteigende Aufgabe. Man beauftrage denselben, in regelmässigen Abständen von mehreren Tagen den Zeitpunkt des Durchgangs eines Sterns durch einen bestimmten Ort des südlichen Himmelsgewölbes zu ermitteln. Richtiges Visieren ist dabei Hauptsache, und man darf die Mühe einer praktischen Erläuterung während des Unterrichts umsoweniger scheuen, als dieselbe einen ziemlich zuverlässigen Einblick in die Sehfertigkeit und Fähigkeit des Einzelnen gewährt. Zu einem brauchbaren Erfolg gelangt man am leichtesten mit Hülfe einer beschwerten auf die kleinere Seitenfläche gestellten Cigarrenkiste, an deren Deckel eine Papierröhre von etwa 20 cm Länge und Federhalterweite in verticaler Ebene um eine Stecknadel mit einiger Reibung drehbar ist. Die Stellung der Vorrichtung darf, wenn ein heller Fixstern eingestellt und die Zeit seines Durchgangs notiert worden ist, bis zum Schluss der Beobachtungen nicht geändert werden. Bei einiger Übung gelangt der Schüler schon am zweiten Abend, sicherlich aber nach Verlauf weniger Tage zu der Einsicht, dass der betreffende Stern seinen Umlauf derart vollendet, dass er täglich etwa um 4 Minuten verfrüht denselben Ort des Himmelsgewölbes durchschreitet.

Während diese Beobachtungen noch fortgesetzt werden, ist bei der Wiederholung früherer Pensen auf sachgemässe Verkettung und Erweiterung Bedacht zu nehmen. Der bisher gewonnene Kreis von Erfahrungen und die Fähigkeit des Quartaners, einfachste Konstruktionen wie eine Winkelhalbierung vorzunehmen, gestattet die Einführung einer genaueren Methode der Bestimmung der Mittagslinie mittels des Gnomons. Statt demselben die hergebrachte Form zu geben, die aus hier nicht zu erörternden Gründen nie auch nur annähernd richtige Ergebnisse gestattet, empfiehlt es sich, von vornherein eine Vorrichtung einzuführen, die höheren Ansprüchen genügt und auf den oberen Stufen eine Quelle mannigfacher Einsichten werden kann. Man ersetze die Spitze des Vertikalstabes durch ein schräges ca. 12 cm über der Grundfläche stehendes Diaphragma mit Fadenkreuz (Fadendicke ca. 0,3 mm) und Senklot, die durch 3 Stellschrauben unter Benutzung der Wasserwage einzustellende Horizontalplatte bestehe aus Spiegelglas mit aufgeklebtem Papierbogen. Die Angaben des Instruments sind bei einiger Sorgfalt der Beobachtung auf Zehntel Grad genau.*) Dass die Schattenkurve unter der Voraussetzung unveränderter Deklination des Sonnenmittelpunktes während der Beobachtung ein Kegelschnitt und zwar eine Hyperbel ist, dürfte dem Primaner einzusehen nicht schwer fallen. Wo und zu welcher Zeit erhält man als Schattenkurve eine Parabel, eine Ellipse, wo einen Kreis? Da ferner die Vorrichtung die Messung von Längen bis auf Zehntel Millimeter, also eine für Unterrichtszwecke ausreichend genaue Feststellung der Höhe der Sonne zulässt, so bietet die Benutzung derselben auch zur Stellung von Aufgaben aus der ebenen und sphärischen Trigonometrie Gelegenheit. Unbedenklich ist schon für Quarta im Anschluss an diese Bestimmung der Hinweis auf das Verhalten der Magnetnadel.

Mit grösster Sorgfalt sind die Folgen der Axendrehung von neuem zu behandeln. Dass die Stellung der Axe bei diesem Vorgang unverändert bleibt, wurde schon früher aus der Unveränderlichkeit der Stellung des Poles (Polarsterns) gefolgert. Dieses Verhalten giebt ein Mittel an die Hand, zu nächtlicher Zeit bei unbedecktem Himmel die Nordrichtung annähernd zu finden. Für das richtige Erfassen der Vorgänge beim Umlauf der Erde um die Sonne ist ein einfacher Versuch von entscheidender Bedeutung, der dem Schüler die greifbare Gewissheit giebt, dass die Unver-

*) Die in den physikalischen Sammlungen hier und dort vorhandenen Theodolite sind nach meinen Erfahrungen zumeist sehr eingehender Korrekturen bedürftig ehe sie die gleiche Genauigkeit gewähren. Diese auszuführen erfordert aber mehr Sachkenntnis und Geschicklichkeit, als man vom Universitätsstudium billigerweise fordern kann.

änderlichkeit der Axenstellung nichts weiter ist, als ein allgemein gültiges Gesetz der Mechanik. Ein ziemlich schwerer Torus, in einem mit zwei entgegengesetzt angebrachten Handgriffen versehenen Ringe rasch und lange Zeit rotierend, wird durch die ganze Klasse von Hand zu Hand gegeben. Der Erfolg ist für die kurze Zeit der Inanspruchnahme ein wahrhaft überraschender, der geheimnisvolle Widerstand des Torus gegen alle ihm nicht zusagenden Drehbewegungen ein so fühlbarer, dass der Versuch alle übrigen Erklärungen an Überzeugungskraft weit überflügelt.

Die gleichförmige Geschwindigkeit und die Vollendung einer Axendrehung der Erde, also eines scheinbaren Umlaufs der Sonne ergeben, dass letztere in einer Stunde am Himmelsgewölbe 15 Bogengrade zurücklegen muss. Die beste Bestätigung hierfür und eine weitere Anregung zu eigenen Versuchen bietet dem Schüler eine möglichst einfache, übersichtliche Äquatorealsonnenuhr. Über Einrichtung*) und Aufstellung derselben ist vollständige Auskunft zu geben. Wiederholter Gebrauch dieser einfachen Vorrichtung muss dem Schüler die Begriffe des Himmelsäquators, der Weltaxe und des Himmelspols immer von neuem ins Gedächtnis zurückrufen, vor allem aber giebt der Wechsel in der Benutzung der oberen oder unteren Fläche des Zifferblatts einen deutlichen Hinweis hinsichtlich der Stellung der Sonne über oder unter dem Himmelsäquator. Im Anschluss an diese Untersuchungen ist die bürgerliche Zeiteinteilung in ihrer Abhängigkeit von der Axendrehung der Erde, selbstverständlich aber ohne Rücksicht auf die durch die Gestalt der Erdbahn bedingten Abweichungen zwischen wahrer Sonnenzeit und mittlerer Zeit zu behandeln.

Das Verständnis des Quartaners dürfte auch zu einer vorläufigen Erörterung der Frage ausreichen, ob Orte die westlich oder östlich vom Schulort liegen mit ihm im gleichen Zeitmoment Mittag, das heisst höchsten Sonnenstand haben oder nicht. Bei einiger Vorsicht in der Behandlung dieser Verhältnisse stellt sich auch die Eigenschaft der Nordsüdlinie, Punkte mit übereinstimmender Mittagszeit zu verbinden, völlig klar heraus, und der Gebrauch der Bezeichnung Meridian erscheint fortan statthaft.

Der wesentliche Fortschritt dieser Klassenstufe ist die Einführung des Schülers in die Lehre vom Umlauf der Erde um die Sonne. Die Behandlung derselben erfordert, wenn der Schüler an die Quellen der ursprünglichen Erkenntnis geführt werden soll, einige Umsicht in der Handhabung der einzelnen Beweisstücke. Es ist zweckmässig, die Frage vorauszuschicken, ob sich aus den bisherigen Feststellungen sämtliche beobachtete Erscheinungen erklären lassen. Der Quartaner muss zu erkennen befähigt sein, dass wenn weder die Sonne noch die Erde noch der Fixsternhimmel eine Ortsbewegung haben und sich die Axendrehung der Erde in bekannter Weise vollzieht, weder der Wechsel der Jahreszeiten noch der Unterschied des winterlichen und sommerlichen Sternhimmels möglich ist. Falls diese Erkenntnis der rechten Sicherheit entbehren sollte, ist die Axendrehung nach dieser Seite hin noch einmal so zu behandeln, dass jeder Zweifel beseitigt erscheint.

Nun weiss der Schüler aus eigener Erfahrung oder im ungünstigen Falle aus der seiner scharfsinnigeren Genossen, dass die Fixsterne ihre Kreisbahn in 23 Stunden 56 Minuten zurücklegen, während die Sonne dazu 24 Stunden braucht. Dieser Zeitunterschied ist zunächst in einen räumlichen umzusetzen unter der Annahme, dass man die Fixsterne in der Umgebung der Sonne mit dieser zugleich sehen könne. Die Sonne kann unter diesen Umständen von Mittag zu Mittag beobachtet, ihre anfängliche Stellung gegenüber den ihr benachbarten Fixsternen nicht behalten, sie muss mit ihnen verglichen in ihrer täglichen Bahn zurückbleiben, und zwar entspricht der Be-

*) Viereckiges Grundbrett mit zwei keilförmig unter dem Komplement der Breite (für Nordhausen $38\frac{1}{2}°$) geschnittenen, vertikal zu stellenden Tragbrettchen. Als Zifferblatt eine quadratische, in der Mitte durchbohrte Glasplatte mit kreisförmigem, in 24 Stunden geteilten Zifferblatt aus Papier. Als Schattenwerfer ein Stück mit Kork und Siegellack auf der Rückseite befestigte Stricknadel.

trag dieses Zurückbleibens etwa ihrem doppelten Durchmesser. Klarer wird dieses Verhältnis, wenn man annimmt, man könne jedesmal, wenn ein Fixstern aus der anfänglichen Umgebung der Sonne seinen höchsten Punkt über dem Horizont erreicht, eine bildliche Darstellung von ihm und seiner Nachbarschaft aufnehmen und diese Bilder zu einem einzigen vereinigen. Die gegenseitige Stellung der Fixsterne bliebe in diesem Bilde unverändert, dagegen würde die Sonne täglich um den angegebenen Betrag nach Osten gerückt sein. Gleichzeitig mit dieser Verrückung des Sonnenmittelpunktes ginge eine andere vor sich. Da nämlich die Stellung der Sonne in der angenommenen Jahreszeit täglich an Höhe zunimmt, so kann ihre Bewegung am Fixsternhimmel nicht dem Äquator parallel stattfinden, sondern mit dem Zurückbleiben nach Osten hin muss eine Erhebung über den Äquator verbunden sein. Verfolgt man diesen Vorgang weiter, so ergiebt sich, dass die Sonne im Laufe eines Jahres am gestirnten Himmel anscheinend einen Kreis beschreibt, und zwar, vom Polarstern aus gerechnet, im umgekehrten Sinne des Uhrzeigers. Diese Linie muss den Äquator zweimal schneiden und zwar an den Tagen, an denen die Sonne genau im Osten auf- und im Westen untergeht, also am 21. März und 23. September. Der im Frühling und Sommer von der Sonne durchlaufene Halbkreis gehört der nördlichen, der andere der südlichen Himmelshalbkugel an; den höchsten Punkt über dem Himmelsäquator erreicht die Sonne am 21. Juni, den tiefsten Punkt ihrer Bahn am 21. Dezember. Diese 4 Daten heissen die Anfänge der betreffenden Jahreszeiten, die scheinbare Sonnenbahn selbst der Tierkreis. Ungleich wichtiger als das Auswendiglernen des Kalenderzopfs der Tierkreisteile ist eine Anweisung für den Schüler, annähernd die Lage desselben am Himmel zu jeder Zeit finden zu können, ich bezweifle indessen die Fähigkeit des Durchschnittsquartaners für derartige Schwierigkeiten. Ganz unnütze Mühe wäre es, vom Schüler überhaupt die Kenntnis der durchlaufenen Sternbilder fordern zu wollen, fehlerhaft bekanntlich ihre noch in vielen Lehrbüchern beliebte Gleichsetzung mit den entsprechend benannten Tierkreisteilen.

Von besonderem Wert ist dagegen die nochmalige Feststellung des durch die scheinbare Bewegung der Sonne am Himmel bedingten Unterschieds der Jahreszeiten, sofern sich derselbe durch den Mittagsstand der Sonne und die Verschiedenheit der Auf- und Untergangspunkte, sowie des nächtlichen Sternhimmels zu erkennen giebt. Wie in Quinta sind hier nochmals die Bahnen der Sonne an den vier wichtigen Tagen des Jahres so genau zu besprechen, dass der Schüler dauernd Einsicht in diese Verhältnisse gewinnt und sie selbstständig verwerten lernt. Die mit der täglichen Sonnenbahn in engster Verknüpfung stehenden Vorkommnisse, die Dunkelheit der Winternächte, die sogenannten hellen Nächte des Hochsommers werden am zweckmässigsten im Laufe des Schuljahres besprochen. Dagegen sind die Wende- und Polarkreise in ihrer wahren Bedeutung einzuführen und der Äquator hinsichtichlich seines Verhältnisses zum Jahreslauf der Sonne einer erneuten Untersuchung zu unterziehen.

Vorauszunehmen ist jedoch die entscheidende Erörterung über den scheinbaren Weg der Sonne am Himmel und sein Zustandekommen. Dass die Fixsterne im Sinne des Erdabstandes von der Sonne sehr ferne Himmelskörper von ähnlicher Beschaffenheit als letztere sind, vermag der Schüler nicht zu erkennen, ebensowenig ist er imstande, sich über ihre räumliche Verteilung einen angemessenen Begriff zu bilden; es ist also nicht geraten, ihm über diese Dinge Aufklärung geben zu wollen. Man kann jedoch unbeschadet der Sicherheit der Schlüsse die Vorstellung bestehen lassen, als sei der Fixsternhimmel ein ungeheures, sehr fernes Gewölbe von Kugelgestalt, in dessen Mitte Sonne und Erde in den bereits von Quinta her geläufigen Abmessungen auf der Oberfläche eines Sees schweben. Es fragt sich zunächst, wie die Bewegung der Sonne in einem Kreise am Himmelsgewölbe in Jahresfrist so erfolgen kann, dass dieselbe ihren Durchmesser

(nahezu) nicht ändert. Der Vermutung, dass die Sonne thatsächlich die Erde umkreise, sind die Grössenverhältnisse der beiden Körper entgegen zu halten und die fernere Frage aufzuwerfen, ob nicht eine andere Bewegung dieselben Erfolge aufzuweisen habe. Dass thatsächlich unter Voraussetzung eines Umlaufs der Erde um die Sonne letztere am Himmelsgewölbe einen Kreis zu beschreiben scheint, ist am besten wieder durch Heranziehung der Schüler zu Bewegungsversuchen klar zu machen; es kommt hierbei lediglich darauf an, zu zeigen, dass der Erfolg bei beiden Bewegungen der gleiche ist. Die grössere Wahrscheinlichkeit des Umlaufs der kleinen Erde um die mächtige Sonnenkugel leuchtet auch dem blödesten Auge ein.

Die Klippe, an der alle Folgerungen aus der Doppelbewegung der Erde scheitern können, ist mangelhaftes Verständnis der Schüler für das Verhalten der Erdaxe. Dass dieselbe ihrer ursprünglichen Lage parallel bleiben muss, ist aus dem früheren Versuch zu folgern; wie sie sich zur Ebene der Erdbahn stellt, vermag der Schüler nach einigen aufklärenden Versuchen mit dem Globus wohl einzusehen. Mit grösster Sorgfalt ist nun das Bild der auf der Seeoberfläche schwimmenden Körper zu vollenden. In der Mitte derselben steht mit bekanntem Durchmesser die Sonne, diese umkreist in einem Abstand von 4 km die Erde, deren Axe stets nach demselben unendlich fernen Punkt des Himmelsgewölbes gerichtet ist und mit der Oberfläche des Sees (der Ekliptik) einen Winkel von $66\frac{1}{2}^0$ (Schiefe der Ekliptik) bildet. In welchem Sinne wird der Kreis durchlaufen, wenn man aus der nördlichen Verlängerung der Erdaxe auf die Seefläche blickt? Um diese Frage zu beantworten, hat man die Erde eine Drehung machen zu lassen und sie dabei so in ihrer Bahn fortzurücken, dass die Sterne hinter dem linken Sonnenrande verschwinden und hinter dem rechten wieder sichtbar werden. Die Bewegung der Erde erfolgt demnach entsprechend ihrer Drehung, entgegengesetzt der Bewegung der Uhrzeigerspitze. Der Äquator erhebt sich zur Hälfte über den Seespiegel, zur anderen Hälfte taucht er unter denselben.

Zu klarer Auffassung der Wendekreise verhilft am sichersten die Benutzung der schon früher gebrauchten geschwärzten Holzkugel. Diese ist an den vier wichtigen Punkten der Erdbahn mit unveränderter Axenstellung für den Globus eingesetzt zu denken, die Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen und der Punkt der Erde, den sie senkrecht treffen, der also für den in Frage stehenden Tag die Sonne mittags um 12 im Zenith hat, sind vom Schüler zu ermitteln. Ein entsprechend angedrücktes Stück Kreide zeichnet dann den fraglichen Kreis auf. Mit einer für den Schulgebrauch ausreichenden Genauigkeit wird man daher die Wendekreise als solche dem Äquator parallele Kreise bestimmen, deren Punkte am 21. Juni, beziehungsweise am 21. Dezember die Sonne am Mittag im Zenith haben. Am Äquator dagegen steht die Sonne am 21. März und 23. September mittags im Zenith. In entsprechender Weise sind die Begriffe der Polarkreise sowie der Zonen festzustellen.

Zu einem vollkommenen Verständnis der Doppelbewegung der Erde gelangt der Schüler bei der erstmaligen Behandlung des Unterrichtstoffes nur selten. Der Unreife des Quartaners ist deshalb wohl zuviel aufgebürdet, wenn man von ihm verlangen wollte, dass er über den Gang der jährlichen Erscheinungen für einen beliebigen Punkt der Erdoberfläche bündig Auskunft gebe. Selbstverständlich sind auch für diese Klasse gelegentliche Nachholungen und die Erweiterung früherer Erfahrungen sehr zu wünschen. Die Äquinoktial- und Solstitialtage eignen sich vorzüglich für solche Abschweifungen; auch bietet der mathematische Unterricht Gelegenheit zu erneuter Klarlegung wichtiger Begriffe. So wird die Kreisteilung in 360° auf die allerdings nicht genau zutreffende Zurücklegung des Tierkreises in 360 Tagen zurückzuführen sein. (Chinesische Kreisteilung in $365\frac{1}{4}$°!)

## Untertertia.

Wenn auch der Quartaner schon die wichtigsten mit dem Umlauf und der Axenstellung der Erde im Zusammenhang stehenden Erscheinungen kennen gelernt hat, so ist doch erst die Tertia

bestimmt, ihm volle Klarheit über den Zusammenhang des Ganzen und selbständige Einsicht in die Einzelvorgänge zu verschaffen. Von den früher gelegentlich der Gestaltlehre und der Axendrehung behandelten Aufgaben sind einige, so die Bestimmung der Mittagslinie mittels des Gnomons mit grösster Genauigkeit zu wiederholen; auch die Behandlung der bürgerlichen Zeit, ihre Abhängigkeit vom scheinbaren täglichen Umlauf der Sonne, sowie die enge Verknüpfung der Uhrstellung mit dem Beobachtungsort müssen dem Schüler so geläufig sein, dass die Untersuchungen über die Einteilung der Erdoberfläche auf keinerlei Schwierigkeiten stossen.

Das System der Meridiane und Parallelkreise früher als an dieser Stelle eingehend und mit Nutzen zu behandeln, halte ich geradezu für unmöglich. Wohl erscheint es durchaus statthaft, dass der Sextaner, wie von vielen Seiten gewünscht wird, sein Augenmerk auch auf das Liniennetz des Globus und der Karte lenke, ohne mit der wahren Bedeutung desselben bekannt gemacht zu werden, dass aber die Winkelteilung im geographischen Pensum der Sexta oder Quinta abgehandelt wird, dürfte der mathematische Unterricht als unerwarteten, aber wahrscheinlich sehr unwillkommenen Eingriff in seinen Besitzstand anzusehen berechtigt sein. Befriedigendes Verständnis für die Koordinaten der Erdoberfläche ist meines Erachtens erst dann möglich, wenn der Schüler mit den Grundlagen der Kreislehre umzugehen weiss, demnach ist der Lehrstoff der Untertertia gerade angemessen.

Zunächst ist dem Schüler augenfällig zu machen, dass thatsächlich der geometrische Ort eines Punktes der Erdoberfläche, der mit dem Beobachtungsort gleichzeitig Mittag hat, der durch diesen Ort und die beiden Pole bestimmte Halbkreis ist. Das kann aus der Form der scheinbar von der Sonne täglich zurückgelegten Bahn und der Kugelgestalt der Erde selbst mit genügender Sicherheit gefolgert werden. Will man jedoch in dem angenommenen Bilde bleiben, so ist der Globus durch die Holzkugel zu ersetzen und der zugehörige Horizont der Reihe nach in mehrere demselben Meridian angehörige Punkte ihrer Oberfläche einzusetzen. Der Schüler sieht leicht ein, dass bei ruhend gedachter Sonne und gleichzeitiger Drehung der Kugel der Erfolg genau derselbe ist. Der Versuch gestattet aber durch Einstecken des Horizontes an verschiedenen Punkten desselben Parallelkreises eine einfache Darstellung der verschiedenen Mittagszeiten von Punkten verschiedener Länge.

Indem man durch die 360 Teilpunkte des Äquators und die Pole ebensoviele Halbkreise, also Meridiane legt, wird die Erdoberfläche in 360 gleiche Teile geteilt. Die Form dieser Längengrade genannten Flächenstücke ist zu erörtern und die Frage aufzuwerfen, ob einer der Kreise durch natürliche Verhältnisse zum Zählungsanfange besonders berufen sei. Das ist nicht der Fall, vielmehr ist das ganze System ohne weitere Bestimmung auf der Erdoberfläche um die Axe drehbar, und jeder beliebige Meridian kann als Zählungsanfang benutzt werden. Aus praktischen Gründen hat man sich dahin geeinigt, den Meridian der berühmtesten Sternwarte des ersten seefahrenden Volks, den von Greenwich als den Ausgangskreis der Zählung anzusehen, und zwar zählt man von $0^0$ bis $180^0$ nach Osten wie nach Westen. Der Zeitunterschied zwischen zwei benachbarten Zählmeridianen beträgt $\frac{24}{360}$ Stunden = 4 Minuten bürgerlicher Zeit.

Die zweite Teilung der Erdoberfläche erfolgt durch Ziehung von Kreisen dem Äquator parallel durch die Teilpunkte eines Meridianbogens. Der Schüler muss zur Erkenntnis der Eigentümlichkeiten beider Teilungen geführt werden, und zwar sind bei den betreffenden Erörterungen die Lage der Mittelpunkte beider Systeme, die Grösse und die Gestalt der Teile, in die die Erdoberfläche durch jedes einzelne System zerfällt, heranzuziehen; auch ist von Wichtigkeit, dass jeder beliebige Kreis eines Systems durch das andere System in 360 gleiche Teile geteilt und unter rechten Winkeln geschnitten wird. Der Unterschied zwischen Breitenkreis und Breitengrad ist wie bei den Längen besonders hervorzuheben und die Natur der Grade als Flächen scharf zu bestimmen.

Zur Einweihung des Tertianers in die Geheimnisse des Koordinatensystems empfehle ich zwei nach Art einer früher beliebten Mausefalle geflochtene, die bekannte Holzkugel umschliessende Halbkugeln aus Draht, die Meridiane und Breitenkreise von 10 zu 10 darstellend. Selbstverständlich muss die Vorrichtung unabhängig von der Kugel um die Axe drehbar sein. In zwei Beziehungen ist dieselbe dem gewöhnlichen Globus überlegen. Der Schüler erkennt sofort, dass ein Punkt der Kugel, sofern die Pole bestimmt sind, einem ganz bestimmten, durch eine Zahl zu benennenden Parallelkreis angehört, einem bestimmten, zahlenmässig ausdrückbaren Meridian jedoch infolge der Drehbarkeit des Systems nur dann, wenn einer derselben, buchstäblich auf die Kugel festgenagelt, zum Nullhalbkreis ernannt wird. (Meridian von Greenwich). Ferner ist diese Vorrichtung mit Vorteil bei der Einführung der Begriffe der Länge und Breite eines Ortes zu gebrauchen.

Das Verständnis dieser von geographischen Lehrbüchern mit haarsträubender Ungründlichkeit abgefertigten Grössen setzt die mathematische Behandlung der Winkel- und Kreisteilung und ihrer Übereinstimmung voraus, fordert aber auch die Einfügung der Zeit als eines dritten derart in Betracht kommenden Elementes, dass Bogen, Winkel und Zeitabschnitte wechselseitig durcheinander ausdrückbar sind. Die Breite kann nunmehr als Winkel oder Bogen, die Länge als Winkel, Bogen oder Zeitdifferenz aufgefasst werden. Für die erste Betrachtung ist am einfachsten, die Breite als den in Graden ausgedrückten und selbstverständlich vom Äquator aus gezählten Bogen des Meridians des fraglichen Orts zu bezeichnen, die Länge als in Stunden und Minuten ausgedrückte Zeitdifferenz. Giebt man, um dem Verständnis der Karten zu genügen, auch für die Länge dem Bogen den Vorzug, so ist derselbe vom Schnittpunkt des Nullmeridians aus auf dem Breitenkreise des Orts zu zählen. Zur praktischen Einübung ist die erwähnte Vorrichtung dem Schüler in die Hand zu geben. Ihren Abschluss erlangt die Lehre vom Koordinatensystem der Erde in der Obertertia, der wohl am zweckmässigten als Abschluss des Ganzen die Bestimmung der Breite und Länge eines Orts in einfachster Form zuzuweisen sein dürfte.

Die in der vorigen Klasse behandelte Lehre vom Umlauf der Erde um die Sonne bedarf, wie schon erwähnt wurde, sorgsamster Befestigung und Erweiterung. Die grundlegende Untersuchung über die Zeit des scheinbaren Umlaufs eines Sterns ist vom Schüler zu wiederholen, das Bewusstsein von der Bedeutung derselben führt für diese Klassenstufe meist zu genaueren Erfolgen. Der im Unterricht einzuschlagende Weg ist im ganzen derselbe wie in Quarta, nur ist es ratsam, von vornherein grosse Sorgfalt auf den Nachweis der im Laufe des Jahres angeschauten Veränderungen des Sonnenlaufs mit den im kleinen mit dem Globus darstellbaren Erscheinungen zu verwenden. Auch hier dürfte sich das dem Schüler nunmehr geläufige Bild der beiden Körper und zeitweilige Ersetzung des Globus durch die Holzkugel besser empfehlen als der Gebrauch des Telluriums, dessen Ausdehnungen der Wirklichkeit durchaus unangemessen sind und dessen Erdkörper die vom Unterricht geforderte, etwas gewaltsame Behandlung schwerlich lange vertragen dürfte.

Zur nochmaligen Behandlung auf dieser Klassenstufe empfiehlt sich der Gang der Jahreszeiten, dargestellt für die Anfänge derselben für den Schulort, und Erweiterung dieser Betrachtungen für andere wichtige Punkte der Erdoberfläche. Die Wandtafel ist zur Herstellung ebener Zeichnungen der räumlich angeschauten Verhältnisse und zur Ableitung von Winkelgrössen zu benutzen. Es ist vielleicht nicht überflüssig, den Gang der Untersuchung für einen Einzelfall ausführlicher zu beschreiben. Dem Schüler werde die Aufgabe gestellt, die Tagesbewegung der Sonne am 21. Juni für einen Punkt des Polarkreises ausfindig zu machen. Die Sonne wird in bekannter Grösse und Entfernung auf dem Seespiegel schwebend gedacht. Der Schüler hat die Richtung, aus der ihre Strahlen kommen, zu zeigen, die als Erde zu benutzende Kugel entsprechend aufzustellen, die Nei-

gung der Axe und den Sinn der Drehung anzugeben. Nunmehr ist der mehrfach erwähnte Horizont in die Bohrung für den Polarkreis von ihm einzusetzen und die Richtung der während der Drehung einfallenden Sonnenstrahlen durch in den Kork gesteckte Nadeln anzudeuten. Schon vor Abnahme des Horizonts ist zu erkennen, dass die Sonne um Mitternacht denselben berührt, aber nicht unter ihn hinabsinkt. Nunmehr wird derselbe abgenommen, unter der Voraussetzung, dass der Versuch am Polarkreis selbst vorgenommen sei, vom Schüler in die richtige Horizontallage gebracht und der wirkliche Weg der Sonne am Himmelsgewölbe gezeigt. Die Zeichnung an der Wandtafel ergiebt, dass die Mittagshöhe der Sonne $2 . 23\frac{1}{2}^{0}$ beträgt. Selbstverständlich kommen alle Winkelbestimmungen in Wegfall und sind auf die nächste Klasse zu beschränken, wenn die Kenntnis der elementaren Kreislehre fehlt.

Weder den Forderungen der Lehrpläne noch den Bedürfnissen des geographischen Unterrichts entspricht ein allzuweitläufiges Einführen des Tertianers in die Verhältnisse unseres Planetensystems oder die Kenntnis des gestirnten Himmels. Hinter der letzteren verbirgt sich nur allzuhäufig eine erstaunliche Unwissenheit in den durch den Umlauf und die Axenstellung der Erde bedingten Verhältnissen; die Beobachtung der Planetenwege und die Erklärung ihrer Eigentümlichkeiten aus dem Kopernikanischen System übersteigen die Fassungskraft des Schülers dieser Stufe ganz erheblich, die Einführung in vorkopernikanische Anschauungen endlich ist nur geeignet, gewonnene feste Anschauungen zu verwirren. Will man in Untertertia durchaus die Anfangsgründe der Kopernikanischen Lehre in den Kreis des Unterrichts ziehen, so ist Beibehaltung des gebrauchten Bildes dringend anzuraten; der Schüler versteht dann wenigstens den linearen Aufmarsch der beweglichen Himmelskörper, den Mond einbegriffen, und hat nicht nur einen Anhalt beim Auffinden der Ekliptik sondern auch einen Weg zur Erkenntnis der Bewegung des letzteren.

## Obertertia.

Die Aufgabe dieser Klasse muss eine praktische, vom rein geographischen Standpunkte aus geleitete Wiederholung des gesamten bisherigen Lehrstoffs der Geonomie sein. Diese schliesst ein schärferes Hervortretenlassen rein mathematischer Begriffsbildung nicht aus. Dem Obertertianer wird es durchaus nicht schaden, wenn er die tägliche Bewegung der Visierlinien nach einzelnen Sternen als auf Kegelflächen erfolgend kennen lernt und die Form dieses Kegels für Sterne des Äquators anzugeben Gelegenheit findet.

Hinsichtlich der Gestaltlehre darf man dem Schüler die Erkenntnis nicht vorenthalten, dass der eigentlich scharfe Schluss auf die Gestalt der Erde lediglich aus der Veränderung der Höhe der Sterne bei meridionalen und die der Zeitdifferenz bei Bewegungen auf demselben Parallelkreis zu ziehen ist. Gegen die Einführung der Abplattung an den Polen spricht der Umstand, dass es dem Schüler dieser Stufe erhebliche Schwierigkeiten macht, das Zwingende der elementaren mathematischen Beweisführung für das wirkliche Vorhandensein derselben einzusehen. Doch ist dieselbe zulässig und durch einen Drehversuch einer weichen Thonkugel leicht begreiflich zu machen. Ebensowenig liegt eine Notwendigkeit vor, die Elliptizität der Bahn anzugeben; will man jedoch die bisherige Vorstellung durch die genauere ersetzen, dann bringe man auch durch eine möglichst scharfe Zeichnung die geringe Abweichung beider Bahnen zur Kenntnis und bewahre den Schüler vor falschen Schlüssen aus den zwecklosen Übertreibungen mancher Lehrbücher.

Die an sich geringfügige, aber für das Verständnis des in einer Landkarte angehäuften Fleisses durchaus notwendige Erweiterung des bisherigen Lehrpensums ist die Ermittelung der Länge und Breite eines beliebigen Punktes der Erdoberfläche. Dem Schüler ist zu zeigen, dass der die Höhe des Himmelspoles genannte Winkel gleich der geographischen Breite des Beobachtungsortes ist,

weil die Schenkel beider Winkel senkrecht auf einander stehen. Dass aber die Breite als Winkel aufgefasst werden kann, geht aus früheren Erörterungen hervor. Die Ermittelung der Breite ist demnach eine einfache mit einem entsprechenden Instrument vorzunehmende Winkelmessung. Die Länge ist in der vorigen Klasse auf die einfachste Weise als Zeitdifferenz gedeutet worden, und es ist am besten, an dieser Bestimmung festzuhalten. Zur Feststellung der Länge bedarf man zweier Instrumente, des einen zur Auffindungdes örtlichen Mittags oder des Meridians, ein solches ist aber das Gnomon. Das andere Instrument, die Uhr, zeigt im Augenblick des örtlichen Mittags die gesuchte Zeitdifferenz, wenn dieselbe mit der Sonnenzeit des Nullmeridians gleichstimmig, also nach Greenwicher Zeit gestellt ist. Hätte man das Meridiansystem nach Zeitdifferenzen, also 0, 4, 8, 12 . . . . Minuten und nicht mit der gewöhnlichen Ziffernfolge numeriert, so gäbe die abgelesene Zeitdifferenz direkt die gesuchte Länge des betreffenden Orts an, bei der gewöhnlichen Bezeichnung der Karten ist eine Umrechnung der Zeiten in Winkel- oder Bogengrade nötig. Jedenfalls ist es durchaus wünschenswert, dem Schüler zu zeigen, dass die Bestimmung des Meridians nach Zeitdifferenzen die ursprüngliche, aus der Beobachtung sich direkt ergebende ist.

Ein genaueres Eingehen auf die gebräuchlichsten Projektionsmethoden verbietet sich für die hier in Betracht kommenden Unterrichtsstufen ganz von selbst, indessen dürfte ein Hinweis auf die Entstehung der Karten unter Benutzung astronomisch festgelegter Punkte für ein gegebenes sphärisches oder ebenes Netz ein sehr lohnender Abschluss des Lehrganges der Geonomie für die Obertertia sein.

Den vielfachen Widerwärtigkeiten, die Ungunst des Wetters und andere Zufälle der praktischen Seite des Unterrichts in den Weg stellen kann man nur Geduld und sorgfältiges Erwägen des richtigen Zeitpunktes für Anregung zu Beobachtungen entgegenstellen und muss unter Umständen Versäumtes später nachholen.

Die Schärfe der Wahrnehmungen seitens der Schüler wächst mit steigendem mathematischen Erkenntnisvermögen, gestattet aber selbstverständlich nie diejenige Genauigkeit in der Feststellung einzelner Begriffe, mit der manche Lehrbücher schon die unterste Stufe zu beglücken bestrebt sind. Es ist durchaus notwendig, sich über die Höhe und Gleichmässigkeit der Forderungen in dieser Beziehung von vornherein klar zu werden; vor allen Dingen erscheint es unstatthaft, etwa neben das dreiaxige Ellipsoid als Oberflächenform Definitionen zu stellen, die das mathematische Zartgefühl des Quartaners zu beleidigen imstande sind. Die Sicherheit der Kenntnisse wird durch Einführung der Wirklichkeit entsprechender, aber höheren Stufen der Geometrie angehöriger mathematischer Formen mehr gefährdet, als diese subtileren Vorstellungen nützen. Solange der Schüler beispielsweise an der Kreisgestalt der Erdbahn festhält, wird es ihm leicht, sich über die Stellung der in Betracht kommenden Körper ein festes Bild zu entwerfen, und die ihm zugänglichen Beobachtungen einfachster Art vermögen nicht, dasselbe ins Wanken zu bringen. Die Einführung der Ellipse giebt ihm ein unsicheres Bild, solange ihm nicht die Begriffe Brennpunkt, Excentricität und grosse Axe sowie die relativen Grössenverhältnisse der letzteren erklärt werden; ich glaube indessen nicht, dass dem geographischen Unterricht derartige Erörterungen aufzubürden sind.

Diese Zeilen beanspruchen nur, Vorschläge für einen zu betretenden Weg in der Behandlung eines Teiles des noch immer in unsicheren Bahnen einherschreitenden geographischen Unterrichts zu sein. Über die Stellung ihres Verfassers zur Auffassung der Aufgabe dieses Lehrfaches werden dieselben einen Zweifel nicht aufkommen lassen.

**Dr. Bernhard Hoffmann.**