

# Pytheas von Massilien und die mathematische Geographie.

Von Georg Mair.

---

## II. Teil.

(Mit zwei Tafeln den Text erläuternder Figuren.)

---

### Einleitung.

Bevor ich an den Gegenstand meiner Untersuchung herantrete, dürfte es nicht überflüssig sein, den geehrten Leser im allgemeinen über die Natur des Problems, um das es sich im Folgenden handelt, zu orientieren.

Ich werde mich bemühen, die keineswegs einfache Sache so klar als möglich zu machen.

Die doppelte Bewegung der Erde, ihre Rotation und ihre Revolution, sowie die schiefe Lage ihrer Drehungsachse zur Ebene ihrer Bahn um die Sonne sind nicht unmittelbar sinnlich wahrnehmbar, sondern sie lassen sich erst durch eine ziemlich komplizierte Verbindung regelmäßig wiederkehrender, ersichtlich in einem ursächlichen Zusammenhange stehender kosmischer Phänomene verstandesmäßig erschließen.

Dafür gibt es verschiedene Gründe. Der nächste Grund ist wohl der, daß wir, wie mit eisernen Ketten an unseren Planeten gefesselt, zugleich mit dem beweglichsten aller Elemente, dem Luftmeere, diese zweifache Bewegung mitmachen, ohne auch nur das Geringste davon wahrzunehmen und ohne daß ein fortwährender, von Osten nach Westen rasender Orkan die notwendige Folge davon wäre.

Ferner ist unser Planet im Verhältnis zu unserer Kleinheit sozusagen von unendlicher Größe, weshalb wir immer nur einen winzigen Teil übersehen können. Wie klein erscheinen dagegen unsere Nachbarwelten, der Mond und die Sonne, um von den Planeten und Fixsternen, die sich als winzige Lichtpunkte vom Himmel abheben, gar nicht zu reden. Beide können mit einer kleinen Münze verdeckt werden. Für das naive Bewußtsein ist daher die Erde mit ihren Kontinenten und Ozeanen und dem reichen auf ihr pulsierenden

Leben<sup>1)</sup> die eigentliche Welt, die Welt an und für sich, während die Sonne und der Mond nur den Daseinszweck zu haben scheinen, der Erde zu dienen:<sup>2)</sup> die Sonne, daß sie der Erde Licht und Wärme spende und das

<sup>1)</sup> Dr. Wilhelm Meyer, das Weltgebäude. Eine gemeinverständliche Himmelskunde. Leipzig und Wien. Bibliograph. Institut. 1898. S. 563, 564.

<sup>2)</sup> Dieser Ausdruck ist selbstverständlich nur gewählt vom Standpunkte des menschlichen Denkens und Vorstellens, welches die Natur beseelt und nach Menschenart denken und handeln läßt. Denn in Wirklichkeit dient weder die Sonne der Erde noch die Erde der Sonne. Ihr gegenseitiges Verhältnis ist einfach die Folge der Gravitation; ebenso ist die Möglichkeit des Tier- und Pflanzenlebens auf der Erde infolge der Licht- und Wärmestrahlung der Sonne, vom rein physikalischen Standpunkte aus betrachtet, nur ein Zufall. Die Erde befindet sich eben zufällig in jener Entfernung von der Sonne, welche die günstigsten Lebensbedingungen gewährleistet.

Anders aber gestaltet sich die Sache, wenn man nach dem Weltzwecke oder nach den Absichten fragt, welche der Weltschöpfer dabei verfolgte. Denn der Glaube an einen Weltschöpfer gilt nur in den Augen derjenigen, welche sich selbst und andere mit aller Gewalt von der Nichtexistenz eines persönlichen Gottes überreden wollen, als ein Zeichen von Rückständigkeit. Gerade die Astronomen — ich weiß dies aus persönlichem Verkehre — sind am festesten davon überzeugt, daß nur ein Wille und eine Intelligenz den Weltorganismus ins Dasein rief, erhält und regiert. Sie wissen, daß die Sonnen durch Zusammenziehung der Materie um die Knotenpunkte, welche sich im Urstoffe gebildet hatten, entstanden sind; sie wissen ferner, daß die ungeheure Glühhitze derselben nur eine Wirkung des ungeheuren Druckes infolge der Zusammenziehung ist; sie wissen endlich, daß diese Sonnen infolge der Wärmeabgabe an den Weltraum endlich einmal erkalten müssen. Zweck- und ziellos wälzen sich dann die dunklen Weltkörper durch den unendlichen, finsternen Raum.

„Aber dann löst sich“, — dies kann man häufig aus dem Munde von Gebildeten, die um jeden Preis sich selbst und anderen einreden wollen, daß die Welt Selbstzweck sei, von jeher existiert habe und in immer neuer Wiedergeburt ewig sich erneuern werde, vernehmen, — „dann löst sich also durch den Zusammenstoß dieser Sonnen ihre Materie wieder in einen ungeheuren, glühenden Gasball auf, aus dem sich durch allmähliche Abkühlung und Zusammenziehung wieder eine neue Welt bildet.“

Diese weit verbreitete und auf den ersten Blick unwiderleglich erscheinende Anschauung ist aber nichts weniger als richtig.

Wie oft schon wurde ein derartiger Weltuntergang beobachtet!

Plötzlich leuchtet an einer sternlosen Stelle am Himmelszelt ein Stern erster Größe auf. Kein Zweifel, hier sind zwei erkaltete und erloschene Sonnen gegen einander gerannt. Was ist aber die weitere Folge? Nach verhältnismäßig kurzer Zeit wird der Stern erster Größe ein solcher xter Größe, um endlich spurlos wieder zu verschwinden.

Ja, wo ist denn da die neue Welt geblieben, die, dem Phönix gleich, aus diesem Weltbrande hätte geboren werden sollen? Aus diesem Beispiel ersieht man sehr deutlich, daß beim Zusammenprallen der Sonnen zwar eine ungeheure Hitze sich entwickelt, daß aber die Materie nicht wieder in ihre Urbestandteile aufgelöst wird. Es kann daher jener Zustand, welcher der Bildung der Welt vorangegangen war, nimmermehr eintreten.

Wenn nämlich die Glühhitze eine Folgewirkung der Zusammenziehung ist, letztere aber von jeher wirksam war, so folgt daraus: daß die Materie sich einmal in einem Zustande außerordentlicher Verdünnung und sehr niedriger Temperatur befunden haben muß. Nun hat der Astronom P. Braun, der geniale Schüler und Mitarbeiter Secchis, nachgewiesen, daß das ganze Universum mit seinen ungezählten Sonnen ursprünglich eine einzige dünne Gasmasse war, welche mindestens mehrere trillionenmale dünner gewesen sein muß als unsere Atmosphäre.

Die von der Masse unserer Sonne bei Verdichtung des kosmischen Gasballes zur Dichte einer fertigen Sonne erzeugte Wärme beträgt 54,300.000 Quintillionen Wärmeinheiten, was einer mechanischen Kraft von 23.200 Sextillionen Meterkilo gleichkommt. Da sich letztere Zahl



Leben auf ihr hervorrufe, der Mond, daß er die Nacht erleuchte und durch seine regelmäßig wechselnden Phasen eine Zeiteinteilung möglich mache, höchstens noch, daß er durch Veranlassung eines Witterungswechsels den Pflanzenwuchs regele und durch Ebbe und Flut Meeresströmungen hervorrufe.

Der Hauptgrund ist endlich der, daß die Erde für unsere Sinne in absoluter Ruhe, unbeweglich im Mittelpunkte des Weltalls schwebt, während die Sonne, der Mond und die Sterne einen Reigentanz um sie aufzuführen scheinen.

Dieser Schein wirkt mit so unwiderstehlicher Gewalt auf das Gemüt und die Vorstellungskraft des Menschen, daß sich ihm mit ganz wenigen Ausnahmen die erleuchteten Geister des Altertums nicht entziehen konnten.<sup>3)</sup>

aus den bekannten Werten für die Masse und Dimensionen der Sonne berechnen läßt, so ist nach dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft auch erstere Zahl absolut gesichert.

Die Wärme der Sonne ist also erst eine Folgewirkung der bei ihrer Verdichtung geleisteten Arbeit, woraus eben folgt, daß der außerordentlich subtile Urstoff nicht im Zustande der Glühhitze sich befunden haben kann. (Vergl. „Über Kosmogonie vom Standpunkte christlicher Wissenschaft nebst einer Theorie der Sonne und einigen darauf bezüglichen philosophischen Betrachtungen von Karl Braun, S. J. Dr. theol. et phil., emerit. Direktor der Haynald'schen Sternwarte in Kalocsa. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Münster 1905. Druck und Verlag der Aschendorff'schen Buchhandlung.“ — in den Kapiteln über den „Urstoff“ und über die „Entstehung der Sonne und des Planetensystems“.)

Bei einem Weltuntergange findet aber gerade der umgekehrte Prozeß statt.

Infolge des Stoßes entwickelt sich eine ungeheure Hitze, so daß ein großer Teil der Materie in weißglühende Dämpfe von einer sehr hohen Temperatur verwandelt wird.

Diese Dämpfe kühlen sich aber infolge der Wärmeabgabe an den Weltraum verhältnismäßig sehr rasch ab, weshalb eben diese neuen Sterne nach verhältnismäßig kurzer Zeit wieder erlöschen.

Da die Naturgesetze ausnahmslos wirken, so wird auch den neuen Stern im Perseus, der in eine förmliche Radiumwolke eingehüllt ist, voraussichtlich früher oder später sein Schicksal erreichen.

Weltentstehen und Weltvergehen sind demnach zwei ganz verschiedene Vorgänge, die daher auch ganz verschiedene Folgewirkungen auslösen. Die Hoffnung auf eine Wiedergeburt der Welt aus ihrem Untergange ist daher eitel und hinfällig.

<sup>3)</sup> Siegmund Günther, Geschichte der Erdkunde. Leipzig und Wien. 1904. S. 26: „Ganz ohne Widerspruch ist indes die Lehre, daß die Erde unbeweglich im Mittelpunkte des Kosmos stehe, nicht geblieben. Schon frühzeitig regte sich auch die von Aristarchus von Samos vertretene heliozentrische Auffassung, und für die Achsendrehung der Erde sind bewußt Heraclides Ponticus, Hicetas, Elephantus und Seleucus eingetreten. Platos Stellung zu dieser Frage ist eine schwankende, während Philolaos und Alcmaeon sogar einer kreisförmigen Bewegung das Wort redeten, deren Zentrum freilich nicht die Sonne, sondern das den Abstand der Erde und Gegenerde (*ἀντιχθων*) halbierende Zentralfeuer gewesen sein soll.“

Die Annahme einer Gegenerde und eines Zentralfeuers war der pythagoräischen Schule eigentümlich.

Aristarch von Samos lehrte also um 250 v. Chr. das kopernikanische Welt-system. Vergl. dazu Hugo Berger, Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen. Zweite verbesserte Auflage. Leipzig 1903. S. 180 ff., 560 ff. -- Dr. Wilhelm Meyer äußert sich über Aristarch von Samos in seinem Buche „Das Weltgebäude cett.“ auf Seite 564 also:

„Aristarchs Weltanschauung entsprach in allen wesentlichen Stücken völlig der unsrigen. Aber der Gedanke war damals verfrüht, weil der Entwicklung seiner Zeit vorausseilend; er fand keine vorgebildete Grundlage seiner Existenz und mußte deshalb notwendig untergehen.“

Jedoch auch heute noch sind sehr vielen Menschen, selbst in Kulturländern, die Ab- und Zunahme der Tage und der Wechsel der Jahreszeiten Erscheinungen, von deren Ursachen sie keine klare Vorstellung haben.<sup>4)</sup>

Der Grund hiefür liegt einerseits in der überwältigenden Größe der Weltkörper, um die es sich dabei handelt, und ihrer gegenseitigen Entfernung von einander, andererseits in der unerklärlichen und sozusagen unnatürlichen Lage der Drehungsachse der Erde zur Ebene ihrer Bahn, wodurch eben ein Beleuchtungswechsel veranlaßt wird, dessen verstandesmäßige Einordnung in den ursächlichen Zusammenhang der Himmelserscheinungen das durchschnittliche Fassungsvermögen der Menschen übersteigt und erst durch eine bedeutende Kraft des Vorstellungsvermögens dem Verständnisse näher gebracht

Die Quelle dafür, daß Aristarch von Samos das heliozentrische Weltsystem lehrte, ist Archimedes. Dieser teilt über Aristarch wörtlich Folgendes mit: „Nach seiner (Aristarchs) Meinung ist die Welt viel größer, als soeben gesagt wurde; denn er setzt voraus, daß die Sterne und die Sonne unbeweglich seien, daß die Erde sich um die Sonne als Zentrum bewege, und daß die Fixsternsphäre, deren Zentrum ebenfalls in der Sonne liege, so groß sei, daß der Umfang des von der Erde beschriebenen Kreises sich zur Distanz der Fixsterne verhalte, wie das Zentrum einer Kugel zu ihrer Oberfläche.“ Aristarch hielt also die Entfernung der Fixsterne gegen die Entfernung der Sonne von uns für unendlich groß, eine Anschauung, die mit der Wirklichkeit vollkommen übereinstimmt. Wilhelm Meyer dortselbst. Die wichtigste Schrift über diesen Gegenstand ist: „G. V. Schiaparelli: Die Vorläufer des Kopernikus im Altertum. Unter Mitwirkung des Verfassers ins Deutsche übertragen von Max Curtze, Leipzig 1876.“ S. 2—21 — zitiert bei Berger, Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen. S. 179, Anmerkung 2.

<sup>4)</sup> Prof. Dr. Max Schneidewin, einige Grundeinsichten der Himmelskunde in allgemein verständlicher Darstellung. Jahresbericht des städt. Gymnasiums etc. zu Hameln für das Schuljahr von Ostern 1904 bis 1905 — schreibt diesbezüglich Folgendes:

„Gemeinverständlichkeit anstrebende Schriften über Astronomie gibt es in unseren Tagen recht viele, die Grundlehren der Himmelskunde werden in unseren höheren Schulen auf verschiedenen Stufen, sich wiederholend und vervollständigend, ja sogar auch in unseren Töchterschulen und der Volksschule behandelt. — Und dennoch ist es mir schon oft aufgefallen, daß es den astronomischen Kenntnissen der Gebildeten an gewissen ganz elementaren Grundeinsichten gebricht, deren Besitz einen festen Boden schafft für die Aufnahme neuer Mitteilungen aus diesem Gebiete, welche an den Gebildeten herantreten, und sozusagen ein Kartennetz zu ihrer Eintragung gewährt, deren Nichtbesitz aber dort ein bloß äußerliches Vernommenhaben mit sich bringt, wo doch ein inneres Verständnis alles zusammenhalten sollte.

Die Voraussetzung des Folgenden ist, daß meine mitgeteilte Erfahrung nicht zufällig nur gerade meine sein wird, sondern daß wirklich bei zahlreichen Gebildeten die Hinzufügung des inneren Bandes wünschenswert ist, welches ihre astronomischen Kenntnisse erst fest umschlingen würde.

In der Tat glaube ich an eine ziemlich weitgehende Verbreitung des theoretischen Mangels in der allgemeinen Bildung, welchen ich berührt habe.“

Als Gründe hiefür werden angeführt erstens die geometrischen Zeichnungen und mathematischen Berechnungen in den Lehrbüchern, durch welche sich viele vom Studium dieses Gegenstandes abschrecken ließen, weiters der Anschauungsunterricht in den Schulen mittelst Tellurien usw., der zur Folge habe, daß das Auge des Schülers oft nur an den Modellen haften bleibe, statt zur Erkenntnis der Sache vorzudringen, und endlich der Autoritätsglaube. Der Autoritätsglaube sei zwar auch in der Wissenschaft nicht gänzlich zu vermeiden; er werde aber zu einer häßlichen Form des Köhlerglaubens, „wenn man sich leicht selber ein Verständnis verschaffen kann, wenigstens von den einfachen Grundlagen, auf denen das wissenschaftliche Gebäude selber freilich bis in die Wolken wächst.“ Vergl. Prof. Dr. Max Schneidewin, l. c. S. 3 und 4.



werden kann, insbesondere aber in dem Umstande, daß der Standpunkt des Beobachters nicht außerhalb, sondern innerhalb dieses kosmischen Mechanismus gelegen ist.

Die Vorstellungskraft läßt sich aber bedeutend unterstützen und das Verständnis wesentlich erleichtern, wenn man die betreffenden Weltkörper verkleinert, ihre gegenseitige Entfernung einschränkt und den Standpunkt nicht auf der Erde, sondern außerhalb derselben im Weltenraume nimmt und von dorthier das ebenso großartige als interessante Schauspiel beobachtet.

Dies ist nun zwar in Wirklichkeit freilich nicht möglich; aber im Wunderlande der Phantasie werden gar viele Dinge zum Ereignisse, welchen die nüchterne Wirklichkeit ein unerbittliches Nein entgegenhält.

Wenn wir Erdenbewohner uns ein treues Abbild der Wirklichkeit machen und eine Welt im Kleinen erschaffen wollen, so müssen wir dieselbe zunächst dem Einflusse der Anziehungskraft unserer Erde entziehen.

Wir versetzen uns also in eine Welt, in welcher die Anziehungskraft der Erde nicht mehr wirksam ist, und begeben uns zu diesem Behufe zu einem, dem da Gewalt gegeben ist über die Natur und ihre Kräfte, zu einem morgenländischen Zauberer.

\* \* \*

Wir treten ein in ein weites Gemach, auf dessen kreisrundem Boden die obere Hälfte des Himmelsgewölbes aufzurufen scheint. In der Mitte des Gemaches hängt eine große elektrische Bogenlampe mit mächtiger Lichtstärke; in gleicher Höhe mit der Bogenlampe sind horizontal rings an der blauen Wölbung elektrische Glühlichter zu verschiedenen Gruppen und Figuren, welche die Phantasie zu Tierbildern ergänzen kann, zusammengestellt. Außerdem sind an der Wölbung noch viele Glühlichter von verschiedener, aber im ganzen schwacher Leuchtkraft angebracht.

Der Magier hält mit den Fingern der linken Hand an einem oben hervorragenden Stifte eine große Kugel; seine Rechte umschließt einen Zauberstab.

Er berührt die Kugel mit dem Stabe, dreht mit den Fingern seiner linken Hand den Stift und verleiht der Kugel dadurch eine kreisförmige Bewegung; hierauf zieht er seine Hand vom Stifte weg — und siehe da — die Kugel dreht sich frei in der Luft.

Die Anziehungskraft der Erde ist hier tatsächlich aufgehoben.

Hierauf erteilt der Magier der Kugel einen Stoß; die Kugel fliegt aber nicht in gerader Richtung weiter, sondern sie dreht sich in weitem Bogen um die Lampe und zugleich um ihre eigene Achse.<sup>5)</sup>

Von der Lampe geht nämlich eine Fernwirkung aus, welche die Kugel an die Lampe heranreißen will; aber die Wirkung des vom Magier der Kugel erteilten Stoßes und die Anziehung der Lampe bilden zusammen eine Resultierende, welche die Kugel zwingt, sich in einer Kreisbahn um die Lampe zu bewegen.

<sup>5)</sup> Unsere Erde hat ihre zweifache Bewegung als Erbteil von ihrer Mutter, der Sonne, mitbekommen; woher aber die Sonne ihre Bewegungsenergie hat, dies ist der Wissenschaft unbekannt. Jedesfalls ist die Ursache dieser Bewegungsenergie nicht in der Materie, die sich selbst eine solche Energie aus sich selbst verleihen kann, sondern außerhalb derselben zu suchen.

Eine Hälfte der Kugel ist beleuchtet, die andere ist im Schatten; die Grenze zwischen Licht und Schatten ist ein größter Kreis, der durch beide Rotationspole geht.

Denken wir uns auf dieser Kugel lichtempfindliche denkende Wesen — die Intelligenz ist ja nicht von der Größe abhängig — so müßten diese Wesen glauben, die Kugel, die da geräuschlos durch den großen Raum sich bewegt, stehe still in der Mitte ihrer Welt, während die mit den Glühlichtchen geschmückte Wölbung — wir denken eben vorwiegend an die obere Hälfte der Kugel — sich zugleich mit der Bogenlampe um sie herumschwinde. Denn Bewegung ist Ortsveränderung; eine Ortsveränderung aber wird als solche nicht unmittelbar erkannt, sondern erst, wenn man sie in Beziehung setzt zur unmittelbaren Umgebung, die sich im Zustande der Ruhe befindet und mit der man, wo möglich, in unmittelbarer Verbindung sein muß.

Versetzen wir uns nun auf den Standpunkt einer solchen Intelligenz am oberen Pole der Kugel — welchen Eindruck müßte sie von dem scheinbaren Umschwunge ihrer Welt mit der Weltleuchte bekommen?

Diese Intelligenz steht, sowie jedes andere diese Kugel bewohnende Wesen in Wirklichkeit auf dem Scheitelpunkte einer Halbkugel, die auf einem größten durch den Mittelpunkt der Kugel gehenden Kreise, dem Horizonte, aufruht, dem Scheine nach aber befindet sie sich im Mittelpunkte eines ungeheuren Kreises, auf dem die eine Hälfte des Himmelsgewölbes ruht.

Dieses Wesen müßte nun den Eindruck bekommen, als ob sich die Bogenlampe am Rande des Horizonts, der mit dem Gleicher oder Äquator genannten größten Kugelkreise zusammenfällt, herumbewege, während die Glühlämpchen der großen ihm sichtbaren Halbkugel parallele Kreise um seinen Wohnort beschreiben.<sup>6)</sup> Nur ein Glühlichtchen, das genau an der Stelle steht, wo die Verlängerung der Rotationsachse des Weltkörpers unseres intelligenten Beobachters das Himmelsgewölbe trifft, scheint immer stille zu stehen. Da der Wohnort dieses intelligenten Wesens und das Rundgewölbe konzentrische Kugeln zu sein scheinen, so kann man die Parallelkreise, welche die Lampe und die durch den Scheitelpunkt der Bewohner dieser Kugel gehenden Glüh-

<sup>6)</sup> Dieses Phänomen wird von den Astronomen „Sphaera parallela“ genannt.

Die Tatsache war den Astronomen zu Pytheas' Zeit bereits bekannt. Wir finden nämlich „in der ältesten Sphaerik, welche der Grieche Antolycus um 330 v. Chr. in seinen zwei wiederholt herausgegebenen Schriften *de Sphaera mobili* und *de vario ortu et occasu siderum inerrantium* niederlegte, eine Reihe von geometrischen Sätzen mit astronomischer Färbung.“ Rudolf Wolf, *Geschichte der Astronomie*. München 1877. S. 113.

Die erste Schrift „*Περὶ κινουμένης σφαίρας*“ = *de sphaera mobili* (Dasypodius, Straßburg 1572) enthält 12 Sätze. Auf unsern Fall finden Satz I und IV Anwendung. Satz I lautet: „Wenn eine Kugel sich gleichförmig um ihre Achse bewegt, so beschreiben alle Punkte ihrer Oberfläche, welche nicht auf der Achse liegen, parallele Kreise, deren Pole mit den Polen der Kugel zusammenfallen und deren Ebenen senkrecht zur Achse sind.“

Satz IV lautet also: „Wenn ein fester und zur Achse senkrechter größter Kreis (der Horizont) die Kugel in zwei Hälften teilt, deren eine sichtbar und die andere verborgen ist, und die Kugel sich um ihre Achse dreht, so geht kein Punkt der Oberfläche auf und keiner unter. (Sphaera parallela.)“ Wolf, *Geschichte der Astronomie*, S. 113. Vergl. Wilhelm Meyer, l. c. S. 452. Vergl. Iwan Müller, *Handbuch der klass. Altertumswissenschaft*. Bd. V. 1, S. 281.



lichter bei ihrer scheinbaren Drehung beschreiben, auch auf die Kugel übertragen sich denken. Zugleich können wir uns vorstellen, daß von Sekunde zu Sekunde der Kreis, welcher die Grenze zwischen Licht und Schatten bildet, auf der Kugel sich abzeichnet. Wir haben jetzt eine Anzahl größter, durch die Pole der Kugel gehender Kreise, die genau den Meridianen auf unseren Globen entsprechen, während die früher auf die Kugel übertragenen parallelen Kreise unsere Parallel- oder Breitenkreise vorstellen.

Jetzt haben wir ein getreues Abbild unseres Planeten vor uns, das nur in der Lage der Achse zur Ebene seiner Bahn um die Bogenlampe von der entsprechenden Lage der Erdachse zur Ebene ihrer Bahn um die Sonne abweicht.

Doch siehe da — auf einmal fliegt, von unsichtbarer Hand geschleudert, eine Kugel dem Erdball entgegen und trifft ihn in der Nähe des oberen Pols und stößt mit gewaltigem Ruck die Erdachse aus der zur Ebene ihrer Bahn normalen Stellung in die schiefe.

In dem Bestreben, die frühere Lage wieder einzunehmen, beschreibt die Erdachse die Mantelfläche eines Kegels, dessen Basis immer kleiner und kleiner wird. Aber die Wirkung des Aufschlages läßt sich nicht mehr aufheben — die Achse bleibt in ihrer schiefen Stellung.

Die Erdkugel jedoch führt wie früher ihre doppelte Bewegung aus. Der Kompaß belehrt uns, daß die Erde sich von Westen nach Osten um ihre Achse und von Westen über Süden nach Osten und Norden um die Bogenlampe dreht. Die Achse ist jetzt gegen Norden gerichtet und der Winkelausschlag beträgt, verglichen mit ihrer früheren Lage, rund  $24^{\circ}$ . Ebenso groß ist der Winkel, welchen die Ebene des Äquators mit dem Kreise der Gruppen und Figuren der Glühlichtchen an der Wölbung einschließt, welche vor der gewaltigen Verrückung der Erdachse in der Ebene des Äquators lagen.

\* \* \*

Jetzt ist es an der Zeit, das Zauberland der Phantasie zu verlassen und der realen Wirklichkeit sich zuzuwenden.

Die Wände des Rundgewölbes dehnen und erweitern sich bis zur unermesslichen Entfernung des Fixsternhimmels; in der Mitte der unendlich großen Himmelskugel schwebt an Stelle der Bogenlampe der ungeheuer große Sonnenball, umgeben mit einer Gashülle von blendendem Weiß, und in einem Abstände von rund 150 Millionen Kilometern dreht sich die Erde um ihre Achse und um die Sonne genau in derselben Weise, in der früher im Rundgemache des Magiers der Globus um die Bogenlampe sich drehte.

Der Äquator der Erde schließt mit dem Tierkreise oder Zodiakus, der in der Ebene der Erdbahn liegt und an die Stelle der Gruppen und Figuren der Glühlämpchen getreten ist, einen Winkel von rund  $24^{\circ}$  ein; denn auch die Erdachse ist um diesen Winkel gegen die Ebene der Erdbahn geneigt.

Werden jetzt die Beleuchtungsverhältnisse auf Erden dieselben bleiben, wie sie vor dem Aufschlage des fremden Körpers auf dem Globus waren? Keineswegs.

Befindet sich die Erde im Ost- oder Westpunkte ihrer Bahn, so ist die Beleuchtung der Erdkugel allerdings dieselbe wie früher beim Globus vor der durch den Stoß herbeigeführten gewaltsamen Verrückung seiner Rotationsachse; steht der Erdball aber im Südpunkte seiner Bahn, so sieht der Bewohner des Nordpols, der früher die Bogenlampe am Rande seines Horizonts, am Äquator, herumwandern gesehen hatte, jetzt die Sonne  $24^{\circ}$  über den Horizont sich erheben, während der Bewohner des Südpols um die gleiche Zeit Nacht hat; steht die Erde aber im Nordpunkte ihrer Bahn, so hat der Bewohner des Nordpols Nacht, während der Bewohner des Südpols das eben geschilderte Schauspiel bewundert. Die Bewohner der gemäßigten Zone sehen die Sonne im Verlaufe eines Jahres zwischen zwei Parallelkreisen am Himmel auf- und niederwandern; diese beiden Parallelkreise werden daher der Sommer- und Winterwendekreis genannt. Der Tagesbogen der Sonne ist in den gemäßigten Zonen nach wie vor gegen den Horizont geneigt;<sup>7)</sup> nur beträgt die Größe des Abstandes dieser Bogen von einander an den Solstitien rund  $48^{\circ}$ . Die Bewohner der Tropenzone sehen die Sonne und die Sterne im allgemeinen senkrecht im Osten aufsteigen und ebenso im Westen niedersinken.<sup>8)</sup> Die Breite der Polarzonen oder des einen bis sechs Monate langen Sommertages und der einen bis sechs Monate langen Winternacht ist naturgemäß gleich der halben Breite der Tropenzone zwischen den beiden Wendekreisen und beträgt rund  $24^{\circ}$ ; um diesen Betrag steigt nämlich im Sommersolstitium für den Bewohner des Nordpols die Sonne über seinen Horizont oder den Äquator empor, um im Wintersolstitium ebenso tief unter denselben hinabzusinken.

Noch auf eine merkwürdige Erscheinung muß aufmerksam gemacht werden.

<sup>7)</sup> Auf diesen Fall finden Anwendung die Sätze VI und VII aus Antolycus' Schrift de Sphaera mobili. Satz VI lautet also: „Wenn der Horizont schief zur Achse ist, so wird er von zwei gleichen parallelen Kreisen tangiert, von denen der eine (der arktische) immer sichtbar, der andere (der antarktische) immer unsichtbar ist. (Sphaera obliqua.)“

Satz VII lautet: „Wenn der Horizont schief ist, so haben alle zur Achse senkrechten Kreise ihre Auf- und Untergangspunkte immer an denselben Punkten des Horizonts und sind zu demselben geneigt.“ Wolf, Geschichte der Astronomie, S. 114. Vergl. Wilhelm Meyer, l. c. S. 452.

<sup>8)</sup> Auf diesen Fall finden Anwendung die Sätze V, I, II und III aus Antolycus' Schrift de Sphaera mobili. Satz V lautet also: „Wenn dieser größte Kreis (der Horizont) durch die Pole geht, so gehen alle Punkte der Kugel auf und unter und bleiben ebenso lange über dem Horizonte als unter demselben. (Sphaera recta.) Satz I lautet: „Wenn eine Kugel sich gleichförmig um ihre Achse bewegt, so beschreiben alle Punkte ihrer Oberfläche, welche nicht auf der Achse liegen, parallele Kreise, deren Pole mit den Polen der Kugel zusammenfallen und deren Ebenen senkrecht zur Achse sind.“

Satz II lautet also: „Alle diese Punkte beschreiben auf ihren Parallelen in gleicher Zeit entsprechende Bogen.“

Satz III lautet: „Umgekehrt entsprechen ähnlichen Bogen gleiche Zeiten.“

Wolf, Geschichte der Astronomie, S. 113.

Der Grund, warum für einen Bewohner der Äquatorialgegend die Sterne senkrecht auf- und untergehen, ist folgender: „Die Weltachse, welche beide Pole verbindet, liegt am Äquator in der Horizontebene, und der Himmelsäquator, der überall gleichweit von den Polen entfernt ist, muß senkrecht auf dem Horizont stehen. Da alle Sterne sich zu ihm parallel bewegen, steigen sie hier auch senkrecht am Osthorizont auf und sinken ebenso im Westen nieder.“ Wilhelm Meyer, das Weltgebäude, S. 451.



Da die Erde von Westen nach Osten hin sich um ihre Achse dreht und dementsprechend auch in dieser Richtung die Sonne umkreist, so treten immer wieder neue Tierbilder in der Richtung von Westen nach Osten kurze Zeit vor dem Aufgange der Sonne in den Gesichtskreis der Erdenbewohner. Die Sonne scheint also tatsächlich dem Umschwunge des Himmelsgewölbes entgegen, von Westen nach Osten zu wandern und jeden Tag ungefähr um vier Minuten oder einen Bogengrad hinter dem Sternenhimmel zurück zu bleiben. Dies muß auf die Erdenbewohner den Eindruck machen, als ob die Weltleuchte den allgemeinen Umschwung des Himmelsgewölbes von Osten nach Westen zwar mitmachte, gleichzeitig aber, jeden Tag etwas hinter dem Himmelsgewölbe zurückbleibend, im entgegengesetzten Sinne von Westen nach Osten eine Bahn durch den Tierkreis beschriebe, welche sie im Verlaufe eines Jahres vollendet.<sup>9)</sup>

\*            \*            \*

Im Vorstehenden versuchten wir die scheinbare Bewegung der Sonne um die Erde und die wirkliche Bewegung der Erde um die Sonne zu veranschaulichen.

Jedoch die Neigung der Erdachse gegen die Erdbahn und der dadurch hervorgerufene Schein, als ob die Sonne, jeden Tag etwas hinter dem Sternenhimmel zurückbleibend, in einem dem täglichen Umschwunge entgegengesetzten Sinne einen größten Kreis am Himmel beschriebe, der mit dem Äquator einen Winkel von  $23^{\circ} 30'$  einschließt, kann nicht das Ursprüngliche sein.

Denken wir uns in einer Glaskugel eine Mischung von Alkohol und Wasser von demselben spezifischen Gewichte wie das Öl und in der Mitte dieser Mischung einen großen Öltropfen, so muß derselbe der Voraussetzung gemäß an dieser Stelle im Gleichgewichte bleiben und nach dem Naturgesetze die Kugelform annehmen. Nun denke man sich diese Glaskugel mittels einer Rotationsmaschine in eine drehende Bewegung um ihre vertikale Achse versetzt (Plateau'scher Versuch). Die Ölkugel wird sich zunächst an den Rotationspolen abplatteln und nach kurzer Zeit wird sich genau in der Mitte zwischen den beiden Polen oder am Äquator ein Ring lösen; dieser Ring zerrißt nach einiger Zeit und es bilden sich kleine Ölkügelchen, welche die Rotation des Mutterkörpers beibehalten und zugleich im Kreise um denselben sich herumbewegen. Von diesen kleineren Ölkugeln kann sich wieder ein Ring lösen, der wieder zerrißt und einen oder mehrere Trabanten des Planeten bildet.

Alle diese Bewegungen erfolgen in der Ebene des Äquators des ursprünglichen Mutterkörpers.

In der eben geschilderten Weise muß man sich die Entstehung der Erde und des Mondes und überhaupt aller Planeten und ihrer Monde denken.<sup>10)</sup>

<sup>9)</sup> G. Mair, Pytheas von Massilien und die mathematische Geographie. (Gymnasialprogramm.) Marburg a. d. D. 1904. I. Teil. S. 26.

<sup>10)</sup> In neuester Zeit hat T. C. Chamberlin, nachdem er im Vereine mit F. R. Moulton rechnerisch eine ganze Reihe von so starken Widersprüchen der Kant-Laplace'schen Theorie gegen die Gesetze der Mechanik nachgewiesen hatte, daß beide Forscher diese Theorie als eine unhaltbare Hypothese ganz verwarfen, in einem Aufsätze über „Grundfragen der

Tatsächlich liegen die Bahnen aller Planeten im allgemeinen in der Ebene des Sonnenäquators, ein Beweis, daß der Stoff, aus dem sie bestehen, vom Sonnenäquator, wo die Flugkraft ja am größten ist, sich losgelöst haben muß.

Daher muß es einmal eine Zeit gegeben haben, in der die Erdachse senkrecht zur Erdbahn stand, und ihre jetzige Stellung kann nur durch eine furchtbare Katastrophe herbeigeführt worden sein, durch eine Katastrophe, deren Ursache außerhalb der Erde gelegen und kosmischen Ursprunges gewesen sein muß.

Ein Weltkörper traf die Erde aus einer ihrer Flugbahn entgegengesetzten Richtung in der Nähe des Nordpols und stieß die Erdachse aus der ursprünglich zur Erdbahn normalen Richtung in die schiefe.<sup>11)</sup>

Der Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung liegt in dem Umstande, daß, während der Äquator der Erde mit der Erdbahn einen Winkel von rund

---

Geologie“ im Jahrbuche des Carnegie-Institutes Nr. 3, S. 195—258, eine neue Hypothese über die Entwicklung unseres Sonnensystems aufgestellt.

Nach dieser Theorie nahm die Bildung unseres Sonnensystems ihren Ausgang von einem Spiralnebel, der überwiegenden Form der Nebelflecke. Als wahrscheinliche Ursache dieser Gestaltung wird der nahe Vorübergang zweier Sonnen beieinander angegeben.

Nähern sich zwei Körper einander mehr als um das 2·44 ihrer Halbmesser, so wird die Eigenschwere auf dem einen aufgehoben durch die Gezeitenwirkung seitens des andern Körpers. Die Folge davon ist die Entstehung riesiger Gasausbrüche an der Vorder- und Hinterseite des Sonnenkörpers an den Orten der Flutberge; daher sieht man denn auch bei den Spiralnebeln fast stets zwei Windungen nach entgegengesetzter Richtung ausstrahlen.

Die ausgeströmten Stoffmassen würden wieder auf die Sonne zurückgefallen sein, wenn sie nicht der vorbeiziehende Körper durch seine Störungswirkung von der geradlinigen Bahn abgelenkt und in elliptische Bahnen gezwungen hätte, in denen sie weiterhin die Sonne umkreisen mußten.

In den Spiralen fanden sich Kerne, die im Laufe der Zeiten durch Aufnahme des zerstreuten Stoffes zu Planeten heranwuchsen. Der fremde Körper zog in einem Hyperbelbogen an der Sonne vorüber, deren Ebene ganz verschieden gewesen sein kann von der Äquatorebene der Sonne; das Gleiche gilt von der Bewegungsrichtung des Sterns und der Umdrehungsrichtung der Sonne.

Aber die Planeten mußten naturgemäß alle in derselben Richtung um die Sonne laufen und ihre Bahnebenen mußten nahe zusammenfallen.

Ein Teil der ausgestoßenen Massen fiel wieder auf die Sonne zurück; jedoch alle diese Massen hatten eine gewisse Bewegungsenergie in der Richtung des Laufes des fremden Körpers erlangt und gaben diese nun an die Sonne ab, so deren Rotationsrichtung beeinflussend. Letztere wurde von dem vorübergehenden Sterne auch direkt geändert. Aus beiden Ursachen wurde in der Sonne eine Drehung hervorgerufen, die ungefähr mit der Bewegungsrichtung der Planeten übereinstimmt.

Der neuen Theorie widerspricht auch nicht ohneweiters die retrograde Rotation des Uranus und Neptun, welche die Kant-Laplace'sche Hypothese nicht erklären kann.

Dies in wenigen Strichen der wesentliche Inhalt der neuen Theorie.

Vergl. „Naturwissenschaftliche Rundschau“, herausgegeben von Professor Dr. Sklarek. Verlag von Vieweg & Sohn in Braunschweig. XXI. Jahrgang Nr. 5. 1. Februar 1906.

Die Frage nach der Entstehung der Sonne wirft diese Hypothese überhaupt gar nicht auf; sie erklärt nur die Entstehung der Planetensysteme durch das Vorüberziehen zweier Sonnen nahe aneinander.

<sup>11)</sup> Vergl. Wilhelm Meyer, l. c. S. 657.



24° einschließt, der Winkel, welchen die Mondbahn mit der Ekliptik oder der Erdbahn einschließt, nur ungefähr 5° beträgt.

Durch die Annahme eines Zusammenstoßes der Erde mit einem anderen Weltkörper in einer Zeit, die vor aller Geschichte liegt, d. h. von dem sich weder in den Erinnerungen des menschlichen Geschlechtes noch in dem bis jetzt bekannten Aufbaue der Erdrinde eine Spur erhalten hat,<sup>12)</sup> lassen sich auch die Polschwankungen erklären.

<sup>12)</sup> Vergl. Wilhelm Meyer, l. c. S. 657. Vielleicht ist jedoch die bei allen Völkern auftretende, und daher wohl als Überlieferung eines wirklichen Ereignisses einer längst vergangenen Zeit aufzufassende Sage von der Sintflut eine Erinnerung an jene furchtbare Katastrophe, die einen großen, vielleicht den größten Teil der Lebewesen dahingerafft haben muß.

Die Astronomen sind der Ansicht, daß der Sturz eines zweiten Mondes — die Erde hatte früher wahrscheinlich mehrere Monde — auf die Erde die schiefe Stellung der Erdachse hervorgerufen habe. Vergl. Dr. Wilhelm Meyer, das Weltgebäude. S. 657.

Aber nach meiner, allerdings nicht maßgebenden Meinung hätte ein Mond in der Tropenzone auf die Erde stürzen müssen; ein Stoß auf die Mitte der Erdkugel hätte aber nach meiner Ansicht wohl schwerlich eine derartige Verrückung der Erdachse zur Folge haben können.

Jedoch mag dem sein wie ihm wolle: mag dieser Weltkörper ein Mond oder ein durch Störungswirkungen aus seiner Bahn geschleudeter Planetoid oder ein anderer verirrter Weltkörper gewesen sein — sicher ist, daß der Zusammenstoß eines solchen Weltkörpers mit der Erde eine derartige Katastrophe heraufbeschwören mußte, wie sie nach den Sagen der Völker und der Überlieferung des alten Testaments auch tatsächlich eingetreten ist.

Man vergegenwärtige sich einmal die Folgen eines solchen Zusammenstoßes: Die Erdrinde wird durchschlagen; eine furchtbare Erschütterung durchrüttelt den ganzen Erdball; seine Bewegung wird plötzlich gehemmt. Das Meer und die Atmosphäre jedoch sowie das feurigflüssige Erdinnere haben das Bestreben, ihre bisherige Bewegung beizubehalten. Das Meer tritt infolge dessen über seine Ufer, ein Orkan, dessen Heftigkeit aller Beschreibung spottet, rast über die Erde; der Boden schwankt und die Berge wanken. Das Magma tritt aus dem Innern der Erde und ein wütender Kampf zwischen dem Meere und der Lava beginnt. Das Meerwasser wird in Dampf verwandelt, und furchtbare Wolkenbrüche gehen zunächst auf die Erde nieder. Jahrelang kann die Sonne die pechschwarzen Wolken nicht durchdringen, und die Folge davon sind fortwährende Schneefälle in den gegen die Pole hin gelegenen Erdstrichen: Die Eiszeit mit allen ihren Schrecken und Folgeerscheinungen tritt in diesen Erdgürteln ihre Herrschaft an.

In der Tat tritt denn auch die Überlieferung jenes furchtbaren Ereignisses in den Sagen der Germanen als Erinnerung an die Eiszeit, bei den Südvölkern dagegen als Sage von der großen Flut auf.

Kaum hatte ich vorstehende Hypothese niedergeschrieben, als ein Buch in meinen Besitz gelangte, dessen Inhalt auf mich im höchsten Grade überraschend wirkte.

Nach Dr. Georg Biedenkapp, „Der Nordpol als Völkerheimat“, Jena 1906 — hat Tilak, ein gelehrter Inder, aus verschiedenen astronomischen Angaben im Rigveda und im Avesta, wie es scheint, in schlagender und unwiderleglicher Weise nachgewiesen, daß die Urheimat der Indogermanen in zirkumpolaren Regionen gesucht werden muß.

In beiden Gedichten nämlich kommen astronomische Angaben vor, die nur unter der Voraussetzung einen Sinn geben, daß die Beobachtung am Nordpol oder in der Nähe desselben gemacht wurde.

Da heißt es z. B.: „Die Sterne beschreiben Räder“ (= Kreise) (S. 67); „ein Jahr ist ein Tag und eine Nacht der Götter; folgendermaßen sind die zwei geteilt: die Nordwanderung der Sonne ist der Tag, die Südwanderung die Nacht.“

Für den Polarbewohner geht nämlich die Sonne im Süden auf und im Süden unter; daher ist sein Blick nach Süden gerichtet. „Am Meru (Nordpol) geben Sonne und Mond alltäglich rings von der Linken zur Rechten und so tun's alle Sterne.“ — „Den Bewohnern des

Diese Polschwankungen wären nach dieser Ansicht der letzte Rest jener Stoßwirkung.<sup>13)</sup>

Weil demnach die Bahn des Mondes und die der Erde sich gegenseitig kreuzen, so müssen von Zeit zu Zeit Sonnen- und Mondesfinsternisse eintreten, weshalb man diese scheinbare Jahresbahn der Sonne Ekliptik, d. h. „Bahn der Finsternisse“ genannt hat.<sup>14)</sup>

Ortes (Meru) sind Tag und Nacht gleich einem Jahr;“ (S. 68) „Das, was ein Jahr ist, ist nur ein einziger Tag der Götter; — sie betrachten als einen Tag, was ein Jahr ist.“ (S. 69).

„Eine solche Charakteristik trifft aber nur für den Nordpol zu, wo das Iranier- oder Arierparadies gelegen haben muß“ — bemerkt dazu Biedenkapp.

Im Rigveda ist von 30tägigen Dämmerungen und einer 30tägigen Morgenröte die Rede; diese Beobachtung konnte nur ganz nahe dem Nordpol gemacht werden. (S. 71 ff.)

Indras Feind, der Dasa, bringt die lange Nacht; Indra erfindet als Gegenmittel den ununterbrochenen Sommertag, an welchem der Sonnengott seinen Wagen „in Himmelsmitte“ lassen kann. (S. 81 ff, S. 86, 87.)

Es werden noch eine Unzahl Beweise angeführt, doch dies mag genügen; nur eine Erinnerung an das Polarlicht mag hier noch Platz finden.

Im Mahābhārata findet sich folgende Stelle: „Durch seinen Glanz besiegt der Berg (der Nordpol) so sehr das Dunkel der Nacht, daß die Nacht kaum vom Tage zu unterscheiden ist.“ (S. 68.)

Da durch Versteinerungen von Pflanzen und Tieren in zirkumpolaren Gegenden erwiesen ist, daß dort in Vorzeiten ein warmes Klima geherrscht haben muß, was unter der Voraussetzung, daß die Erdachse von jeher ihre jetzige Stellung hatte, unmöglich war, so ist man zum Schlusse gezwungen, daß die Vereisung des Nordpols infolge der Verrückung der Erdachse eintrat, aber nicht plötzlich, sondern allmählig. Durch die allmähliche Vereisung ihrer Heimat wurden die Arier gezwungen vom Nordpol abzuwandern. Diese Abwanderung erfolgte nach Tilak vor wenig mehr als 7000 Jahren. (S. 149).

Da die Menschheit aber sicherlich älter ist, so erhebt sich die Frage, ob in den Sagen der Völker sich keine Erinnerung an die paradiesischen Verhältnisse der Tertiärzeit, welche dem Diluvium vorausgegangen war, erhalten habe.

Eine solche Erinnerung, glaube ich, liegt vor in der bei den verschiedensten Völkern verbreiteten Sage vom goldenen Zeitalter. In diesem Zeitalter herrschte nach diesen Sagen ein ewiger Frühling, während in dem darauffolgenden silbernen unsere vier Jahreszeiten sich einstellten. Ein ewiger Frühling herrscht aber auf unserem Planeten, wenn die Erdachse senkrecht zur Ebene der Erdbahn gerichtet ist, während infolge einer Verrückung derselben die vier Jahreszeiten eintreten müssen. Vergl. Ovid, metam. I, 107—120.

Wenn in diesen Versen sicherlich auch viel auf Rechnung der dichterischen Phantasie zu setzen ist, so ist doch die Sage selbst von uraltem Adel.

Der Vollständigkeit halber erlaube ich mir noch eine andere Eiszeittheorie hier kurz zu erwähnen. Die Astronomen haben zwei Störungswirkungen auf die Lage der Erdachse nachgewiesen:

Die eine Störung wird verursacht durch die Einwirkung von Sonne und Mond und vollendet ihren Kreislauf in 26.000 Jahren; die andere Störung wird hervorgerufen durch die Gesamtheit der Planeten und bewirkt eine allmähliche Vorrückung des Perihels und Aphels in der Richtung, in welcher die Erde um die Sonne kreist, und umfaßt eine Periode von über 100.000 Jahren. Aus „Gedanken über Werden und Vergehen der Eiszeit“ vom k. u. k. Major Sieber. (Manuskript).

Jedoch erinnere ich mich, in einem Aufsätze von Professor Dr. Albrecht Penck gelesen zu haben, daß wenigstens die letzte Eiszeit katastrophenartig schnell hereinbrach und nach verhältnismäßig langer Dauer ebenso schnell wieder einem milderen Klima weichen mußte.

<sup>13)</sup> Wilhelm Meyer, l. c. S. 657.

<sup>14)</sup> Rudolf Wolf, Geschichte der Astronomie. S. 115, Anmerkung 5: „Der Name Ekliptik oder „Bahn der Finsternisse“ findet sich nach Ideler erst bei Macrobius, der um 450 n. Chr.



Kehren wir nach dieser scheinbaren Abschweifung wieder zu unserem Gegenstande zurück.

Es hat lange gedauert, bis man den Schein von der Wirklichkeit unterscheiden lernte.

Eigentlich erkannte nur ein erleuchteter Geist des Altertums, Aristarch von Samos, die Wahrheit. Aber ihm stand die alles überragende Autorität des Aristoteles, dessen Einfluß in dieser Beziehung unheilvoll war, im Wege,<sup>15)</sup> und so blieb es Kopernikus, Galilei, Kepler und Newton vorbehalten, die geozentrische Weltanschauung des Altertums als einen Irrtum und eine Täuschung zu erweisen und an ihre Stelle die heliozentrische zu setzen.

Das ptolemäische Weltsystem konnte darum sich so lange erhalten, weil bei seiner Annahme die Erscheinungen sich zwar etwas gewaltsam und gekünstelt,<sup>16)</sup> aber immerhin erklären ließen.

Denn für den Enderfolg und rechnungsmäßig kommt es ja auf dasselbe hinaus, ob z. B. bei einer Eisenbahnfahrt der Zug fährt oder stille steht und der Schienenstrang mit der Geschwindigkeit des Zuges unter demselben hinweggleitet, und ob die Berge, Städte und Wälder an dem Wanderer, oder ob der Wanderer an ihnen vorbeifliegt. Daher kann man auch bei Vertauschung des Scheines mit der Wirklichkeit die Erscheinungen rechnungsmäßig mit der Wirklichkeit in Einklang bringen. Es werden eben nur die Rollen zwischen der Erde einerseits und der Sonne und dem Sternenhimmel andererseits vertauscht. Freilich ist man bei diesem Rollentausche zu einer Annahme gezwungen, die dem modernen Kulturmenschen einfach als eine Unmöglichkeit erscheint, zur Annahme nämlich, daß sich die 150 Millionen Kilometer von der Erde entfernte riesengroße Sonne mit der unendlich weit entfernten Fixsternwelt in 24 Stunden einmal um die in der Mitte des Weltalls ruhende Erde schwingen soll.

In beiden Fällen aber, ob man nun die Erde als den Mittelpunkt der Welt annimmt, oder an der Tatsache festhält, daß die Erde mit den übrigen Planeten um die Sonne kreist, bleibt es dem denkenden Beobachter, welcher nach einer klaren Erkenntnis der gegenseitigen Lage und Stellung der Erde einerseits und der Sonne und des gestirnten Himmels andererseits ringt, unerlassen, gewissen, regelmäßig wiederkehrenden Erscheinungen auf den Grund zu kommen.

Eine solche regelmäßig wiederkehrende Erscheinung ist das regelmäßige Hin- und Herwandern der Sonne zwischen zwei Grenzen und der damit verbundene Wechsel der Tageslänge und der Jahreszeiten, sowie die davon abhängige Verteilung der Lebensbedingungen für die Pflanzen- und Tierwelt in den verschiedenen Gürteln der Erde.

---

einen „Commentarius in somnium Scipionis“ schrieb. Dagegen teilte bereits Eudoxus seinen ζωδιακὸς κύκλος in zwölf gleiche Teile, welche er ζώδια oder δωδεκατημόρια nannte.“ Vergl. Hugo Berger, Geschichte der wissenschaftl. Erdk. der Griechen. S. 197 ff. Der Name Ekliptik stammt vom griech. ἐκλειπτικός (κύκλος) und hängt zusammen mit ἔκλειψις = Sonnenfinsternis.

<sup>15)</sup> Vergl. Hugo Berger, Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen. S. 184 ff., 262 ff., besonders aber Sigmund Günther, l. c. S. 22.

<sup>16)</sup> Vergl. Wilhelm Meyer, l. c. S. 560—564.

Beide Erscheinungen, der Wechsel der Tageslänge und der Jahreszeiten, werden hervorgerufen durch die schiefe Lage der Erdachse zur Erdbahn oder, nimmt man den Schein für Wirklichkeit, durch die schiefe Lage der Jahresbahn der Sonne zur Ebene des Äquators oder durch die Schiefe der Ekliptik.

Die Schiefe der Ekliptik zu bestimmen haben sich daher schon die ältesten Kulturvölker bemüht,<sup>17)</sup> die einen aus praktischen, die anderen aus idealen Gründen.

Zu letzteren gehörten die Griechen.

---

<sup>17)</sup> In China hat man mit dem Gnomon lange vor unserer Zeitrechnung Bestimmungen des vom Äquator und der Sonnenbahn gebildeten Winkels ausgeführt. Siegmund Günther, Geschichte der Erdkunde. S. 25. Bei Wolf, Geschichte der Astronomie, liest man diesbezüglich Folgendes: „Der zu Loy-ang residierende Kaiser Tschu-kong fand schon um 1100 v. Chr. den für jene Zeit ziemlich richtigen Wert von  $23^{\circ} 52'$  für diese sogenannte Schiefe der Ekliptik.“ Den Griechen dagegen blieb die Grundtatsache der astronomischen Geographie, nämlich die Schiefe der Ekliptik, lange verborgen; denn „sonst könnte nicht die Auffindung der Schiefe der Ekliptik bald dem Chier Oenopides, bald dem Anaximander zugeschrieben werden. Die chaldäischen Magier dagegen waren vielleicht schon 1000 Jahre früher mit dieser Tatsache vertraut geworden, als sie die Jahreslänge zu 360 Tagen festsetzten.“ Siegmund Günther, l. c. S. 25. Eine unmittelbare Konsequenz dieses astronomischen Fehlers war die noch jetzt herrschende Einteilung des Kreises in 360 gleiche Teile, „Schritte der Sonne“. — Vergl. Formaleoni, saggi sulla nautica antica dei Veneziani. Venedig 1788.



## Pytheas von Massilien.

### A. Die von Pytheas zu Massilien angestellten astronomischen Beobachtungen.

In dem vor zwei Jahren im Jahresberichte des k. k. Staatsgymnasiums in Marburg veröffentlichten Aufsätze: „Pytheas von Massilien und die mathematische Geographie. I. Teil.“ versuchte ich den Nachweis zu führen, daß Pytheas mit seiner Schattenmessung am 21. Juni zu Massilia nicht die geographische Breite dieser Stadt, welche er auf eine viel einfachere Weise durch direkte Messung der Polhöhe finden konnte, bestimmen wollte, sondern daß er damit die Schiefe der Ekliptik, die vor ihm nicht genau bekannt war, zu ermitteln suchte.

Die Schiefe der Ekliptik bestimmten die alten Völker in der Regel durch Beobachtung der Schattenlänge des Gnomons zur Zeit der oberen Kulmination der Sonne an den beiden Solstitien.

Die halbe Summe gab ihnen die Äquatorhöhe und mittelbar die Polhöhe, die halbe Differenz die Schiefe der Ekliptik.<sup>18)</sup>

Da aber Pytheas den wahren Nordpol bestimmt hatte,<sup>19)</sup> so war es für ihn ein viel einfacheres und kürzeres Verfahren, die geographische Breite durch direkte Messung der Polhöhe zu suchen.<sup>20)</sup>

Denn die Tatsache, daß Pytheas den wahren Nordpol bestimmte, hat zu ihrer Voraussetzung, daß er sich dessen wohl bewußt war, daß die Erde und das Himmelsgewölbe konzentrisch<sup>21)</sup> sind und daher eine gemeinsame Achse haben und daß daher die größten, durch ihre gemeinsamen Pole gelegten Kreise sich gegenseitig entsprechen müssen oder mit anderen Worten, daß in demselben Verhältnisse, in welchem ein Wanderer in gerader Richtung vom Äquator nach dem Nordpol sich entfernt, der Nordpol über den Horizont emporsteigen muß.

<sup>18)</sup> Wolf, l. c. S. 7, 123, 149, 150.

<sup>19)</sup> Strabo, p. 63, 71, 115. Vergl. G. Mair, Pytheas von Massilien und die mathematische Geographie. I. Teil, Marburg a. D. 1904. (Gymnasialprogramm.) S. 8, Anmerkung 11; derselbe „Auf alten Handelswegen“, Triest 1903 (Gymnasialprogramm), S. 28; Karl Müllenhoff, deutsche Altertumskunde. I. Band. Berlin 1870. S. 307—311

<sup>20)</sup> G. Mair, Pytheas von Massilien und die math. Geographie, S. 9, Anmerkung 13a; Gustav Hergt, die Nordlandfahrt des Pytheas. Inaugural-Dissertation etc. Halle a. S. 1893. S. 58.

<sup>21)</sup> Dies ist selbstverständlich nur vom Standpunkt des Altertums so aufzufassen.

Daß aber solche Erwägungen den Astronomen jener Zeit nicht ferne lagen, beweist die Sphärik des Autolykus, eines Zeitgenossen unseres Massalieten.<sup>22)</sup>

Pytheas' Schattenmessung konnte daher unmittelbar nur der Bestimmung der Zenithdistanz der Sonne und mittelbar nur der genaueren Ermittlung der Schiefe der Ekliptik dienen.

Denn da die Sonne am 21. Juni im Wendekreise des Krebses ihre Bahn beschreibt, während sie am 21. März im Himmelsäquator stand, so war es klar, daß nach Abzug der Zenithdistanz der Sonne um 12<sup>h</sup> mittags von der schon früher durch direkte Messung der Polhöhe ermittelten geographischen Breite von Massilia die Schiefe der Ekliptik oder der Winkel sich ergeben mußte, um welchen der Wendekreis des Krebses vom Äquator absteht.<sup>23)</sup>

Jedoch die schiefe Stellung der Erdachse zur Ebene ihrer Bahn macht sich nicht nur in der Breite der Tropenzone, sondern auch anderweitig geltend.

Aus Satz IV der Sphärik des Autolykus ersieht man, daß den Sternkundigen jener Zeit die Tatsache, daß für einen Bewohner des Nordpols die Sonne im Sommersolstitium nicht auf- und nicht untergeht, wohl bekannt war.<sup>24)</sup>

Die Schiefe der Ekliptik fand daher naturgemäß auf Erden einen doppelten Ausdruck: einmal in der Entfernung des Wendekreises des Krebses vom Äquator, und dann in der Breite der Polarzone oder der Zone des mehrwöchentlichen und mehrmonatlichen Sommertages und der mehrwöchentlichen und mehrmonatlichen Winternacht.<sup>25)</sup>

Schiefe der Ekliptik, Zenithdistanz der Sonne um 12<sup>h</sup> mittags eines bestimmten Tages und geographische Breite sind aber Dinge, die in einem unlösbaren Zusammenhange stehen. Man kann daher durch Messung der Zenithdistanz der Sonne auch die geographische Breite bestimmen.

Da aber die Ermittlung der Zenithdistanz der Sonne an den Solstitien ein umständliches Verfahren ist und nicht immer Erfolg verspricht, so wendete Pytheas noch eine andere Methode an, um die geographische Breite in Beziehung zu einer festen Basis zu bestimmen oder genauer ausgedrückt: er suchte die gegenseitige Abhängigkeit von Polhöhe oder geographischer Breite einerseits und der Tageslänge andererseits zu ergründen, um dadurch ein sicheres Verfahren, die geographische Breite durch die Tageslänge auszudrücken, festzustellen.

Da nämlich der Horizont eines nördlich vom Wendekreise des Krebses stehenden Beobachters die Parallelkreise nicht senkrecht, sondern unter einem spitzen Winkel schneidet, der umso kleiner wird, je nördlicher der Standpunkt des Beobachters liegt, so ist es klar, daß einerseits die Morgen- und Abendweite und daher auch der Tagesbogen der Sonne umso größer wird, je weiter

<sup>22)</sup> Vergl. oben die Anmerkungen 6—8.

<sup>23)</sup> G. Mair, Pytheas von Massilien und die math. Geographie, S. 26 und „Nachträge und Berichtigungen“.

<sup>24)</sup> Vergleiche oben Anmerkung 6 gegen das Ende.

<sup>25)</sup> G. Mair, Pytheas von Massilien und die math. Geographie, S. 30 und „Nachträge und Berichtigungen“.



gegen Norden mein Standpunkt liegt, daß aber andererseits der Tagesbogen der Sonne in demselben Verhältnisse, in welchem ich mich nach Norden entferne, gegen den Horizont sich neigt, bis er endlich am Pole mit meinem Horizonte, dem Äquator, parallel sein muß. Man kann daher die geographische Breite auch durch die Dauer eines bestimmten Tages, d. h. durch die Zeit ausdrücken, innerhalb welcher die Sonne an einem bestimmten Tage über dem Horizonte steht.

Jedoch ist bei dieser Methode der Umstand wohl zu beachten, daß geographische Breite einerseits und Morgen- und Abendweite andererseits nicht in demselben Verhältnisse zu- und abnehmen.

Während nämlich die geographische Breite in einer einfachen arithmetischen Progression zunimmt, wächst die Morgen- und Abendweite in einer viel stärker anschwellenden Progression, die auch nicht rein geometrisch ist, sondern in einem ähnlichen Verhältnisse zunimmt, wie die geometrischen Funktionen wachsen.

Dieser Umstand verlangt eine größere Beobachtungsreihe, die erst erlaubt, das Gesetz, nach welchem die Morgen- und Abendweite mit der geographischen Breite zu- und abnimmt, abzuleiten oder durch Konstruktion zu finden.

Hieraus ersieht man, daß der Beobachtung der Tageslänge unter verschiedener geographischer Breite seitens des Pytheas jedesmal die Bestimmung der Polhöhe vorausgegangen sein muß, da nur auf diese Weise das Gesetz, nach welchem die Tageslänge mit der geographischen Breite zu- und abnimmt, gefunden werden konnte.

Mit der Ermittlung der geographischen Breite durch Beobachtung der Tageslänge im Sommersolstitium zu Massilia und in der Nähe des Polarkreises und mit der Messung der Mittagshöhe der Sonne im Wintersolstitium dortselbst werden wir Pytheas im Folgenden beschäftigt finden.

Um nämlich die eben geschilderten Verhältnisse durch eigene Anschauung kennen zu lernen, schreckte Pytheas nicht zurück vor den Gefahren und Anstrengungen einer Polarexpedition.<sup>26)</sup>

Wir werden also im folgenden Abschnitte die astronomischen Forschungen des Massaloten noch einmal vor unserem geistigen Auge vorüberziehen lassen, und zwar in jener Reihenfolge, in welcher er mutmaßlich seine Beobachtungen angestellt hatte, und schließlich werden wir die aus seiner astronomischen Tätigkeit und aus anderweitigen Nachrichten sich ergebenden Schlußfolgerungen für die Dauer und Ausdehnung seiner Nordlandsfahrten zu ziehen suchen.

## Der Polos und die Bestimmung des wahren Nordpols durch Pytheas von Massilien.

Unsere Einteilung der Zeit in Tage und Jahre ist nichts anderes als der Ausdruck für die regelmäßige Wiederkehr gewisser Abschnitte im scheinbaren Laufe der Sonne, nämlich ihrer oberen und unteren Kulmination und ihres scheinbaren Laufes durch den Tierkreis oder die Ekliptik.

<sup>26)</sup> Berger, Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen, S. 333. G. Mair, Pytheas von Massilien und die math. Geographie, S. 4.

Die Einteilung des Tages in 24 gleiche Abschnitte oder Stunden ist babylonischen Ursprungs. Aber die Babylonier und, ihnen folgend, die Griechen teilten nicht den ganzen Tag, insoferne man darunter den einmaligen Lauf der Sonne um die Erde versteht, in 24, sondern die Zeit, innerhalb welcher die Sonne über dem Horizonte stand, in 12 unter sich gleiche Teile ein, so daß nur zur Zeit der Äquinoktien die Stunden der Alten unseren Stunden gleich waren.<sup>27)</sup>

Es war nicht leicht fürs praktische Bedürfnis des bürgerlichen Lebens einen Zeitmesser herzustellen, der das ganze Jahr hindurch Tag für Tag dieses Verhältnis zur Anschauung brachte. Dieses Problem löste der Chaldäer Berossus, der um 640 v. Chr. auf der Insel Kos eine Schule eröffnete,<sup>28)</sup> durch die Konstruktion einer Sonnenuhr, die nach meinem Dafürhalten zu den geistreichsten Erfindungen aller Zeiten gehört.

„Im Jahre 1741 wurde auf dem tusculanischen Berge die erste antike Sonnenuhr ausgegraben, deren Form und Konstruktion ganz mit der Beschreibung übereinstimmt, die Vitruv von den Sonnenuhren des Berossus gibt.“<sup>29)</sup>

Zwei ebene Flächen, von denen die eine höher, die andere tiefer lag, dehnten sich parallel mit dem Horizonte aus; jene Fläche, welche die höher gelegene mit der tiefer liegenden verband, war so gegen den Horizont geneigt, daß sie parallel mit der Ebene des Äquator gerichtet war. Der Winkel, welchen diese geneigte Fläche mit der vertikalen Ebene einschloß, betrug  $41^{\circ} 43'$ ; die Uhr war also für die Breite von  $41^{\circ} 43'$  konstruiert.

In die Kante, welche diese geneigte Fläche mit der höher gelegenen horizontalen bildete, war der vierte Teil einer Hohlkugel so eingearbeitet, daß der Mittelpunkt der ganzen Hohlkugel in der Mitte des fehlenden Teiles der Kante zu denken ist. Genau diesem Punkte gegenüber in der Mitte des in die horizontale Fläche eingearbeiteten Halbkreises war ein Sonnenzeiger (Gnomon) so angebracht, daß er zuerst lotrecht stand und dann, rechtwinkelig umgebogen, eine horizontale Richtung einschlug.

In dieser Viertelkugel waren parallel mit dem gegen Süden gerichteten, mit der Äquatorebene parallel laufenden Rande derselben zwei Kreisbogen gezogen, die etwas kleiner waren als ein halber Zirkel, während der einen Kreisbogen bildende, mit der Äquatorebene parallel laufende Rand der Viertelkugel einen Halbkreis etwas übertraf.

<sup>27)</sup> Herodot, II. 109: „πόλον μὲν καὶ γνώμονα καὶ τὰ δωδέκα μέρη τῆς ἡμέρης παρὰ Βαβυλωνίων ἔμαδον οἱ Ἕλληνες.“ Vergl. dazu Dr. Gustav Bilfinger, die Zeitmesser der antiken Völker. Festschrift zur Jubelfeier des Eberhard-Ludwigs-Gymnasiums in Stuttgart. 1886. S. 7. Dr. Rudolf Sonndorfer, Theorie und Construction der Sonnenuhren u. s. w. Wien 1864. S. 7 übersetzt die Herodotstelle also: „Den Schattenzeiger und Sonnenweiser und die zwölf Teile des Tages haben die Griechen von den Babyloniern erlernt.“

<sup>28)</sup> Thales und Anaximander waren sehr wahrscheinlich seine Schüler. Anaximander und dessen Schüler Anaximenes hatten sich um die Gnomonik (die Kunst, Sonnenuhren zu konstruieren) sehr verdient gemacht. Sonndorfer, I. c. S. 8. Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 329, läßt diesen Berossus zu Alexanders Zeit eine Schule auf Kos gründen; er verwechselt ihn also mit dem Geschichtschreiber Berossus. Vergl. zu dieser Frage Sonndorfer, I. c. S. 7 und 8.

<sup>29)</sup> Sonndorfer, I. c. S. 8.



Der kleinste Bogen stellte den Winter-, der größte den Sommerwendekreis vor, der mittlere Kreisbogen bezeichnete den Äquator.

Die elf Stundenlinien trug man so ein, daß durch dieselben die beiden Wendekreise in 12 gleiche Teile geteilt wurden.<sup>30)</sup>

Diese Uhr ging das ganze Jahr richtig; denn das Schattenende des Gnomons ging an den betreffenden Tagen genau in diesen oder in den mit ihnen parallelen Kreisbögen, und der Bogen, welchen das Schattenende beschrieb, war ein treues Abbild des Tagesbogens der Sonne.

Nun sieht man sofort ein, daß eine solche für eine bestimmte Polhöhe konstruierte, den natürlichen Tag in 12 gleiche Teile zerlegende Uhr für astronomische Zwecke, nämlich zur Bestimmung der geographischen Breite durch die Tageslänge ganz und gar unbrauchbar war.

Wegen der schiefen Stellung der Erdachse zur Ebene der Bahn der Erde um die Sonne ist nämlich die Tagesdauer in verschiedenen Breiten an denselben Tagen von verschiedener Länge.

Will ich nun die geographische Breite durch die Zeit ausdrücken, innerhalb welcher die Sonne an einem bestimmten Tage für eine bestimmte Polhöhe über dem Horizonte steht, oder will ich umgekehrt aus dieser Zeitdauer einen Schluß auf die Polhöhe der betreffenden Örtlichkeit ziehen, so muß ich den ganzen Zeitraum eines Umlaufes der Sonne um die Erde in eine bestimmte Anzahl unter sich gleicher Teile oder in Stunden zerlegen, welche untermittags und zur Nachtzeit die gleichen Zeiträume ausfüllen, oder mit anderen Worten: ich muß den astronomischen Tag in Nychthemerin- oder Isemerinstunden, die unseren modereren Stunden entsprechen, zerlegen.

Diesen Dienst leistet mir die Äquatorial- oder Äquinoktialuhr.

Was ist eine Äquinoktialuhr?

Die Beantwortung dieser Frage überlasse ich einem Astronomen ersten Ranges.

„Wenn die Erde durchsichtig wäre,“ sagt J. J. von Littrow, „und wenn sie durch eine Ebene senkrecht auf jene (ihre) Achse, in zwei gleiche Hälften geteilt würde, so würde der Schatten, welchen die Achse auf diese Ebene wirft, wegen der äußerst regelmäßig vor sich gehenden Drehung der Erde ebenso gleichförmig während der Zeit eines Tages, den ganzen Umlauf um jene Achse beschreiben, und es würde daher hinreichen, aus dem Mittelpunkt der Erde, auf jener Ebene einen Kreis von einem willkürlichen Halbmesser zu beschreiben, und die Peripherie desselben in 24 gleiche Teile einzuteilen, um durch die Lage des Schattens der Erdachse in diesem Kreise die einzelnen Stunden des Tages zu bemerken. Eine solche durch den Mittelpunkt der Erde auf die Rotationsachse derselben senkrechte Ebene heißt Äquator, daher auch der erwähnte, in dieser Ebene verzeichnete, und in gleiche Teile eingeteilte Kreis eine Äquatorialuhr genannt wird.“

Sie ist offenbar die einfachste von allen.

Denn wenn der Schatten der Erdachse von irgend einer anderen, ebenen oder krummen Fläche aufgefaßt werden soll, so ist klar, daß dann die Schatten-

<sup>30)</sup> Sonndorfer, l. c. S. 8 und 9.

linien für die einzelnen Abstände nicht mehr, wie zuvor, alle gleiche Abstände von einander haben werden, wie bei der Äquatorialuhr.“

Es ist jedoch keineswegs notwendig „jene Ebene durch den Mittelpunkt der Erde, zu dem wir doch nicht gelangen können, zu führen, und dabei die Erde als durchsichtig anzunehmen, was sie doch nicht ist. Es wird vielmehr schon genügen, an den beiden Endpunkten der Erdachse, oder auch in jedem anderen Punkte der Oberfläche der Erde einen geradlinigen Stab oder einen Stift so aufzustellen, daß er mit jener Weltachse parallel ist, und dann durch irgend einen Punkt dieses Stiftes eine darauf senkrechte Ebene zu legen. Beschreibt man nämlich aus dem Punkte, in welchem diese Ebene von dem Stifte getroffen wird, als aus einem Mittelpunkte in dieser Ebene einen Kreis, und teilt man diesen, dem Erdäquator parallelen Kreis ebenfalls in 24 gleiche Teile, so wird der Schatten des Stiftes auf dieser Ebene ganz ebenso gleichmäßig, wie auf jener Ebene des Äquators selbst, einhergehen, und, wie dort, eine Äquatorialuhr bilden.“<sup>31)</sup>

Denn wegen der Kleinheit der Erde im Vergleich zur Größe der Sonne und wegen der großen Entfernung der Sonne von der Erde kann man einerseits die Erde als einen Punkt oder als eine so kleine Kugel annehmen, daß jeder Punkt ihrer Oberfläche mit dem Mittelpunkte derselben in „Beziehung auf jenen Schatten zusammenfällt,“<sup>32)</sup> andererseits aber auch annehmen, daß die Sonnenstrahlen jeden Punkt der Erdoberfläche in paralleler Richtung treffen.<sup>33)</sup>

Für die Zeichnung und Aufstellung einer solchen Sonnenuhr schlägt Littrow folgendes Verfahren vor:

Man ziehe in einem Quadrate oder Rechtecke die Diagonalen und beschreibe von ihrem Schnittpunkte aus einen Kreis und teile denselben in 24 gleiche Teile ein; hierauf bringe man den Sonnenzeiger senkrecht im Mittelpunkte dieses Vierecks an.

Nachdem man vorher mittels eines Gnomons auf eine horizontale Platte die Mittagslinie (Meridian) und senkrecht auf dieser die Ost- und Westlinie, welche die Morgen- und Abendweite der Sonne an den Äquinoktien verbindet (Parallelkreis), eingezeichnet hat, stellt man die Sonnenuhr in der Ost-Westlinie so auf, daß sie mit der horizontalen Fläche gegen Süden hin einen Winkel einschließt, welcher die geographische Breite zu  $90^{\circ}$  ergänzt. Figur I.

Dieser Winkel bezeichnet nämlich die Äquatorhöhe der Sonne zur Zeit der Äquinoktien, oder, was dasselbe ist, es ist der Winkel, welchen die Ebene des Himmelsäquators mit dem Horizonte einschließt.

Ist die Uhrplatte so aufgestellt, so liegt sie parallel zur Ebene des Äquators oder sie fällt bei der Kleinheit der Erde im Vergleich zur Größe der Sonne geradezu mit dem Äquator selbst zusammen.

Sollte die geographische Breite noch nicht bekannt sein, so genügt vorläufig eine solche Aufstellung der Uhrplatte, daß an den Äquinoktien beide

<sup>31)</sup> J. J. von Littrow, *Gnomonik oder Anleitung zur Verfertigung aller Arten von Sonnenuhren*. Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage. Wien 1838. S. 13 und 14.

<sup>32)</sup> Littrow, l. c. S. 15.

<sup>33)</sup> Berger, l. c. S. 407—409; G. Mair, *P. v. M. u. d. m. G.*, S. 7.



Flächen derselben im Streiflichte der Sonne liegen und der Sonnenzeiger in der Ebene des Meridians ruht und genau nach dem Nordpole hinweist.

Eine solche Uhr muß das ganze Jahr richtig gehen und genau die Nychthemerin- oder Isemerinstunden angeben, innerhalb welcher die Sonne über dem Horizonte steht. Weil diese Uhrplatte in der Ebene des Äquators liegt, so muß sie zwei Zifferblätter haben: das obere für die Zeit vom 21. März bis 23. September, das untere für die übrige Hälfte des Jahres.<sup>34)</sup>

Auf eine noch kürzere und einfachere Art kann man eine solche Uhrplatte an jedem beliebigen Orte der Erde, vorausgesetzt, daß seine geographische Breite oder Polhöhe bereits ermittelt ist, sofort richtig einstellen, wenn man die Uhrplatte am oberen beweglichen Arme eines mit einer Gradeinteilung versehenen Winkelinstrumentes befestigt, den unteren Arm mittels einer Wasserwaage horizontal richtet und in die Mittagslinie bringt. Ist dies geschehen, so braucht man nur den Arm mit der Uhrplatte um das Komplement der geographischen Breite oder um die Äquatorhöhe dieses Ortes zu erhöhen, um sofort der Äquatorialuhr die für diesen Ort richtige Stellung zu geben.<sup>35)</sup> Figur II.

Eratosthenes bediente sich für seine astronomischen Zwecke des in Alexandria gebräuchlichen Stundenmessers, der sogenannten *σκάφη* (Napf; vergl. Schaff), einer hohlen nach oben offenen Halbkugel, die mit dem Scheitelpunkte ihrer Oberfläche auf einer horizontalen Ebene aufruhete. Im Innern dieser Halbkugel erhob sich vom tiefsten Punkte aus in senkrechter Richtung ein Gnomon. Figur III.

Mit Hilfe dieses Instrumentes war Eratosthenes imstande, die Ausdehnung des Mittagsschattens im Verhältnisse zu einem halben Meridiane zu bestimmen. Die Skaphe stellte nämlich den unsichtbaren Teil der Himmelskugel dar, und eine durch die Achse des Gnomons gelegte, diese Schüssel halbierende Ebene schnitt die Skaphe so, daß die Schnittlinie genau einem halben Meridiane entsprach.

Da der Rand dieser Schüssel durch 12, durch den Fußpunkt des Gnomons gehende Halbkreise in 24 gleiche Teile eingeteilt war und der Schattenweg, den die Spitze des Gnomons beschrieb, in umgekehrter Richtung den Tagesbogen der Sonne genau abzeichnete, so diente diese Schüssel zunächst dazu, um mit großer Genauigkeit Isemerinstunden anzugeben.<sup>36)</sup>

<sup>34)</sup> Littrow, l. c. S. 15--17.

<sup>35)</sup> Littrow, l. c. S. 17.

<sup>36)</sup> Die Erfindung der *σκάφη* (Becken) wird entweder dem Aristarch von Samos oder dem Babylonier Berosus zugeschrieben. Vergl. G. Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 7.

Ich glaube aber aus Plinius; hist. nat. VII. c. 57 schließen zu müssen, daß Berosus' Schüler Anaximander der Erfinder gewesen sei. Dort heißt es: „Anaximander inventa praeceptoris erecto recens gnomone ulterius confirmasse et perfecisse et angulum, sub quo ecliptica ad aequatorem inclinatur, accuratius dimensus esse videtur.“ Dies kann nur folgenden Sinn haben: „Anaximander scheint die Erfindungen des Meisters durch die jetzt erst erfolgte Aufrichtung des Sonnenzeigers (d. h. durch die ihm jetzt erst verliehene senkrechte Stellung) zuverlässiger gemacht und vollendet und den Winkel, unter dem die Ekliptik gegen den Äquator sich neigt, genauer gemessen zu haben.“ Dies heißt, daß Anaximander den Gnomon, der bei Berosus horizontal lag, senkrecht stellte. Diese Stellung hat aber nur einen Sinn bei der *σκάφη* oder

Wenn die Äquatorialuhr oder, wie man sie auch passend nennen könnte, die astronomische Sonnenuhr, die einfachste aller Sonnenuhren, von der die übrigen erst abgeleitet sind, genannt werden muß, so war sie sicher den Griechen bekannt.

Welchen Namen hatte diese Sonnenuhr bei den Griechen, und welchem Volke gebührte der Ruhm, dieselbe erfunden zu haben?

Nach dem Zeugnisse Herodots ist die astronomische Sonnenuhr eine Erfindung der Chaldäer, von denen die Griechen sie bekommen haben.<sup>37)</sup>

Der Sonnenzeiger dieser Uhr läuft mit der Achse des Weltalls, dem *πόλος*, parallel; davon hat diese Uhr denn auch ihren bei den Griechen gebräuchlichen Namen bekommen.<sup>38)</sup>

bei der durch Halbierung derselben entstandenen Viertelhohlkugel. Bei einer solchen Uhr läßt sich auch durch Vergleichung der Schattenlängen an den Solstitien um 12 Uhr mittags die Schiefe der Ekliptik genauer bestimmen.

<sup>37)</sup> Herdot, II. 109. Wolf, Geschichte der Astronomie. S. 141. Die Tatsache, daß die Chaldäer die astronomische Sonnenuhr erdacht und konstruiert haben, ist meines Erachtens ein genügender Beweis für die Annahme, daß ihnen die Kugelgestalt der Erde bekannt war.

Die Äquatorialuhr hat zu ihrer Voraussetzung die Kenntnis des Himmelsäquators, der Weltachse und der Wendekreise oder der Schiefe der Ekliptik.

Nun war den Chaldäern die Schiefe der Ekliptik, also auch der Himmelsäquator, die beiden Wendekreise und die Weltachse vielleicht schon 1000 Jahre vor den Griechen bekannt. Vergl. Siegmund Günther, I. c. S. 25.

Die Äquatorialuhr kann man auf jedem beliebigen Punkte der Erdoberfläche unter der Bedingung richtig einstellen, wenn man ihren Sonnenzeiger in parallele Richtung zur Weltachse bringt.

Ganz abgesehen davon, daß die Idee der Äquatorialuhr die Kugelgestalt der Erde zu ihrer notwendigen Voraussetzung hat, konnte den Chaldäern bei ihren diesbezüglichen Versuchen und Beobachtungen die Tatsache unmöglich verborgen bleiben, daß die Erhebung des Nordpols über den Horizont in verschiedenen Gegenden verschieden groß ist, was natürlich nur unter der Voraussetzung zutreffen kann, daß die Erde eine Kugel ist.

Man darf daher auch die Nachricht, die Chaldäer hätten gelehrt, man könne die Erde in einem Jahre umwandern, nicht schlechtweg von der Hand weisen. Vergl. dagegen Hugo Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 177.

<sup>38)</sup> Athenaeus erwähnt bei der Beschreibung des Schiffes des Hiero auch einen *πόλος*, der genau nach dem Vorbilde der Sonnenuhr auf der Achradina eingerichtet war.

Athenaeus V., 42: Τούτου δ' ἐφεξῆς σχολαστήριον ὑπήρχε — βιβλιοθήκην ἔχον ἐν αὐτῷ, κατὰ δὲ τὴν ὄροφὴν πόλον ἐκ τοῦ κατὰ τὴν Ἀχραδίνην ἀπομειμημένον ἡλιοροπίου.

Aus dieser Stelle ersieht man, daß *ἡλιοτρόπιον* der allgemeine Name für Sonnenuhr war, während *πόλος* eine bestimmte Art derselben bezeichnete.

Die Bedeutung des Wortes *πόλος* als Zeitmessers läßt sich aus Herodot II 109 erschließen: „πόλον μὲν καὶ γνῶμονα — παρὰ Βαβυλωνίων ἔμαθον οἱ Ἕλληνες.“ Über das Wesen des Gnomons sind wir gut unterrichtet: die Verlängerung seiner Achse trifft den Zenith oder, wie die Alten sagten, den „Pol des Horizonts.“ (Vergl. unten Anmerkung 46.) Er war also ein Schattenweiser und konnte daher als Zeitmesser und demnach auch zu dem Zwecke verwendet werden, um die Mittagshöhe der Sonne zu messen.

Der *πόλος* von *πέλω*, *πέλωμαι*, eigentlich Welt- oder Himmelsachse, wies, wie sein Name besagt, auch nach einem Pol, aber nicht nach dem Pol des Horizonts oder dem Zenith, sondern nach dem Drehpunkte des Weltalls, dem Himmelspol, und kann daher nichts anderes als der mit der Welt- oder Himmelsachse parallele Sonnenzeiger einer Äquatorialuhr gewesen sein. Vergl. Gustav Hergt, die Nordlandfahrt des Pytheas. Halle a. S. 1833. S. 49.



In der uns erhaltenen Literatur der Griechen kommt der Ausdruck ὄρα ἰσημερινή zuerst bei Pytheas vor, der diesen Ausdruck auch höchst wahrscheinlich erst in die Astronomie eingeführt hat.<sup>39)</sup> Dieser Ausdruck hat aber zu seiner Voraussetzung die Verwendung der Äquatorialuhr.

Pytheas bediente sich also einer solchen.

Da ferner Pytheas den wahren Nordpol bestimmt hat,<sup>40)</sup> so kann er sich zu diesem Zwecke nur einer Äquatorialuhr bedient haben; denn der Polos weist, richtig eingestellt, genau auf den „Drehpunkt“ des Weltalls hin.<sup>41)</sup>

Genau eingestellt ist aber der Polos dann, wenn an den Äquinoktien nur der Rand der Uhrplatte beleuchtet ist, während die beiden Flächen im Streiflichte der Sonne, d. h. im Schatten liegen, und der Sonnenzeiger in der Ebene des Meridians läuft und auf den Nordpol hinweist. Unter dieser Bedingung muß die Verlängerung des Polos genau den wahren Himmelspol treffen.<sup>42)</sup>

Will man den wahren Himmelspol durch Visieren finden, so muß man den Sonnenzeiger als Dioptra einrichten und die Uhrplatte in der Richtung der Dioptra durchbrechen.<sup>43)</sup>

Beobachtete Pytheas mit dieser Dioptra in den langen Winternächten die Zirkumpolarsterne, so konnte er ungefähr zwei Dritteile ihrer Kreisbahn beobachten und messen.

Noch einfacher und noch viel genauer kann man den wahren Himmelspol finden, wenn man den Sonnenzeiger als Fernrohr einrichtet oder in genau paralleler Richtung mit dem Sonnenzeiger eine Röhre mit enger Visierspalte anbringt. Spannt man über die als Objektiv dienende Lichtung der Röhre ein Fadenkreuz, dessen Schenkel horizontal und vertikal gerichtet sind, so muß der Kreuzungspunkt der beiden Fäden genau den wahren Himmelspol bezeichnen.<sup>44)</sup>

Ist die Röhre entsprechend lang, so daß sie das Tageslicht abhält, oder befindet sich das Ende des Sonnenzeigers mit der Visierspalte für den Beobachter in einem dunklen Raume, so kann er die Kreisbewegung der Zirkumpolarsterne auch untertags verfolgen.<sup>45)</sup>

Da die kürzeste Entfernung vom Scheitelpunkte des Beobachters oder, wie die Alten, und zweifellos auch Pytheas, sich ausdrückten, vom Pole des Horizonts<sup>46)</sup> zum Himmelspole der Richtung der Mittagslinie folgt, die Mittagslinie aber über den Nordpol hinweg zum Nordpunkte am Rande des Horizonts läuft, so war es ein viel einfacheres Verfahren, vom Nordpunkte des Horizonts aus die Polhöhe, als auf eine umständlichere und kompliziertere Art die geographische Breite zu bestimmen.

<sup>39)</sup> Bilfinger, l. c. S. 6. Iwan Müller, Handbuch der klassischen Altertumswissenschaft. V. I. Geschichte der Naturwissenschaften (Sigmund Günther) und Philosophie. München 1894. S. 288. Gustav Hergt, die Nordlandfahrt des Pytheas. Inaugural-Dissertation. Halle a. S. S. 55. Anmerkung 1. G. Mair, auf alten Handelswegen. Triest 1903. S. 28.

<sup>40)</sup> Hipparch ad Arat. p. 30 edd. Manit. Berger, l. c. S. 338, Anmerkung 6.

<sup>41)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 14.

<sup>42)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 14.

<sup>43)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 14.

<sup>44)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 14, und „auf alten Handelswegen“, Triest 1903. S. 27, 28.

<sup>45)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 14.

<sup>46)</sup> Euklid bezeichnet den Zenith noch als „Pol des Horizonts“. Wolf, l. c. S. 115.

Denn die Wahrheit, daß geographische Breite und Polhöhe sich gegenseitig entsprechen, konnte Pytheas, wie man aus der Sphärik des Antolycus schließen muß, unmöglich verborgen sein. Das Grundthema der Sphärik des Antolycus ist nämlich nichts anderes als das Phänomen des Sichtbarwerdens und Verschwindens der Sterne bei Veränderung des Horizonts.<sup>47)</sup>

Diese Messung konnte einmal mittels eines Quadranten durchgeführt werden.<sup>48)</sup>

Dieser Quadrant war dann naturgemäß mit dem Polos verbunden; denn der Polos zeigt eben das Aufsteigen des Pols über den Horizont an.

Nun war aber Pytheas die Einteilung des Kreises in  $360^{\circ}$  bereits bekannt.<sup>49)</sup>

Pytheas konnte sich zu diesem Zwecke aber auch jenes von den Chaldäern erfundenen, von den Alexandrinern weiter ausgebildeten und von den Römern Triquetrum genannten parallaktischen Lineals — Regula Ptolemaica — bedienen, das noch Kopernikus anwandte.<sup>50)</sup>

„Dieses Instrumentchen besteht aus einem lothrecht und drehbar aufgestellten Stabe, um dessen obern Endpunkt sich ein ebenso langer Stab mit Dioptern dreht, während um den untern Endpunkt ein mindestens  $\sqrt{2}$  mal so langer Stab mit Längeneinteilung drehbar ist, der zugleich durch eine am Ende des zweiten angebrachte Schlaufe geht.“<sup>51)</sup> Figur IV.

Das Urbild dieses parallaktischen Lineals war, wie gesagt, von den Chaldäern erfunden worden, und Pytheas bediente sich dieses von den Astronomen in Babylon gebrauchten Instrumentes, um im hohen Norden zur Zeit der Wintersonnenwende die Mittagshöhe der Sonne zu messen.<sup>52)</sup>

Dieses Instrument hatte Ähnlichkeit mit einem Zirkel und bestand aus zwei um einen Punkt oder Knopf drehbaren Stäben, deren Kopf am Auge stand, während die auf das Winkelobjekt gerichteten Schenkel durch Öffnen oder Schließen dasselbe begrenzten. Man bestimmte den direkt erhaltenen Winkel, indem man den Abstand der beiden Zirkelspitzen im Kreise herum-

<sup>47)</sup> Vergl. die XII Sätze der Sphärik des Antolycus bei Wolf, l. c. S. 113, 114.

<sup>48)</sup> Oskar Peschel, Geschichte der Erdkunde. München 1865. S. 39.

<sup>49)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 16. Hergt, l. c. S. 57. Strabo II. 94.

<sup>50)</sup> Iwan Müller, Handbuch der klassischen Altertumswissenschaft. Bd. V. 1. Geschichte der alten Philosophie. Nebst einem Anhang. Abriß der Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften im Altertum. S. 287, Anmerkung 12; Wolf, l. c. S. 125, 126.

<sup>51)</sup> Wolf, l. c. S. 125, 126. Das Triquetrum hatte nach Ptolemaeus' Vorschrift zwei 4 Ellen lange Stäbe a und a (Figur IV), von denen der senkrecht gestellte Stab in 60 Haupt- und einige Unterabteilungen eingeteilt war, an denen dann die Strecke b des Stabes cd gemessen wurde.

Regiomontanus dagegen hatte die Einteilung von cd vorgezogen. Dieses Instrumentes bediente sich noch Kopernikus. Wolf, l. c. S. 126, Anmerkung 6.

Bezeichnete a die Länge der beiden gleichlangen Stäbe, b die Anzahl der auf dem Stabe cd abgeschnittenen Teile von der Länge n, so ist der Sinus der Zenithdistanz  $= \frac{bn}{2a}$  oder bezeichnet man den Winkel am Kopfe des Instrumentes mit  $\beta$ , so ist  $\sin \frac{\beta}{2} = \frac{bn}{2a}$ . Vergl. Müller, Handbuch usw. V. 1, S. 287, Anmerkung 12; die dortige Formel: Kosinus der Zenithdistanz  $= \frac{bn}{2a}$  ist unverständlich.

<sup>52)</sup> Strabo, II. 75, 18. Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 176 und 337. Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 16 und 18.



trug oder, indem man mittels der an einem der beiden Schenkel angebrachten Skala die Entfernung der Zirkelspitzen von einander maß.

Dies letztere Verfahren wendete Pytheas an.<sup>53)</sup>

Dieses Instrument war nach Ellen und Zollen eingeteilt, und eine Elle entsprach zwei Bogengraden.<sup>54)</sup>

Dieser Umstand eröffnet uns nach meiner Ansicht die Möglichkeit, einen Schluß auf die Konstruktion, Größe und Maßeinteilung desselben zu ziehen.

Das Instrument beruht, wie man sieht, auf dem Prinzip eines dem Kreise eingeschriebenen 180-Ecks. Das 180-Eck konnte man schwerlich konstruieren, wohl aber berechnen. Die Chaldäer waren ja überhaupt vorwiegend Arithmetiker, während die Ägypter vorzugsweise sich mit Geometrie befaßten.<sup>55)</sup>

Wie wurde diese Berechnung durchgeführt?

Man beschrieb zunächst auf einer ebenen Fläche mittels eines Halbmessers von 30 Ellen einen Kreis; in diesem trug man den Radius sechmal herum.<sup>56)</sup>

Nun entsprachen 30 Ellen  $60^{\circ}$ . Durch Rechnung ergab sich, daß dem dreißigsten Teile einer solchen Sehne oder einer Elle zwei Bogengrade entsprechen müssen.

Ein Winkelinstrument, dessen Schenkel eine Länge von 30 Ellen haben, ist für praktische Zwecke unbrauchbar. Das Instrument muß daher entsprechend verkürzt und die Skala an dem einen Schenkel ebenfalls, der Verkürzung entsprechend, reduziert worden sein. Denn es blieb den Chaldäern schwerlich verborgen, daß genau ebenso, wie die Größe der Bogengrade abhängig ist von der Länge des Halbmessers, auch die Ellen und Zolle durch kleinere, im genauen Verhältnisse zur Verkürzung des Radius oder des Schenkel des Winkels stehende Einheiten ausgedrückt werden können.

Führte nun Pytheas die direkte Messung der Erhebung des Pols über den Horizont auf die oben geschilderte Weise oder, was unvergleichlich wahrscheinlicher ist, mittels des Polos durch — und daß er die Polhöhe direkt maß, ist wohl nahezu gewiß — so liegt es auf der Hand, daß seine Schattenmessung am 21. Juni um 12<sup>h</sup> mittags zu Massilia nicht der Bestimmung der geographischen Breite dienen konnte, sondern daß sie einen ganz anderen Zweck gehabt haben muß.

\* \* \*

Äquatorhöhe und geographische Breite oder Polhöhe ergänzen sich gegenseitig zu  $90^{\circ}$ ,<sup>57)</sup> daher ist die Polhöhe =  $90^{\circ}$  — Äquatorhöhe. Am 21. März ist die Äquatorhöhe = der Mittagshöhe der Sonne; am 21. Juni

<sup>53)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 17. Die Chaldäer bedienten sich des Ellen- und Zollmaßes, um Zenithabstände der Sterne und die Abstände der Sterne untereinander zu messen. Vergl. Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 17.

<sup>54)</sup> Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 176 und 337.

<sup>55)</sup> Vergl. Moritz Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik. I. Band. Zweite Auflage. Leipzig 1894 — unter Ägypter und Babylonier — S. 19—104.

<sup>56)</sup> Cantor, l. c. S. 92, 93, 99, 100.

<sup>57)</sup> G. V. Callegari, Pitea di Massilia. Estratto dalla Rivista di Storia Antica. Padova 1904. Pag. 24.

aber ist sie = der Mittagshöhe der Sonne — der Schiefe der Ekliptik. Diese kannte man aber zu Pytheas' Zeiten noch nicht.<sup>58)</sup>

Allerdings ließ sich dieselbe leicht ermitteln, wenn Pytheas auf den Gedanken verfiel, die Mittagshöhe der Sonne am 21. März oder die Äquatorhöhe von der Mittagshöhe der Sonne am 21. Juni in Abzug zu bringen.

Daß Pytheas am 21. März die Mittagshöhe der Sonne maß, ist uns zwar nicht überliefert, aber aus innern Gründen fühlt man sich geradezu gezwungen, anzunehmen, daß sie ihm bekannt gewesen sein muß.

War nämlich der Polos richtig eingestellt, so lag die Uhrplatte genau parallel zur Äquatorebene, und der Winkel, den sie mit der horizontalen Platte einschloß, bezeichnete eben die Äquatorhöhe.

Andererseits ließ sich die Schiefe der Ekliptik aber auch leicht bestimmen, wenn Pytheas den in Graden ausgedrückten Schattenwinkel an der Spitze des Gnomons oder die Zenithdistanz der Sonne von der durch den Polos ermittelten Polhöhe in Abzug brachte.

Infolge der Kugelgestalt der Erde erhebt sich der Polarstern in jenem Verhältnisse über den Horizont, in welchem ein Wanderer in gerader Richtung vom Äquator gegen Norden sich entfernt oder mit anderen Worten: geographische Breite und Polhöhe sind identisch.

Da nun die Sonne am 21. Juni den Wendekreis des Krebses beschreibt, so bezeichnet der Schattenwinkel den Abstand des Wendekreises von der geographischen Breite oder Polhöhe Massilias oder, mit anderen Worten: er bezeichnet die Bogengrade des Kreisbogens zwischen dem Wendekreise und Massilia.<sup>59)</sup> Zieht man diese Bogengrade von der Polhöhe Massilias ab, so muß man die Schiefe der Ekliptik erhalten.

Um diese Deduktion auf ihre Richtigkeit hin prüfen zu können, müssen wir Pytheas' Schattenmessung genau verfolgen und sein Schattendreieck konstruieren.

### Pytheas' Schattenmessung und die Schiefe der Ekliptik.

Pytheas maß am 21. Juni um 12<sup>h</sup> mittags zu Massilia das Verhältnis des Gnomons zu dessen Schatten.

Zu diesem Zwecke hatt er den Gnomon<sup>60)</sup> in 120 Einheiten eingeteilt. Er fand das Verhältnis des Gnomons zu dessen Schatten um 12<sup>h</sup> mittags =  $120 : 41 \frac{4}{5}$ .<sup>61)</sup>

Will man dieses Verfahren mittels einer Konstruktion darstellen, so muß man das Schattendreieck auf eine Ebene projizieren, wie dies aus Figur V ersichtlich ist.

<sup>58)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 29 ff. „Nachträge und Berichtigungen“, S. 34, besonders aber S. 15, Anmerkung 27. Berger, l. c. S. 268 und 414.

<sup>59)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 9 und Figur IV der Tafel zu jenem Aufsätze und Figur VI der Tafel I zu diesem Aufsätze.

<sup>60)</sup> Der Gnomon eine Erfindung der Chaldäer. Herodot II. 109. Vergl. Iwan Müller, l. c. S. 287, § 33. Wolf, l. c. S. 141. Vergl. oben Anmerkung 27.

<sup>61)</sup> Strabo, II. c. 134. Berger, l. c. S. 338. Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 8.



Das Schattendreieck ist rechtwinkelig. Die größere Kathete bezeichnet den Gnomon, die kleinere den Schatten des Gnomons um 12<sup>h</sup> mittags; die Hypotenuse ist der das Schattendreieck begrenzende Sonnenstrahl.<sup>62)</sup>

Bevor wir jedoch fragen, welchen Rechnungsgang Pytheas anwandte und welchen Zweck er dabei verfolgte, müssen wir zuerst wissen, auf welchen Voraussetzungen sein Verfahren beruht.

Sein Verfahren hat zur Voraussetzung die Kenntnis der Kugelgestalt der Erde;<sup>63)</sup> denn während unter dem Wendekreise am 21. Juni der Sonnenstrahl mit der Achse des Gnomons zusammenfällt und mit der Verlängerung derselben bis zum Mittelpunkte der Erde eine einzige gerade Linie bildet, schließt er in Massilia mit der Spitze des Gnomons einen Winkel ein, welcher als Wechselwinkel dem von der Verlängerung der Achsen der beiden Gnomone im Mittelpunkte der Erde gebildeten Winkel gleich ist. (Figur VI.) Die Größe des von der Verlängerung der Achsen der beiden Gnomone im Mittelpunkte der Erde gebildeten Winkels wird ausgedrückt durch die kürzeste Entfernung zwischen dem Wendekreise und Massilia oder, wie wir sagen würden, durch den zwischen beiden Punkten liegenden Meridianbogen.<sup>64)</sup> Diese Entfernung ist aber gleich dem Zenithabstande der Sonne. Der Zenithabstand der Sonne wird aber bezeichnet durch die Größe des Schattenwinkels an der Spitze des Gnomons.<sup>65)</sup>

Die zu lösende Aufgabe bestand also darin, den Zenithabstand der Sonne am 21. Juni um 12<sup>h</sup> mittags durch die Größe des Schattenwinkels an der Spitze des Gnomons auszudrücken.<sup>66)</sup>

<sup>62)</sup> Vergl. Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 10, Anmerkung 14 und Figur V. Zur dortigen trigonometrischen Entwicklung ist zu bemerken, daß Pytheas die Trigonometrie noch nicht kannte.

<sup>63)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., Einleitung, S. 5 ff., besonders S. 7. Berger, l. c. S. 407—409.

<sup>64)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 9 und Figur IV zu jenem Aufsätze.

<sup>65)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 10.

<sup>66)</sup> Das ganze Problem läßt sich zurückführen auf die Uranfänge griechischer, d. h. thalaitischer und in weiterer Verfolgung ägyptischer und babylonischer Geometrie.

Den Ägyptern war bekannt, daß der Durchmesser den Kreis halbiere. Bei ihren Tempel- und Pyramidenbauten, die nach dem Nord- und Ostpunkte orientiert waren, kamen sie auf den Begriff des rechten Winkels. Daher mußten zwei aufeinander lotrecht stehende Durchmesser den Kreis vierteilen. Moritz Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik. I. Band. Zweite Auflage. Leipzig 1894. S. 62—64, 67, 129.

Weiters waren die Ägypter im Besitze einer Art geometrischer Proportionenlehre, d. h. sie verstanden die Kunst, Figuren beliebig zu vergrößern und zu verkleinern. Cantor, l. c. S. 66, 67.

Sie verstanden es daher auch durch Vergleichung von Strecken zum Zwecke des Ähnlichmachens, d. h. zur Wiederholung desselben Winkels an verschiedenen großen Flächen und Körpern zum Behufe der Berechnung oder Messung der Begrenzungslinien der größeren Flächen oder Körper durch die Begrenzungslinie der kleineren einander ähnliche Figuren, insbesondere rechtwinkelige Dreiecke zu konstruieren. Diese einander ähnlichen Figuren wurden dann zweifellos zum Zwecke der Berechnung in ein proportionales Verhältnis zu einander gesetzt. Vergl. Cantor S. 62, 64, 70, 129.

Thales war ein Schüler der ägyptischen Priester in der Geometrie; er machte aber auch selbst einige Erfindungen. Er machte die Entdeckung, daß ein auf dem Durchmesser errichtetes Dreieck, welches seinen Scheitel in der Peripherie hat, dortselbst rechtwinkelig ist. Cantor S. 128.

Aus dem Umstande, daß Pytheas nicht die Größe des Schattenwinkels angibt, sondern das Verhältnis des Gnomons zu seinem Schatten überliefert, möchte man nun schließen, daß er die Größe des Schattenwinkels auf trigono-

Weiters ist die sogenannte Schattenmessung auf Thales zurückzuführen. Hieronymus von Rhodus, ein Schüler des Aristoteles, erzählt nämlich, „Thales habe die Pyramiden mittels des Schattens gemessen, indem er zur Zeit, wenn der unsrige mit uns von gleicher Größe ist, beobachtete.“ Diogenes Laertius I. 27. Das Gleiche berichtet über Thales Plinius h. n. XXXVI, 12, 17. Cantor S. 128.

Diese Messungsmethode ist eine Anwendung des Satzes von der Vierteilung des Kreises durch zwei lotrecht auf einander errichtete Durchmesser. Da nämlich in dieser Konstruktion der lotrecht stehende Halbmesser der Höhe der Pyramide, der horizontal liegende deren Schatten entsprach, die Halbmesser aber einander gleich sind, so war die Höhe der Pyramide durch die Länge ihres Schattens bestimmt.

Jedoch Thales kam offenbar auf induktivem Wege, d. h. durch Versuche darauf, daß sich dieser Satz verallgemeinern und auf jedes beliebige rechtwinkelige Dreieck ausdehnen lasse.

Dies läßt sich also beweisen: Plutarch (Vol. 2, III. pag. 174 ed. d. Didot. Cantor, l. c. S. 128. Anmerkung 4) läßt bei einem Gastmahle Thales mit anderen sich über König Amasis von Ägypten unterhalten. Einer der Anwesenden äußert sich bei dieser Gelegenheit also: „Amasis schätzt über alles deine Messung der Pyramiden, daß du nämlich ohne alle Mühe und ohne eines Instrumentes zu bedürfen, sondern indem du nur den Stock in den Endpunkt des Schattens stelltest, den die Pyramide wirft, aus den durch die Berührung des Sonnenstrahls entstehenden zwei Dreiecken zeigtest, daß der eine Schatten zum andern dasselbe Verhältnis hat, wie die Pyramide zum Stocke.“ Cantor, l. c. S. 128.

Weiters ergibt sich dies aus einer anderen Erfindung des Thales. Seine Schattenmessung beruhte auf dem Satze, daß die einander entsprechenden Winkel an der Hypotenuse der zwei ähnlichen rechtwinkligen Dreiecke einander gleich sind.

Wenn nicht schon seinen ägyptischen Lehrern, so war doch sicher Thales auch die Tatsache bekannt, daß diese beiden Winkel zusammen einen rechten bilden, eine Erkenntnis, die leicht gewonnen werden konnte, wenn man ein kongruentes Dreieck verkehrt mit der Hypotenuse an das erstere anlegte. Vergl. Cantor S. 131—133.

Da bei der Schattenmessung eine Kathete, nämlich die senkrechte unveränderlich bleibt, während die andere sich ändert, so ergibt sich daraus, daß auch die Winkel an der Hypotenuse sich ändern müssen. Da aber die Größe des einen Winkels von der Größe des andern und beide von der Länge der veränderlichen Kathete abhängig sind: so folgt daraus, daß ich die mir allenfalls unbekanntere Größe der veränderlichen Kathete mittels eines ähnlichen rechtwinkligen Dreieckes, in dem mir die Größe der beiden Katheten bekannt ist, messen kann.

Auf dieser Überlegung beruht des Thales Erfindung, die Entfernung eines Schiffes von einer am Ufer sich erhebenden Warte zu berechnen.

Beide Aufgaben, die Schattenmessung und die Bestimmung der Entfernung eines Schiffes von der Warte, sind Anwendungen des rechtwinkligen Dreieckes: das einmal wurden die Katheten dieses Dreiecks gebildet durch den Stab und den Schatten, das anderemal durch die Warte, von welcher aus die Beobachtung angestellt wurde, und die Entfernung des Schiffes. Trennend zwischen beiden Aufgaben ist nur der Umstand, daß im ersteren Falle die Schattenlänge direkt gemessen werden konnte, während im anderen Falle die Entfernung des Schiffes aus der gemessenen Länge der horizontal liegenden Kathete des kleineren rechtwinkligen Dreieckes durch eine Proportion berechnet wurde.

Den ganzen Hergang muß man sich so vorstellen: auf der Warte war ein aus drei mit Einteilung versehenen Linealen hergestelltes rechtwinkeliges Dreieck senkrecht aufgestellt; die Hypotenuse und die horizontal verlaufende Kathete waren von bedeutender Länge. Die Hypotenuse war an der Spitze des Dreieckes drehbar und an der horizontalen Kathete verschiebbar.

Von der Spitze des Dreieckes aus wurde visiert und hierauf die Länge der horizontalen Kathete abgelesen. Bekannt waren die Höhe der Warte und die beiden Katheten des kleineren



metrischem Wege berechnete, indem er mittels der Hypotenuse als Radius 1 von der Spitze des Schattenwinkels oder seines Komplements aus einen Kreis beschrieb und dann durch die doppelte Sehne des dem Schattenwinkel oder seinem Komplemente entsprechenden Bogens die Größe des einen oder anderen Winkels berechnete, wodurch auch die Größe des komplementären Winkels bestimmt war.<sup>67)</sup>

Jedoch jener Zweig der Mathematik, der die Größe eines Winkels durch die Sehne des doppelten Winkels auszudrücken lehrt — das Verfahren, die Größe eines Winkels durch die halbe Sehne des doppelten Winkels oder durch den Sinus des Winkels zu bezeichnen, haben erst die Araber erfunden<sup>68)</sup> — oder die Trigonometrie war vor Hipparch noch nicht bekannt.<sup>69)</sup>

Pytheas hat daher die Größe des Schattenwinkels auf einem andern Wege bestimmt und er überliefert das Verhältnis der beiden Katheten nur, damit ein anderer Forscher auf dem Gebiete der astronomischen Geographie sein Verfahren wiederholen und kontrollieren kann.

Bezeichnet man in dem Schattendreiecke den Gnomon mit G, die Schattenlänge mit S und den dem Gnomon gegenüberliegenden Winkel, welcher die Sonnenhöhe angibt, mit h, so erhält man die trigonometrische Formel  $\operatorname{tg} h = \frac{G}{S}$ .

Da man aber zu Pytheas' Zeit noch keine trigonometrischen Funktionen hatte, so stellte man die Proportion auf:

$G : S = 120 : 41\frac{4}{5}$ , eine Formel, die uns Strabo überliefert.<sup>70)</sup>

Diese Proportion führt aber zu keinem vernünftigen Ziele; es würde sich ungefähr 2:8 ergeben. Die Aufgabe ist daher durch eine Konstruktion zu lösen, die der Schattenmessung des Eratosthenes, deren Voraussetzung und Vorbild

Dreieckes; unbekannt war die Entfernung des Schiffes. Die Katheten des kleineren Dreieckes sind a, b; die Höhe der Warte ist A und die zu berechnende Entfernung des Schiffes ist B. Nun ergibt sich folgende einfache Proportion:  $a : A = b : B$ . Vergl. Cantor S. 134, der die Schiffsentfernung aus dem auf der Warte beobachteten Winkel erschlossen werden läßt. „Beide Aufgaben“, so schließt Cantor diesen Absatz, „waren einem Schüler ägyptischer Geometrie zugänglich. Sie sind nahe verwandt dem Finden des Seqt (Kosinus) aus gegebenen Seiten, dem Finden der einen Seite aus der anderen mit Hilfe des Seqt.“

Die senkrechte Kathete des rechtwinkligen Dreieckes entspricht nämlich der Höhe einer Pyramide, die wagrecht liegende dem halben Uchatebt, d. h. der Diagonale der quadratischen Grundfläche der Pyramide, die Hypotenuse dem Piremus, der Kante derselben. Das Verhältnis des halben Uchatebt zum Piremus ergibt eben den Seqt oder, wie wir sagen würden, den Kosinus des eingeschlossenen Winkels.

Babylonischen Ursprunges bei der Schattenmessung des Pytheas ist die Verwendung des Gnomons, dessen Kenntnis infolge uralter Verbindungen von Babylon nach Ägypten gelangt war. Während aber die Chaldäer ihn als Zeitmesser benützten, bedienten sich seiner die ägyptischen Priester, so scheint es, zu geometrischen Zwecken. Vergl. Cantor, I. c. S. 134, 135.

<sup>67)</sup> Vergl. Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 10, Anmerkung 14 gegen Ende, und „Nachträge und Berichtigungen“, S. 32 und 33. Die dort entwickelten trigonometrischen Begriffe waren Pytheas noch unbekannt.

<sup>68)</sup> Wolf, I. c. S. 120.

<sup>69)</sup> Cantor, I. c. 346; Wolf, I. c. S. 116 ff. (§ 36).

<sup>70)</sup> Aus einem Vorlesehefte des Professors Oberhummer in Wien.

Pytheas' Schattenmessung ja ist,<sup>71)</sup> möglichst nahe kommt. Dies geschieht eben in der von uns entworfenen Zeichnung, in welcher der mittels des das Schattendreieck begrenzenden Sonnenstrahls beschriebene Kreisbogen der Skaphe, eigentlich dem Meridiane, und der Schatten des Gnomons der halben Sehne des doppelten Schattenwinkels an der Spitze des Gnomons oder der Projektion des Schattenbogens auf eine Ebene entspricht.

Die Größe des Schattenwinkels an der Spitze des Gnomons oder seines Komplements soll nun bestimmt werden.

Die älteste und einfachste Methode, die Größe eines Winkels zu bestimmen, ist die, daß man diesen Winkel als Zentriwinkel eines Kreises darstellt und dann untersucht, wie oft der diesem Winkel entsprechende Kreisbogen im ganzen Kreise enthalten ist.

Wenn sich auch erweisen läßt, daß Pytheas die Einteilung des Kreises in  $360^0$  bereits bekannt war, so wollen wir dennoch, um ganz sicher zu gehen, annehmen, er habe bei seiner Schattenmessung dieses älteste und einfachste Verfahren angewendet.<sup>72)</sup>

Dieses Verfahren des Pytheas unterscheidet sich von demjenigen, durch welches Eratosthenes die Entfernung Alexandrias von Syene unter dem Wendekreise ermittelte, nur dadurch, daß Pytheas den Schatten des Gnomons auf eine Ebene sich projizieren ließ, während Eratosthenes den Gnomonschatten als Kreisbogen darstellte.

Da nämlich der „Napf“ des Eratosthenes die unsichtbare Hälfte des Himmelsgewölbes darstellte, so entsprach der Schattenbogen genau dem so und sovielten Teile des Meridians.

Pytheas' Gnomonschatten entsprach aber der halben Sehne des doppelten dem Schattenwinkel entsprechenden Bogens oder, wie wir sagen würden, dem Sinus des im Zentrum des mit dem Radius 1 beschriebenen Kreises liegenden Schattenwinkels.

Während also Pytheas den dem Schattenwinkel entsprechenden Kreisbogen durch Messung und Rechnung erst finden mußte, stellte Eratosthenes denselben unmittelbar dar.

Der Umstand, das Pytheas dieses ebenso einfache als geniale Verfahren bei seiner Schattenmessung nicht anwandte, beweist uns einerseits, daß er es, wie schon oben bemerkt wurde, noch nicht kannte, andererseits aber, daß Pytheas' Schattenmessung für Eratosthenes das Vorbild für seine Schattenmessung war.

Wie nämlich bei Eratosthenes der Schattenbogen in einem bestimmten Verhältnisse zu einem ganzen Meridiane oder zu  $360^0$  steht, so steht auch bei Pytheas der dem Schattenwinkel entsprechende Bogen in einem bestimmten Verhältnisse zu einem ganzen Kreise oder zu  $360^0$ .

Wiederholen wir Pytheas' Verfahren bei Bestimmung der Größe des Schattenwinkels, so ergibt sich, daß der dem Schattenwinkel  $\alpha$  entsprechende Kreisbogen gerade 19mal in dem mittels der Hypotenuse beschriebenen Kreise enthalten ist.

<sup>71)</sup> Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 407.

<sup>72)</sup> Berger, l. c. S. 268. Wolf, l. c. S. 109—112. Cantor, l. c. 92, 103.



Dividiert man nun  $360^{\circ}$  durch diese Zahl, so bekommt man einen Winkel von  $18^{\circ} 54' 24''$ ; trigonometrisch berechnet aber einen Winkel von  $19^{\circ} 12' 19''$ .

Da Pytheas aber die Unterabteilung des Grades in Minuten (*partes secundae*)<sup>73)</sup> noch nicht kannte, so müssen wir annehmen, daß er die Zahlen nach oben abrundete und seiner weiteren Rechnung die Zahl  $19^{\circ}$  zugrunde legte.

War die Schiefe der Ekliptik bekannt, so ließ sich durch Addition dieser Zahl zur Zahl, welche die Schiefe der Ekliptik bezeichnete, die geographische Breite Massilias genau bestimmen.

Da die wirkliche Breite von Massilien  $43^{\circ} 17' 30''$  beträgt und Hipparch als geographische Breite dieser Stadt auf Grund der Beobachtung des Pytheas  $43^{\circ}$ , Ptolemaeus nach ihm schon  $43^{\circ} 15'$  überliefert,<sup>74)</sup> so scheint einerseits Pytheas' Bestimmung der geographischen Breite Massilias von bewunderungswürdiger Genauigkeit zu sein,<sup>75)</sup> andererseits aber unsere Auffassung auf ganz falschen Voraussetzungen zu beruhen.

Jedoch dies ist eben nur Schein; denn die Schiefe der Ekliptik war damals noch nicht bekannt; weiters wird sich bald zeigen, daß jene Nachricht des Ptolemaeus einer ganz anderen Beobachtung des Pytheas ihren Ursprung verdankt.

Dagegen steht unsere Annahme mit einer anderen Überlieferung astronomischen Inhalts aus jener Zeit im vollkommensten Einklange.

Eudemus von Rhodus, der etwas weniger als ein Menschenalter nach Pytheas lebte, läßt in seiner Geschichte der Astronomie den „Bärenkreis“, oder, wie wir sagen würden, den Polarkreis<sup>76)</sup> als Schiefe der Ekliptik um den 15. Teil des Meridians vom Pole entfernt sein; ebenderselbe sagt, man habe gefunden, das die Entfernung des Pols der Ekliptik vom Pol des Äquators, also die Schiefe der Ekliptik, der Seite eines in den Kreis eingezeichneten Fünfzehnecks gleich sei oder nach anderem Ausdrucke  $24^{\circ}$  betrage.<sup>77)</sup>

Die genaue Größe der damaligen Schiefe der Ekliptik war  $23^{\circ} 45'$ ;<sup>78)</sup> das Ergebnis der Schattenmessung des Pytheas war ein Winkel von  $18^{\circ} 54' 24''$ , wofür Pytheas  $19^{\circ}$  angesetzt haben muß.

Ebenso mußte für einen damaligen Astronomen die Schiefe der Ekliptik tatsächlich  $24^{\circ}$  betragen.

Die Polhöhe Massilias muß nach demselben Grundsätze  $43^{\circ}$  gewesen sein.

Zieht man nun von diesen  $43^{\circ}$  die Zenithdistanz der Sonne am 21. Juni um  $12^h$  mittags in Massilia von  $19^{\circ}$  ab, so erhält man als Rest  $24^{\circ}$ : so groß war aber zu jener Zeit die Schiefe der Ekliptik und die Entfernung des Polarkreises vom Pol.

<sup>73)</sup> Iwan Müller, Handbuch usw. V. 1, S. 238.

<sup>74)</sup> In einem Vorlesehefte Professor Oberhummers in Wien finde ich Folgendes: „Ob Pytheas auf Grund dieses Verhältnisses einen unmittelbaren Ausdruck für die geographische Breite von Massilia erhalten hat, ist nicht sicher. Hipparch hat jedoch aus diesem Verhältnisse die geographische Breite von Massilia berechnet, und zwar auf  $43^{\circ}$ , Ptolemaeus nach ihm schon auf  $43^{\circ} 15'$ , und wir kennen die Breite von Massilia als  $43^{\circ} 18'$  n. Br.“

<sup>75)</sup> G. V. Callegari. Pitea di Massilia. Estratto dalla Rivista di Storia Antica. Padova 1904. S. 24.

<sup>76)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 19.

<sup>77)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 19.

<sup>78)</sup> Hergt, die Nordlandfahrt des Pytheas. Halle a. S. 1893. S. 60.

Nun kennen wir aus jener Zeit keinen Astronomen außer Pytheas, der zur Erforschung dieser Verhältnisse eine Polar-expedition unternommen hätte. Auf ihn ist daher dieses Ergebnis nahezu mit Sicherheit zurückzuführen.<sup>79)</sup>

Aber auch dieses Resultat ist von staunenswerter Genauigkeit.<sup>80)</sup>

Man muß daher annehmen, daß Pytheas sich bei seiner Schattenmessung nicht damit begnügte, die Spitze des Gnomons mit dem Schattenende zu verbinden, sondern daß er sich einer Methode bediente, nach welcher das Ende des Schattens die Stelle bezeichnete, auf welche die vom Zentrum der Sonnenoberfläche ausgehenden Strahlen fallen mußten. Diesen Zweck erreicht man, wenn man auf die Spitze des Gnomons eine Kugel setzt: der Kernschatten bezeichnet dann das Sonnenzentrum, der Halbschatten dagegen den Rand derselben.<sup>81)</sup>

Drehen wir die Sache jetzt um und betrachten wir die Kehrseite der Medaille.

Nehmen wir also an, Pytheas habe durch die genaue Fixierung des wahren Nordpols bloß die wirkliche Lage der Welt- und der mit ihr zusammenfallenden Erdachse bestimmen wollen; er habe aber nicht daran gedacht, daß man in der oben beschriebenen Weise auch die Polhöhe oder geographische Breite direkt messen könne, sondern er habe dieselbe in der Weise bestimmt, wie dies im Altertum gebräuchlich war: so sind wir zur Annahme gezwungen, Pytheas habe nicht nur im Sommersolstitium, sondern auch im Wintersolstitium die Sonnenhöhe gemessen.

Tat er dies, so gab ihm die halbe Summe die Äquatorhöhe, und mittelbar auch die Polhöhe, die halbe Differenz dagegen die Schiefe der Ekliptik.<sup>82)</sup>

Da sich nun Äquatorhöhe und Polhöhe zu  $90^{\circ}$  ergänzen, so brauchte er nur die Äquatorhöhe von  $90^{\circ}$  abzuziehen, um die geographische Breite oder Polhöhe Massilias zu erhalten,

<sup>79)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 19, 29.

<sup>80)</sup> Vergl. G. V. Callegari l. c. S. 24.

<sup>81)</sup> G. V. Callegari, l. c. S. 24 Anmerkung (1): „Pytheae gnomona Chompré (Cancheler du Consulat de Rome) anno 1785 in praesidio Iac. Hugues reperisse se putavit. Est vero obeliscus parvus, cuius pes est e marmore graeco; vertex et impositus globus ex lapide argillari. Hunc esse gnomona Pytheae, ex eo collegit Chompré, quod observata in aequinoctio die 22, Sept. an. 1785 umbra animadvertit, eandem esse obliquitatem ecliptices, gradus 23, minut. 50, quam nonnulli de observatione Pytheae coniectarunt. Schmeckel, Pytheae Massiliensis, quae supersunt fragmenta edd. atque illustravit. Merseburgi 1848. Zitiert bei Callegari, l. c. S. 24, Anmerkung.

<sup>82)</sup> Wolf, l. c. S. 123 (§ 37. Der Gnomon), S. 7 (§ 5. Die jährliche Bewegung.): „Es ergab sich aus den mit dem Gnomon gemessenen Mittagshöhen der Sonne, daß diese entsprechend den Tageslängen und Jahreszeiten ebenfalls der Periode von  $365\frac{1}{4}$  Tagen unterliegen und daß somit die später Ekliptik genannte Bahn der Sonne gegen den zur Weltachse senkrechten Hauptkreis der Himmelskugel, den sogenannten Equinoctial oder Equator geneigt sein muß — ja, es ließ sich offenbar diese Neigung aus der halben Differenz der größten und kleinsten Mittagshöhe leicht ermitteln, und so fand schon um 1100 v. Chr. der zu Loy-ang residierende chinesische Kaiser Tschu-kong den für jene Zeit ziemlich richtigen Wert von  $23^{\circ} 52'$  für diese sogenannte Schiefe der Ekliptik.“



Davon aber, daß Pytheas im Wintersolstitium die Mittagshöhe der Sonne in Massilia gemessen haben sollte, ist uns nichts überliefert; wohl aber wird uns überliefert, daß er im Sommersolstitium die Zenithdistanz der Sonne bestimmte.

Angenommen nun, Pytheas habe auch die Zenithdistanz im Wintersolstitium gemessen, so wäre uns diese Tatsache im Zusammenhange mit der ersteren aus psychologischen Gründen sicher übermittelt worden.

Überdies ist das zuletzt geschilderte Verfahren umständlicher und komplizierter.

Wir halten daher an unserer Anschauung fest, daß Pytheas durch seine Schattenmessung im Sommersolstitium zu Massilia die Mittagshöhe der Sonne oder ihre Zenithdistanz bestimmen wollte, und daß er dann durch Abzug dieses Betrages von der durch direkte Messung mittels des Polos bestimmten Polhöhe die Schiefe der Ekliptik erhalten habe.

Jedoch, wie dem auch sein mag: sicher ist, daß sowohl die Bestimmung der geographischen Breite Massilias als auch die Ermittlung der Schiefe der Ekliptik das größte Vertrauen erwecken müssen in die Genauigkeit, mit der Pytheas beobachtete.

#### Byzanz und Massilia.

Am Schlusse dieses Kapitels erlaube ich mir auf einen Irrtum Strabos, der bald Hipparch, bald Pytheas zur Last gelegt wurde, aufmerksam zu machen.

Auf die Autorität des Eratosthenes hin, der, den Schifferangaben Glauben schenkend, Byzanz unter dieselbe Breite verlegt hatte, wie Massilia, behauptete Hipparch, das Verhältnis des Schattens zum Gnomon sei in beiden Städten dasselbe.

Wenn nun Strabo sagt, das Verhältnis des Schattens zum Gnomon sei genau für Byzanz, während es dies nicht ist, falsch dagegen für Massilia, während es für letztere Stadt richtig ist, und wenn endlich Strabo behauptet, Massilia läge südlicher als Byzanz, während letztere Stadt um mehr als  $2^{\circ}$  südlicher liegt als erstere: so trifft, wie Aoust nachgewiesen hat, die Schuld für alle diese Irrtümer weder Hipparch noch Pytheas, sondern Strabo.

„Strabo, zwischen die Behauptung Hipparchs und Pytheas' Beobachtung gestellt, nahm die Berechnung des ersteren als durchgeführt an, während sie nur eine Anzeige war, eine erst anzustellende Beobachtung, verwarf aber die Beobachtung des Pytheas.“<sup>82a)</sup>

Bestimmung der Tageslänge im Sommersolstitium zu Massilia durch Pytheas. — Abhängigkeit der Tageslänge von der Polhöhe oder geographischen Breite.

Pytheas hat aber mittels des Polos nicht nur den wahren Nordpol bestimmt, sondern er hat auch mittels desselben die Länge des Tages zur Zeit der Sommersonnenwende zu Massilia gemessen oder mit anderen Worten: er bestimmte mittels des Polos die Zeit, innerhalb welcher zu Massilia im

<sup>82a)</sup> Aoust Étude sur Pythéas. Paris 1866 — zitiert bei Callegari, l. c. S. 23. Vergl. Strabo, I. 4; II. 1, II. 4 (Didot, 87); II cap. V. (Didot, 95).

Sommersolstitium die Sonne über dem Horizonte steht, und er fand dafür  $15^h 15'$  ὥρων ἰσημερινῶν.<sup>83)</sup>

Da die Sonne in einer Isemerinstunde  $15^0$  vorschreitet, so ist die Tagesdauer nichts anderes als das Zeitmaß für den Bogen, welchen die Sonne in der gleichen Zeit am Himmel beschreibt oder für den Tagesbogen derselben.<sup>84)</sup>

Dieser Bogen ist abhängig von der Zenithdistanz der Sonne und ihrer Morgen- und Abendweite an diesem Tage; die Zenithdistanz der Sonne und ihre Morgen- und Abendweite ihrerseits hinwiederum sind abhängig von der Polhöhe des Ortes.

Die Zenithdistanz läßt sich aus dem Verhältnis des Gnomons zu seinem Schatten um  $12^h$  mittags berechnen.<sup>85)</sup>

Die Morgen- und Abendweite kann man mittels desselben Gnomons, mit dem die Zenithdistanz der Sonne gemessen wird, auf derselben Ebene, auf welche der Gnomon seinen Schatten wirft, fixieren.

Beschreibt man nämlich um den Fußpunkt des Gnomons mehrere konzentrische Kreise, so kann man mittels derselben nicht nur die Mittagslinie, sondern auch die Morgen- und Abendweite der Sonne genau bestimmen. Denn die Mittagslinie ist nichts anderes als die Verlängerung des Gnomonschattens um  $12^h$  mittags.

Um nun die Mittagslinie zu bestimmen, brauche ich nur zwei korrespondierende Schnittpunkte des Gnomonschattens auf einem und demselben Kreise mit dem Fußpunkte des Gnomons zu verbinden und den Winkel zu halbieren.

Will ich dagegen die Morgen- und Abendweite auf derselben horizontalen Ebene fixieren, so brauche ich nur den Schatten, welchen der Gnomon beim Auf- und Untergange der Sonne wirft, im entgegengesetzten Sinne zu verlängern; die Schnittpunkte dieser Linie mit einem und demselben auf dem Horizont eingezeichneten Kreise bezeichnen die Morgen- und Abendweite der Sonne. (Siehe Figur V.)

Jedoch für uns ist die Frage ungleich wichtiger, wie es sich mit der Genauigkeit verhält, mit welcher Pytheas die Länge des Tages zur Zeit der Sommersonnenwende bestimmte.

Diese Frage läßt sich nur auf dem Wege der sphärischen Trigonometrie lösen.

In dem fettgedruckten Dreiecke in der Figur VII ist:

$s$  = halber Tagesbogen der Sonne zu Marseille am 21. Juni;

$\varphi$  = Polhöhe von Marseille;

$\delta$  = Deklination der Sonne am 21. Juni oder Schiefe der Ekliptik zu Pytheas' Zeit.

$\varphi = 43^0 17' 52''$

$\delta = 23^0 45'$

<sup>83)</sup> Strabo, c. 134. K. Müllenhoff D. A. I., S. 308. Mair, auf alten Handelswegen, S. 28, und Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 12.

<sup>84)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 13.

<sup>85)</sup> Der Schatten, welchen der Gnomon um 12 Uhr mittags wirft, ist nichts anderes als die halbe Sehne des mit dem als Hypotenuse gedachten Sonnenstrahle beschriebenen Kreisbogens, welcher dem Schattenwinkel an der Spitze des Gnomons entspricht oder, wie wir sagen würden, der Sinus des Schattenwinkels im Zentrum des mit dem Radius 1 beschriebenen Kreises.



Aus dem rechtwinkligen sphärischen Dreiecke UN Nordpol folgt:

$$\cos(180^\circ - s) = \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta.$$

$$(180^\circ - s) = 65^\circ 33'; \text{ daher ist}$$

$$s = 114^\circ 27'; \text{ deshalb ist der}$$

$$\text{Tagesbogen} = 228^\circ 54'.$$

Nachdem einer Stunde  $15^\circ$  entsprechen, so ist die ganze

$$\text{Tageslänge} = \frac{228.9}{15} = 15.26 \text{ h} = 15^{\text{h}} 15' 36''.$$

Pytheas berechnete den Tagesbogen zu  $15^{\text{h}} 15'$  ὥρων ἡσημερινῶν.

Das Resultat ist also von nahezu absoluter Genauigkeit.

Die außerordentliche Tragweite dieses Ergebnisses für das ganze Pytheas-Problem wird bald klar werden.

Auf dieser Beobachtung des Pytheas beruht auch zweifellos die von Ptolemaeus überlieferte Breite Massilias von  $43^\circ 15'$ .

## B. Pytheas' Nordlandsfahrt und die von ihm in der Nähe des Polarkreises angestellten astronomischen Beobachtungen.

Wer eine Untersuchung über die Norlandsfahrt des Pytheas von Massilien anstellen will, der muß ausgehen von der bekannten Stelle bei Strabo, II. 104.

Die Stelle lautet in ihren für unsere Frage wesentlichen Teilen also:

„Πολύβιος — τὴν Εὐρώπην χωρογραφῶν τοὺς μὲν ἀρχαίους ἔαν φησι, τοὺς δ' ἐκείνους ἐλέγχοντας ἐξετάζειν Δικαίαρχόν τε καὶ Ἐρατοσθένη — καὶ Πυθέαν, ὑφ' οὗ παρακρουσθῆναι πολλούς, ἔλθην μὲν τὴν Βρεττανικὴν ἑμβαδὸν ἐπελθεῖν φάσκοντος — προσιστορήσαντος δὲ καὶ τὰ περὶ τῆς Θούλης καὶ τῶν τόπων ἐκείνων, ἐν οἷς οὔτε γῆ καθ' αὐτὴν ὑπῆρχεν ἔτι οὔτε θάλαττα οὔτ' ἀήρ, ἀλλὰ σύγκριμά τι ἐκ τούτων πλεύμονι θαλαττίῳ ἕοικός, ἐν ᾧ φησι τὴν γῆν καὶ τὴν θάλατταν αἰωρεῖσθαι καὶ τὰ σύμπαντα, καὶ τοῦτον ὡς ἂν δεσμὸν εἶναι τῶν ἔλων, μήτε πορευτὸν μήτε πλωτὸν ὑπάρχοντα· τὸ μὲν οὖν τῷ πλεύμονι ἕοικός αὐτὸς ἑωρακέναι, τὰλλα δὲ λέγειν ἐξ ἀκοῆς.

ταῦτα μὲν τὰ τοῦ Πυθέου, καὶ διότι ἐπανελθὼν ἐνθὲνδε πᾶσαν ἐπέλθοι τὴν παρωικαῶν τῆς Εὐρώπης ἀπὸ Γαδείρων ἕως Τανάιδος.“<sup>86)</sup>

Dr. Friedrich Kähler übersetzt diese Stelle also:

„Polybius sagt in seiner Länderkunde von Europa, er wolle die alten Geographen ruhen lassen, sondern lediglich ihre Rezensenten prüfen, unter andern auch den Pytheas, von dem viele irreführt worden seien. Er gibt nämlich vor, Britannien in seiner ganzen Ausdehnung zu Fuß bereist zu haben. Außerdem aber hat er auch die bekannten Dinge über Thule und jene Gegenden in Erfahrung gebracht (in der Erzählung noch hinzugefügt = insuper narasse; Mair)<sup>87)</sup> in welchen weder Land an sich mehr vorhanden war, noch

<sup>86)</sup> Meinecke'sche Textausgabe. Vergl. Dr. Friedrich Kähler. Forschungen zu Pytheas' Nordlandsreisen. Stadtgymnasium zu Halle a. S. 1903. S. 99, 100. Vergl. Mair, auf alten Handelswegen, S. 6 und 7.

<sup>87)</sup> προσιστορεῖν bedeutet in der Sprache jener Zeit „in der Erzählung noch hinzufügen“, insuper narasse. Vergl. griechisch-deutsches Schulwörterbuch von Dr. Gustav Eduard Benseler. Siebente verbesserte Auflage, besorgt von Dr. Georg Autenrieth. Leipzig. 1882 und das neueste griechisch-deutsche Lexikon von Menge.

Meer, noch (dicke)<sup>88)</sup> Luft, sondern eine Art Mischung aus allen diesen Elementen, einer Lunge des Meeres gleichend, in welcher nach seiner Angabe das Land und das Meer schaukelt (schwebt; Mair) und alles zusammen (scil. mit-schaukelt), und dies sei gewissermaßen ein Band des Alls (des Universums), welches weder zu Fuß noch zu Schiff passierbar sei.

Was das der Lunge gleichende Gemisch betreffe, so habe er es selbst gesehen, das andere erzähle er von Hörensagen.

Dies sind die Worte des Pytheas; und von dort heimgekehrt, habe er die ganze Ozeanküste Europas von Gades bis zum Tanais bereist.<sup>89)</sup>

Diese kurze Inhaltsangabe des Reiseberichtes unseres Massaliten ist ein knapper Auszug aus seinen verloren gegangenen Werken *περὶ τοῦ ὠκεανοῦ* und *περίπλους*.<sup>90)</sup>

Erstere Schrift handelte also über den atlantischen Ozean, der in jener Zeit kurzerhand *ὠκεανός* genannt wurde,<sup>91)</sup> und seine Inseln, insbesondere über die am weitesten gegen Norden hin gelegene Insel Thule und über die merkwürdigen Phänomene des hohen Nordens; der Inhalt der zweiten, *περίπλους* betitelten Schrift war eine Beschreibung der Ozeanküste Europas von Gades an bis zum vermeintlichen Grenzflusse zwischen Asien und Europa, dem Tanais.<sup>92)</sup>

Es kann also nicht der geringste Zweifel darüber aufkommen, daß Pytheas zwei Reisen nach dem Norden unternommen hat: die erste von Massilia aus bis nach oder wenigstens bis in die Nähe von Thule, der nördlichsten britannischen Insel;<sup>93)</sup> die zweite von der alten Phönizierstadt Gades, einer Hauptstation des ozeanischen Seeverkehrs und der Ozeanforschung,<sup>94)</sup> aus die Küste Europas entlang bis zur vermeintlichen Ostgrenze unseres Weltteils.

<sup>88)</sup> So übersetzt Kähler *ἀήρ*. „Daß *ἀήρ* nicht bloß allgemein die Luft, sondern im Gegensatz zum *αἰθήρ* die untere dickere Luft, also den Dunst, den Nebel oder gar die Wolke bezeichnet, ist schon aus Homer zur Genüge bekannt.“ Kähler, Forschungen zu Pytheas' Nordlandsreisen, S. 114, Anmerkung 3.

<sup>89)</sup> Kähler, l. c. S. 114, 145.

<sup>90)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 6. *Περίοδος γῆς* war eine Karte; seine zweite Schrift hatte den Titel *περίπλους*. Siehe unten in dem Kapitel über Pytheas' Schriften, seine Karte und sein Weltbild. Dikäarch's *Περίοδος γῆς* hingegen war eine Beschreibung der Ökumene, der eine Karte der damals bekannten Erde beigegeben war. Edgar Martini in Pauly's Real-Encyclopädie etc. Neue Bearbeitung. Sonderabdruck (Nicht im Handel).

<sup>91)</sup> Vergl. Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 53 ff., 231, 355; 52, 287 ff., 293. In der ora maritima des Rufus Festus Avienus wird der atlantische Ozean schlechtweg *oceanus* genannt.

<sup>92)</sup> Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 365. Mair, ultima Thule. Villach 1894 (Gymnasialprogramm). S. XXVII, XXVIII und Anmerkung 128<sup>b</sup>).

<sup>93)</sup> Strabo, c. 114; Müllenhoff D. A. L., S. 392. Wenn wir bei der Entscheidung über diesen Streitpunkt auf unsere Stelle allein angewiesen wären, so hinge dieselbe davon ab, ob wir *προσιστορεῖν* nach seiner Etymologie, wie das Kähler tut, mit „außerdem noch in Erfahrung bringen“ oder seinem tatsächlichen Gebrauche gemäß mit „in der Erzählung noch hinzufügen“ übersetzten.

Bei der Entscheidung dieser Frage kommt es aber, wie sich zeigen wird, nicht auf unsere Stelle allein, ja nicht einmal vorwiegend auf dieselbe an.

<sup>94)</sup> Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 358 und 559 ff.



Hier muß gleich darauf aufmerksam gemacht werden, daß diese Küstenfahrt Skandinaviens, das bis tief ins Mittelalter hinein als Insel galt, wenigstens auf der Hinfahrt nicht berührte.

Daß Pytheas zwei Reisen nach dem Norden gemacht hat, erkannte auch der bereits erwähnte Dr. Friedrich Kähler, der im Jahre 1903 einen Aufsatz über Pytheas' Nordlandsreisen veröffentlicht hat.<sup>95)</sup>

Dr. Friedrich Kähler schreibt in diesem Aufsätze ganz richtig: „Wer die Strabostelle unbefangen und ohne Voreingenommenheit liest, wird daraus schließen müssen, daß Pytheas zwei Reisen gemacht habe. Die erste führte ihn offenbar nach Britannien; von dort nach dem Festlande zurückgekehrt, hatte er noch Zeit und Gelegenheit, das σύγκριμα πλεύμονι θαλαττίῳ εἰκότως kennen zu lernen, d. h. er kam an die Wattenzone der Nordseeküste, um das Resultat der ganzen Untersuchung hier gleich im voraus anzugeben. Darauf kehrte er anscheinend bei dem Herannahen des Winters nach Korbilo — an der Loire — oder nach Gades, beziehungsweise nach Massilia zurück. Die zweite Reise führte ihn sodann, ohne daß er wieder nach Britannien übersetzte, an der Küste des europäischen Festlandes entlang, also über die Wattengegenden hinaus bis zum Tanais.“<sup>96)</sup> — „Die Frage, welcher Fluß oder Meerbusen mit dem Tanais gemeint sei, muß einer eigenen, weit ausgreifenden Untersuchung vorbehalten werden.“<sup>97)</sup>

Nach Kählers Anschauung hat Pytheas „sein Ziel nach der Weise eines Herodot in der Regel zu Fuß, und nur, wo er Reisegesellschaft fand, oder, wo er nicht anders konnte, zu Schiffe verfolgt.“<sup>98)</sup>

Zum Beweise für seine Anschauung, daß Pytheas seine Reise größtenteils zu Fuß machte, führt Kähler an, daß ἐπέρχεσθαι nur „bereisen, besuchen“, aber nicht ohneweiters „befahren“ oder „umschiffen“ heißen kann.<sup>99)</sup>

Indem ich mir vorbehalte, über die Reisegelegenheit des Massaloten am Schlusse dieses Aufsatzes meine Ansicht vorzutragen, will ich hier von dem Umstande, daß uns mit einer einzigen Ausnahme nur Seereisen des Pytheas überliefert sind, ganz absehen und nur kurz darauf hinweisen, daß an unserer Stelle ἐπέρχεσθαι tatsächlich „befahren“ heißt; denn „zu Fuße begehen“ heißt in der Sprache des Pytheas nach derselben Stelle „ἐμβαδὸν ἐπέρχεσθαι τι“.

Pytheas machte daher seine Reise ganz gewiß nicht zu Fuß längs der Meeresküste Europas, die damals mit angedehnten Mooren oder dichten Urwäldern bedeckt war, in denen wilde Tiere hausten und in denen sich zurechtzufinden nicht leicht gewesen sein mag. War es ja doch ungleich bequemer zu Schiffe die Küste entlang zu fahren und an geeigneten Stellen zu landen.

<sup>95)</sup> Forschungen zu Pytheas' Nordlandsreisen. Von Oberlehrer Dr. Friedrich Kähler. Stadtgymnasium zu Halle a. S. Festschrift zur Begrüßung der 47. Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner in Halle usw. Halle a. d. S. Verlag von Max Niemayer. 1903.

<sup>96)</sup> Kähler, l. c. S. 119.

<sup>97)</sup> Kähler, l. c. S. 119, Anmerkung 2.

<sup>98)</sup> Kähler, l. c. S. 118.

<sup>99)</sup> Kähler, l. c. S. 115, Anmerkung 2.

Infolge dieser Anschauung über Pytheas Reisegelegenheit schränkt Kähler die Reise des Massalieten noch mehr ein als dies Müllenhoff getan hatte.<sup>100)</sup>

Daher kann Pytheas auch Thule, das Kähler sehr verständig mit Island identifiziert, nicht betreten haben.

Wenn auch die astronomischen Forschungsergebnisse eine derartige Annahme zu rechtfertigen schienen, so sei dagegen zu bemerken, daß dieselben durch vergleichende Messungen mit dem Gnomon und durch mathematische Berechnung, aber nicht durch *αἰσθησις καὶ πείρα* an Ort und Stelle gewonnen worden seien.<sup>101)</sup>

Zur Begründung dieser These beruft sich Kähler merkwürdigerweise auf eine direkt auf Pytheas zurückgehende Nachricht, die das gerade Gegenteil von dem besagt, was Kähler beweisen will.

Geminus überliefert nämlich in seiner *εἰσαγωγή*<sup>102)</sup> folgenden bekannten Satz aus Pytheas' Schrift *περὶ τοῦ ὠκεανοῦ*: „ὅτι ἐδείκνυσον ἡμῖν οἱ βάρβαροι, ὅπου ὁ ἥλιος κοιμάται“, d. h. „es zeigten uns die Fremden die Stelle, wo die Sonne schläft.“ Hierauf fährt Geminus also fort: „Es ereignete sich nämlich in diesen Gegenden, daß die Nacht ganz kurz ward, in den einen von zwei, in den andern von drei Stunden, so daß nach Sonnenuntergang die Sonne nach kurzem Zwischenraume sofort wieder aufging.“<sup>103)</sup>

Kähler muß selbst zugestehen, daß die hier vorliegende Beobachtung eine Breitenlage von 64° 48', beziehungsweise von 65° 46' voraussetzt und daß man demnach annehmen müßte, Pytheas habe seine Beobachtung der zwei- und dreistündigen Nacht auf Island selbst gemacht. Da aber die dortigen Sommernächte taghell sind, so schließt Kähler also: „Hätte Pytheas wirklich irgendwo unter dem 65. Breitengrade eine völlig taghelle Nacht erlebt, so würde er sicher davon erzählt haben, ebenso, wie er von der zweistündigen Nacht Bericht erstattet hat.“

Aber dieses *argumentum ex silentio* Pytheae ist keineswegs so sicher als Pytheas' klare und bestimmte, jeden Zweifel ausschließende Angabe, daß die Sonne an den einen Orten zwei, an den andern drei Stunden nach ihrem Untergange sofort wieder aufging.

Weiter heißt es bei Kähler: „Unter dieser *νῆξ μικρά* muß also zum mindesten eine tiefe Dämmerung oder gar eine die tägliche Arbeit der Barbaren völlig hemmende Dunkelheit verstanden werden, und diese tritt in der Tat im Hochsommer für zwei bis drei Stunden auf den Shetlandsinseln zwischen dem 60° und 61° n. Br. ein.“

Kähler nimmt also an, daß Pytheas nordwärts nur bis zu den Shetlandsinseln gekommen sei und dort Erkundigungen über Thule-Island eingezogen habe.

Zum sonstigen Inhalte dieses Zitates sei hier nur bemerkt, daß für den Endzweck der Nordlandsfahrt des Pytheas die größere oder geringere

<sup>100)</sup> Kähler, l. c. S. 118.

<sup>101)</sup> Kähler, l. c. S. 124.

<sup>102)</sup> Geminus, *εἰσαγωγή* c. 5.

<sup>103)</sup> Geminus, *εἰσαγωγή* c. 5: „*συνέβαινε γὰρ περὶ τούτους τοὺς τόπους τὴν μὲν νύκτα παντελῶς μικρὰν γενέσθαι, ὥρων οἷς μὲν δυοῖν, οἷς δὲ τριῶν, ὥστε μετὰ τὴν δύσιν μικροῦ διαλείματος γενομένου ἐπανατέλλειν εὐθὺς τὸν ἥλιον.*“



Dunkelheit der Nacht vollständig belanglos war. Pytheas war es ja nur um die Ermittlung der Größe des Nachtbogens der Sonne zu tun, weshalb eben der Zeitpunkt des Unterganges und Aufganges der Sonne genau fixiert werden mußte.

Alle diese Hypothesen, welche das eine Ziel im Auge haben, die Ausdehnung der Fahrten des Forschungsreisenden aus Massilia so sehr als möglich einzuschränken, haben ihren Nährboden in der irrigen Voraussetzung, daß Pytheas seine beiden Reisen in einem oder höchstens in je einem Sommer gemacht habe. Aber in der Überlieferung liegt nicht der geringste Anhalt vor für die Annahme, daß er seine Reisen im Sommer zweier aufeinander folgender Jahre gemacht und den Winter irgendwo im Süden zugebracht habe; wohl aber haben wir in der Überlieferung einen urkundlichen Beleg dafür, daß Pytheas wenigstens einen Winter im hohen Norden verbrachte.

Nachdem Strabo II. 75, 18 überliefert hat, daß nach dem Zeugnisse Hipparchs am Borysthenes und im Keltenlande zur Zeit der Sommersonnenwende das Licht der Sonne auf seiner Wanderung vom Untergange zum Aufgange einen hellen Schein verbreite, zur Zeit der Wintersonnenwende dagegen sich höchstens 9 Ellen über den Horizont erhebe, heißt es dortselbst weiter: „In jenen Gegenden aber, welche von Massilia 6300 Stadien abstehen, sei dies in noch viel höherem Grade der Fall. An den Wintertagen erhebt sich die Sonne 6 Ellen über den Horizont, 4 aber in jenen Gegenden, welche von Massilia 9100 Stadien entfernt sind, weniger als 3 Ellen in jenen Gegenden, die nach unserer Berechnung viel nördlicher liegen dürften als Irland. Dieser (Hipparch) aber schenkte Pytheas Glauben und verlegte diese Ansiedelung in die nördlichsten Gegenden Britanniens und behauptet, daß dortselbst der längste Tag 19 Isemerinstunden währe, 18 aber, wo sich die Sonne 4 Ellen über den Horizont erhebt; diese, so sagte er, seien von Massilia 9100 Stadien entfernt.“<sup>104)</sup>

Aus dieser Stelle ersieht man erstens einmal, daß Pytheas, weil erst Eratosthenes den Bogengrad des Erdmeridians, eigentlich nur eine Strecke desselben, in Stadien umrechnete,<sup>105)</sup> die Entfernung der betreffenden Örtlichkeiten in Bogengraden ausgedrückt haben muß, weiters ergibt sich aus derselben, daß Pytheas diese Beobachtungen persönlich an Ort und Stelle gemacht hat.

<sup>104)</sup> Strabo II. 75, 18. Φησὶ δὲ ὁ Ἰππάρχος — ἐν(δὲ)τοῖς ἀπέχουσι τῆς Μασσαλίας ἑξακισχιλίους καὶ τριακοσίους (σταδίους) — πολὺ μᾶλλον τοῦτο συμβαίνειν. ἐν δὲ ταῖς χειμεριναῖς ἡμέραις ὁ ἥλιος μετεωρίζεται πήχεις ἕξ, τέτταρας δ' ἐν τοῖς ἀπέχουσι Μασσαλίας ἑνακισχιλίους σταδίους καὶ ἑκατὸν, ἐλάττους δὲ τῶν τριῶν ἐν τοῖς ἐπέκεινα, οἳ κατὰ τὸν ἡμέτερον λόγον πολὺ ἂν εἶεν ἀρκτικώτεροι τῆς Ἰέρνης. οὗτος δὲ Πυθέας πιστεύων κατὰ τὰ ἀρκτικώτερα τῆς Βρεττανικῆς τὴν οἴκησιν ταύτην τίθησι, καὶ φησὶ εἶναι τὴν μακροτάτην ἐνταῦθα ἡμέραν ὥρων ἰσημερινῶν δέκα ἐννέα, ὀκτωκαίδεκα δὲ ὅπου τέτταρας ὁ ἥλιος μετεωρίζεται πήχεις οὐς φησὶν ἀπέχειν τῆς Μασσαλίας ἑνακισχιλίους καὶ ἑκατὸν σταδίους κτλ.

<sup>105)</sup> Strabo, II. 94. Hergt, l. c. S. 57. Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 16.

Dem es wäre widersinnig und gegen alle Denkgesetze, wenn ein in der Astronomie wohlbewandeter Forschungsreisender, der im Sommersolstitium im hohen Norden die Tageslänge durch eine Äquatorialuhr ermittelt hatte, im Wintersolstitium in seiner Heimat im fernen Süden sich also ausdrücken möchte: „Jetzt erhebt sich dort, wo der längste Tag 18 Isemerinstunden währte, die Sonne 4 Ellen über den Horizont“ — was er nicht durch Erfahrung wissen konnte, während es unmittelbar einleuchtend wäre, wenn er sagte, im Wintersolstitium dauere dort, wo der längste Sommertag 18<sup>h</sup> währte, der Tag nur 6 Isemerinstunden. Auch hätte Pytheas, falls er diese Zahl nicht durch Beobachtung, sondern durch Berechnung gefunden hätte, dieselbe ganz entschieden nicht im Ellenmaße, sondern in Bogengraden ausgedrückt, da ihm ja, wie wir aus Hipparchus Überlieferung schließen müssen, die Einteilung des Kreises in 360° bekannt war, die Elle aber 2° ausmachte.<sup>106)</sup>

Dazu kommt noch folgender wichtige Grund: Pytheas hat nach der Überlieferung im Norden die Länge des Sommertages mittels der Äquatorialuhr gemessen, die Länge des Wintertages dagegen hat er nicht gemessen, sondern sich mit der Ermittlung der Mittagshöhe der Sonne begnügt, während er doch in Massilia beide Phänomene beobachtet hatte.

Wie ist dies zu erklären?

Der Augenblick des Auf- und Untergangs der Sonne entzieht sich im Winter im Norden wegen des auf dem Horizonte lagernden Nebels der Beobachtung, während um die Mittagszeit die Sonne in der Regel sichtbar ist.

Nach derselben Strabostelle hat Pytheas um die Zeit der Wintersonnenwende in einer um 10° südlicheren Breitenlage mit dem Ellenmaße die Mittagshöhe der Sonne gemessen und gefunden, daß sie dortselbst 9 Ellen, d. i. um 5 Ellen = 10° höher über den Horizont emporsteigt. Diese Zahl entspricht dem 48°, während die Sonne im Wintersolstitium am 58° n. Br. 4 Ellen hoch über den Horizont sich erhebt.

Nun wird aber niemand behaupten wollen, daß es möglich sei in einem und demselben Jahre am 48° und 58° n. Br. zur Zeit der Wintersonnenwende die Mittagshöhe der Sonne zu messen.

Wieder in einem eigenen Winter wurde die Mittagshöhe der Sonne am 54° n. Br. bestimmt, wo die Sonne 6 Ellen über den Horizont emporsteigt.

Die Beobachtung der Mittagshöhe der Sonne im Wintersolstitium am 48°, 58° 24' und am 54° n. Br. ist also ganz sicher von Pytheas persönlich gemacht worden.

Daraus ergibt sich die wichtige Schlußfolgerung, daß der Massaliote mehr als einen Winter im Norden oder, um mich noch präziser auszudrücken, im und am atlantischen Ozean zwischen dem 45° und 66° n. Br. verlebte.

Auch der scharfsinnige Bessell fühlte, daß man durch die Überlieferung dazu gedrängt wird, einen mehrjährigen Aufenthalt des Pytheas in den nördlichen Gegenden anzunehmen; er wollte sich aber diesem Zwange durch folgende Schlußfolgerung entziehen.

<sup>106)</sup> Berger, l. c. S. 176, und 337. Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 17.



Nach Bessell gehen Hipparchs Angaben in der oben zitierten Strabostelle auf Pytheas zurück.

Mit der Angabe der Dauer des längsten Sommertages ist immer die Mittagshöhe der Sonne im tiefsten Winter im Ellenmaße überliefert.

Da Hipparch Mittel genug hatte, sich mit größerer mathematischer Bestimmtheit auszudrücken, so kann die Annahme nicht gemacht werden, Hipparch sei bei der Berechnung von Ellen ausgegangen; die Angabe der letzteren muß auf einer anderen Quelle beruhen und diese kann nur Pytheas sein.

„Auf der anderen Seite konnte Pytheas nicht an jedem Orte, die wir bei Hipparch verzeichnet finden, die Beobachtung des längsten und kürzesten Tages gemacht haben; er hätte sonst mehrere Jahre darauf zubringen müssen. — Nun aber wissen wir, daß Pytheas genau die Stelle des Pols erst untersucht hat. Dieser Pol war überall in jeder sternhellen Nacht zu beobachten. Zog er nun einfach die Höhe des Poles, addiert mit 24, als der Zahl der Grade des Wendekreises, von 90 ab, so blieb ihm die Zahl der Grade übrig, um welche die Sonne in Winterstagen sich erhob.“<sup>107)</sup>

Auch Bessell gesteht zu, daß Pytheas an wenigstens vier — mit Thule-Island an fünf — Punkten die Tageslänge im Sommersolstitium maß, und zwar am  $48^{\circ}$ ,  $54^{\circ}$ ,  $58^{\circ}$  und  $61^{\circ}$  n. Br.<sup>108)</sup>

Nun ist es aber unmöglich in einem Sommer, auch wenn man das Solstitium auf etwa drei Wochen ausdehnen sollte — dies scheint in der Tat geschehen zu sein, weil Pytheas die Tageslänge nur auf die Stunde genau angibt — an soweit von einander entfernten Punkten Beobachtungen über die Tageslänge anzustellen. Dazu bedurfte es in der Tat eines Aufenthaltes von mehreren Jahren; während dieser Zeit war Gelegenheit geboten, einerseits an den Orten, an welchen Pytheas im Sommersolstitium die Tageslänge beobachtet hatte, im Wintersolstitium die Höhe der Sonne zu messen, andererseits ganz Britannien zu Fuße zu durchwandern.

Überhaupt muß man sich gegenwärtig halten, daß eine solche Navigation, wie sie Pytheas bei seiner Polarexpedition (Berger G. d. w. E. d. Gr., S. 333) machte, mit einem Dampfschiffe in einem Sommer bei glatter Kohlenversorgung knapp möglich wäre, weil man ja immerhin einen Aufenthalt von einigen Tagen an jedem der genannten Parallelkreise annehmen muß; dann aber hätte Pytheas kaum mehr Zeit gehabt, ganz England seiner Länge nach auf gut gebahnten Straßen mit einem Automobil zu durchrasen, geschweige denn, es zu Fuße zu durchwandern.

<sup>107)</sup> W. Bessell, über Pytheas von Massilien usw. Göttingen 1858. S. 52, 53.

Bedeutet  $\varphi$  die Polhöhe, M die Mittagshöhe der Sonne an den Äquinoktien (Äquatorhöhe), MS die Mittagshöhe der Sonne im Sommer-, MW die Mittagshöhe der Sonne im Wintersolstitium und  $\delta$  die Deklination der Sonne an den Solstitien, so ist zunächst  $M + \varphi = 90^{\circ}$ , woraus  $M = 90^{\circ} - \varphi$ .

Addiere ich zu  $\varphi$  fürs Wintersolstitium 24 als Deklination der Sonne und subtrahiere ich dieselbe Zahl fürs Sommersolstitium von  $\varphi$ , so erhalte ich die Mittagshöhe der Sonne fürs betreffende Solstitium nach den Gleichungen

$$\begin{aligned} MS &= 90^{\circ} - (\varphi - \delta) \\ MW &= 90^{\circ} - (\varphi + \delta) \end{aligned}$$

<sup>108)</sup> Bessell, l. c. S. 54 ff.

Wir haben ferner keinen Grund an der Glaubwürdigkeit des Massalieten zu zweifeln, wenn er sagt, daß er ganz Britannien zu Fuße begangen habe; daß es aber unmöglich ist, in einem Sommer bis zu den Shetlandsinseln vorzudringen und zugleich ganz Britannien zu Fuße zu bereisen, braucht nicht erst bewiesen zu werden.

Doch wozu soll ich mich noch weiter bemühen, eine Hypothese widerlegen zu wollen, die zwar, wohl durchdacht und gut in sich abgerundet, das Problem zu lösen scheint, aber auf den Kern der Frage nicht eingeht?

Kähler ist nämlich in demselben Irrtume befangen, dessen Opfer auch ich lange Jahre war, bis ich von Professor Hugo Berger eines anderen belehrt wurde.

Pytheas war in erster Linie Astronom, nicht Entdeckungsreisender.

Er unternahm seine erste Fahrt nach dem Norden im Dienste seiner Wissenschaft. Das Ziel, das er sich gesteckt hatte, war bis zu jenem Parallelkreise vorzudringen, an welchem sich im Sommer- solstitium das Phänomen des 24stündigen Sommertages beobachten ließ.

Dies ermöglichte ihm nämlich eine Kontrolle der Richtigkeit seiner in Massilia durchgeführten Bestimmung der Schiefe der Ekliptik, jener Grundtatsache der astronomischen Geographie, von deren Erkenntnis die genaue Ermittlung der Stellung der Erdachse zur Sonnenbahn und die Breite der Zonen oder Gürtel der Erde abhing. Diesem Zwecke diente als Vorarbeit auch die nähere Bestimmung des Pols durch Pytheas. Die Annäherung an diesen Parallelkreis ermittelte er durch Beobachtung der Tageslänge im Sommer- und der Mittagshöhe der Sonne im Wintersolstitium.<sup>109)</sup>

Die unmittelbare Folge der Schiefe der Ekliptik ist die Zu- und Abnahme der Tage oder die Veränderung der Morgen- und Abendweite auf einem und demselben Breitenkreise an den verschiedenen Tagen des Jahres.

Es muß daher auch Pytheas' Absicht gewesen sein, durch eine größere Reihe von Beobachtungen das Gesetz abzuleiten, nach welchem mit der geographischen Breite die Morgen- und Abendweite an den Solstitien, den Extremen dieser Zu- und Abnahme, sich ändert.

Die Entfernung der einzelnen Beobachtungsstationen von Massilia, dem Ausgangspunkte und der Basis seiner astronomischen Ortsbestimmung, drückte er, wie oben erwähnt, in Bogengraden aus.<sup>110)</sup>

Pytheas' erste Nordlandsreise ist daher nicht so sehr mit der Entdeckungsfahrt des Columbus auf eine Stufe zu stellen; sie hat vielmehr Ähnlichkeit mit den von den modernen Staaten ausgerüsteten Expeditionen zur Beobachtung einer totalen Sonnenfinsternis oder eines Venusdurchganges.

<sup>109)</sup> Strabo, II. 75, 18, und Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 16 und 18.

<sup>110)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 18. Vergl. oben.



Das angestrebte Ziel mußte also, wenn überhaupt menschenmöglich, unbedingt erreicht werden.

Aus diesem Grunde ist das Pytheas-Problem auch nur insoweit ein Problem der klassischen Philologie, als die Quellen der griechischen und lateinischen Literatur angehören. Seinem Inhalte nach aber ist es ein Problem der astronomischen Geographie, nicht der klassischen Philologie, welche mit ihren Mitteln dieses Problem überhaupt gar nicht zu lösen imstande ist.

Wenn aber Kähler glaubt, daß die astronomischen Forschungsergebnisse durch vergleichende Messungen mit dem Gnomon und durch mathematische Berechnung sich erreichen ließen, so hat er sich die Sache offensichtlich nicht gut überlegt.

Vergleichende Messungen mit dem Gnomon hatten für Pytheas nur dann einen Wert, wenn sie im Sommersolstitium in verschiedenen Breiten durchgeführt wurden; dies hat aber zur notwendigen Voraussetzung einen Aufenthalt von mehr als einem Sommer in den hochnordischen Gegenden. Allerdings bin ich der Anschauung, daß man auf Grund der Quellen zu einer solchen Annahme gezwungen ist; aber Kähler ist eben der entgegengesetzten Meinung.

Mit dem Gnomon vergleichende Messungen anzustellen, empfahl sich aber unter dem bewölkten Himmel des Nordens<sup>111)</sup> überhaupt nicht; es brauchte bloß um 12<sup>h</sup> mittags eine neidische Wolke die Sonne zu verhüllen, und die ganze Mühe war umsonst. Doppelt so viel Chancen bot die Beobachtung der Tagelänge mittels einer Klepsydra oder mittels der am Polos angebrachten Äquatorialuhr (Vergl. Figur II).

Es brauchte in diesem Falle nur der Zeitpunkt des Auf- oder Unterganges der Sonne mittels der Klepsydra annähernd genau beobachtet zu werden, was auch bei bewölktem Himmel häufig möglich ist, und die Tageslänge war bestimmt. Der Polos gab in diesem Falle die Mittagsstunde an.<sup>112)</sup>

Daß Pytheas im hohen Norden mit dem Gnomon Messungen angestellt haben soll, ist unwahrscheinlich; davon wird nichts überliefert: wohl aber wird überliefert, daß er im Sommer die Tageslänge beobachtete und im Winter mittels seines Winkelmeßinstrumentes Sonnenhöhen maß.

Mathematische Berechnungen waren aber ganz zweck- und aussichtslos.

Da nämlich, wie schon oben erwähnt, der Horizont eines Bewohners der nördlichen oder südlichen Hemisphäre — die beiden Pole ausgenommen — die Parallelkreise nicht senkrecht, sondern unter einem spitzen Winkel schneidet, der umso spitzer wird, je weiter der Standpunkt des Beobachters vom Äquator entfernt ist,<sup>113)</sup> so nimmt die Morgen- und Abendweite der

<sup>111)</sup> Mair, der karthag. Admiral Himilko ein Vorläufer und Wegweiser des Pytheas. Pola 1899. S. 31.

<sup>112)</sup> Tatsächlich wird von Pytheas die Tageslänge in Massilia auf die Minute, im hohen Norden aber nur auf die Stunde genau angegeben.

<sup>113)</sup> Vergl. Antolycus, de Sphaera mobili, Satz VI, VII, VIII, XI und XII bei Wolf, l. c. S. 113.

Sonne und dementsprechend auch die Tageslänge nicht im gleichen Verhältnisse mit der geographischen Breite, sondern in einem Verhältnisse zu, welches das Altertum vor Hipparch durch Berechnung überhaupt nicht finden konnte. Dieses Verhältniß mußte erst durch eine Reihe von Beobachtungen erforscht werden, um dann das Problem zwar nicht auf rechnendem Wege, wohl aber durch Konstruktion lösen zu können.

Zu diesem Zwecke war es aber notwendig, daß Pytheas an Ort und Stelle in eigener Person die betreffenden Beobachtungen anstellte.

Dies wird sofort klar werden.

In der Figur VII ist:

$\alpha$  = Abendweite am 21. Juni;

$\delta$  = Deklination der Sonne am 21. Juni oder Schiefe der Ekliptik;

$\varphi$  = Polhöhe oder der einen Kathete des fettgezeichneten rechtwinkligen sphärischen Dreieckes;

$90^\circ - \alpha$  = der anderen Kathete desselben Dreieckes;

$90^\circ - \delta$  = Hypotenuse dieses Dreieckes.

Bei der Auflösung dieses sphärischen Dreieckes finden folgende zwei Sätze ihre Anwendung:

a) der Kosinus der Hypotenuse = dem Produkte der Kosinus der beiden Katheten;

b) die Funktionen eines Winkels = den Kofunktionen des komplementären Winkels.

Wende ich nun diese beiden Sätze auf unseren Fall an, so ergibt sich Folgendes:

$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos \varphi \cdot \cos(90^\circ - \alpha)$$

$$\sin \delta = \cos \varphi \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{\sin \delta}{\cos \varphi}$$

Die gegenseitige Abhängigkeit der geographischen Breite und der Morgen- und Abendweite voneinander ersieht man aus folgender Tabelle, welche mit Hilfe der obigen Formel berechnet ist.

Abhängigkeit der Morgenweite von der geographischen Breite für das Sommersolstitium.

Geograph. Breite	Morgenweite
0°	23° 30'
45°	34° 19'
50°	38° 20'
55°	44° 19'
60°	79° 21'
66° 30'	90°

Aus vorstehender Tabelle ersieht man also, daß mit der Zunahme der geographischen Breite auch die Morgenweite wächst, aber nicht proportional,



sondern in einem viel stärker anschwellenden Verhältnisse, das nur mittels der sphärischen Trigonometrie berechnet oder auf konstruktivem Wege ermittelt werden kann.

Die durch Berechnung zu lösende Aufgabe, in welchem Verhältnisse mit der geographischen Breite die Morgen- oder Abendweite zu- beziehungsweise abnimmt, ist also ein Problem der sphärischen Trigonometrie und war daher für Pytheas unlösbar. Wohl aber ließ sich eine solche Aufgabe auf Grund einer längeren Beobachtungsreihe durch Konstruktion an einer künstlichen Sphära mit Sicherheit lösen.

An ein Ablesen an einer künstlichen Sphära ist auch nicht zu denken; denn ein solches Ablesen ist erst dann zuverlässig, wenn die betreffenden Verhältnisse in der Natur erforscht sind. Welchen Zweck hätte übrigens in diesem Falle die ganze Expedition gehabt, wenn die Übereinstimmung der Theorie mit der Wirklichkeit so ausgemacht gewesen wäre? Diese Gewißheit hatte man aber damals, als man erst anfang, diese Verhältnisse zu erforschen, noch lange nicht.

Weil die Sache sich also verhält, so darf die Frage nicht so gestellt werden, wie dies Kähler tut, ob sich aus der Überlieferung Pytheas' Anwesenheit auf Thule-Inland erweisen läßt oder nicht, sondern die Frage muß vielmehr lauten, bis zu welchem Parallelkreise Pytheas nach seinen eigenen Angaben nordwärts vorgedrungen ist.

Wenn sich dann eine solche Überlieferung findet, welche die Beantwortung dieser Frage im astronomischen Sinne ermöglicht, so darf man sie zwar nicht leichtgläubig hinnehmen, man darf aber auch nicht durch allhand gekünstelte und spitzfindige Interpretationen den astronomischen Inhalt derselben einfach wegeskamotieren; man muß vielmehr zuerst untersuchen, welchen Grad von Genauigkeit die Methoden, welche der Massalote bei seinen astronomischen Beobachtungen anwandte, besaßen und dann prüfen, welcher Grad von Zuverlässigkeit dieser Nachricht, mit dem Maßstabe dieser Methoden gemessen, zuerkannt werden darf.

Sucht man also nicht durch mehr oder weniger gewaltsame Interpretation die Annahme, daß Pytheas die Insel Thule betreten habe, zu widerlegen, sondern fragt man vielmehr, welchen Zweck der Massalote bei seiner Nordlandsfahrt verfolgte und bis zu welchem Parallelkreise er nach seinen eigenen Worten vorgedrungen sei, so läßt sich diese Frage, so gestellt, klipp und klar beantworten.

Wir haben oben gesehen, daß die astronomischen Beobachtungen des Massaloten durch große Genauigkeit sich auszeichnen und daß ihnen daher die größte, ja eine nahezu absolute Zuverlässigkeit zuerkannt werden muß.

Nun sagt bei Geminus Pytheas selbst: „Es zeigten uns die Barbaren den Ort, wo die Sonne schläft“ und weiters, daß sie an den einen Orten zwei und an den andern Orten drei Stunden (selbstredend: Isemerinstunden) nach ihrem Untergange wieder aufging.

Welche Bestätigung verlangt man denn noch, wenn man in diese Worte eines durch große Zuverlässigkeit sich auszeichnenden Astronomen, Worte, die an Klarheit und Bestimmtheit nichts zu wünschen übrig lassen, noch Zweifel setzt?

Nach der Theorie mußte jener Parallelkreis, an welchem im Sommer-solstitium die Sonne nicht untergeht, sondern um Mitternacht im Nord-punkte nur den Horizont berührt, im Wintersolstitium dagegen nicht aufgeht, sondern um 12<sup>h</sup> mittags nur als Lichtschein im Südpunkte sichtbar wird, ebenso weit vom Pole entfernt sein, wie der Wendekreis vom Äquator. Bis zu diesem Parallelkreise vorzudringen, muß Pytheas' Absicht gewesen sein.

Wir nennen diesen Breitenkreis „Polarkreis“.

Welchen Namen hatte er bei den Griechen?

Vor Pytheas hatte er überhaupt keinen eigenen Namen; von Pytheas an bezeichnete man ihn mit einem Worte, mit dem man früher den Himmels-Parallel benannt hatte, der die für einen bestimmten Ort nie untergehenden Sterne oder die Zirkumpolarsterne einschloß. Dieser Kreis wurde ἀρκτικός κύκλος genannt und war naturgemäß für jeden Ort verschieden. Erst nachdem man die Schiefe der Ekliptik auf 24<sup>o</sup> berechnet hatte und einsah, daß die Länder jenseits des heutigen Polarkreises im Winter kein Licht, im Sommer dagegen immer Tag haben, d. h. von Pytheas angefangen, versetzte man den Polarkreis hierher.<sup>114)</sup>

Pytheas hatte nämlich diesen Kreis nach Strabo also definiert: „Bei ihnen (den Bewohnern von Thule) wird der Sommerwendekreis gleich groß wie der Bärenkreis; einige Sätze nachher heißt es betreffs derselben Gegenden, „wo der Sommerwendekreis zum Bärenkreise wird.“<sup>115)</sup>

Da der Polarkreis und der Wendekreis nicht zusammenfallen, ja nicht einmal einen Punkt mit einander gemeinsam haben, so erscheinen diese Worte zunächst rätselhaft.

Des Rätsels Lösung finden wir aber, wenn wir uns erinnern, daß nach der Sphärik beim schiefen Horizonte jene Parallelkreise, welche dem sichtbaren Pol näher, beziehungsweise ferner sind, umso größer, beziehungsweise kleiner erscheinen, je mehr oder weniger der Horizont des Beobachters gegen den Äquator geneigt ist.<sup>116)</sup>

Je größer aber ein Parallelkreis erscheint, umso mehr erhebt er sich über den Horizont. Größer bedeutet also hier soviel wie höher über den Horizont aufsteigend.

Daß diese Erklärung richtig ist, beweist Posidonius bei Strabo II. 136. Posidonius spricht dort von den ein-, zwei- und dreischattigen Erdenbewohnern; hierauf fährt er also fort: „Dieser einseitige Schattenwurf findet statt bei all denjenigen, welche den Polarkreis kleiner haben als den Wendekreis; dort aber, wo man den Polarkreis dem Wendekreise gleich, oder wo man den

<sup>114)</sup> Aus einem Vorlesehefte Professor Oberhummers in Wien.

<sup>115)</sup> Strabo, II. 114, 8.

<sup>116)</sup> Vergl. Satz II und IX der Sphärik des Antolycus bei Wolf, I. c. S. 113.



Polarkreis größer als den Wendekreis hat, da beginnt die Zone der Umschattigen, welche bis zum Pole reicht.“<sup>117)</sup>

Wenn nun, wie man aus dieser Stelle deutlich ersieht, die Bewohner der gemäßigten Zone den Wendekreis größer als den Polarkreis, die Bewohner der Polarzone dagegen den Polarkreis größer als den Wendekreis haben: so mußten nach dieser Theorie diese beiden Kreise im hohen Norden an irgend einem Parallelkreise zusammenfallen. Weil dies aber wegen der ganz verschiedenen Neigung der beiden Kreise gegen den Horizont unmöglich ist, so kann dies nur soviel heißen, daß der tiefste Punkt des Polarkreises und der höchste Punkt des Wendekreises irgendwo, d. h. eben an diesem Parallelkreise gleich hoch über den Horizont sich erheben.

Nun erhebt sich am Polarkreis — damals  $66^{\circ}$  n. Br. — der Wendekreis im Sommersolstitium  $48^{\circ}$  über den Horizont; der tiefste Punkt des Wendekreises ist am Polarkreise  $0^{\circ}$ , d. h. die Sonne berührt um Mitternacht den Horizont.

Der höchste Punkt des Polarkreises geht durch den Zenith und erhebt sich also  $90^{\circ}$  über den Horizont; sein tiefster Punkt muß, weil er parallel mit dem Wendekreise läuft, auch  $48^{\circ}$  tiefer liegen als sein höchster, also  $42^{\circ}$  über den Horizont sich erheben. Hieraus folgt, daß am  $66^{\circ}$  n. Br. „der Sommerwendekreis“ nicht „zum Bärenkreise wird“, wie Pytheas behauptet hatte. Gehen wir aber  $3^{\circ}$  weiter nach Norden, so ist der höchste Punkt des Wendekreises  $45^{\circ}$  vom Horizont entfernt; ebenso weit erhebt sich dortselbst der tiefste Punkt des Polarkreises über den Horizont.

Am  $69^{\circ}$  n. Br. wird also tatsächlich nach der Anschauung der Alten „der Sommerwendekreis zum Bärenkreise“.

Pytheas' Rechenfehler beweist uns, daß er am Polarkreise keine Beobachtungen mehr angestellt, sondern die dortigen Verhältnisse einfach theoretisch, aber in fehlerhafter Weise erschlossen hat.<sup>118)</sup>

Den Polarkreis hat also Pytheas nicht erreicht; er kam demselben aber bis auf einen halben Grad nahe.

Den Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung liefert uns Eratosthenes, welcher den Westen und den Norden Europas ganz nach Pytheas bearbeitet hatte.<sup>119)</sup>

Nach Geminus hatte Pytheas seine Beobachtung der zwei- und dreistündigen Sommernacht in ungefähr gleich weiter Entfernung nördlich und südlich vom  $65^{\circ}$  n. Br. gemacht; nach Eratosthenes ist der Parallel von Thule 11.500 Stadien von der Borysthenesmündung entfernt. 11.500 Stadien<sup>120)</sup> sind

<sup>117)</sup> Joh. Gust. Cuno, Forschungen im Gebiete der alten Völkerkunde. I. Teil. Die Skythen. Berlin 1871. S. 101.

<sup>118)</sup> Vergl. Cuno, l. c. S. 100—102.

<sup>119)</sup> Strabo, 63; vergl. Cuno, l. c. S. 100—102; Mair, Himilko S. 7.

<sup>120)</sup> Gemeint sind attische Stadien zu je 185 m. Vergl. Mair, Ἑλληνικά. Villach 1896. (Gymnasialprogramm.) a) Das Itinerarstadium. S. V und VI. Dr. Max C. P. Schmidt, zur Geschichte der geograph. Literatur bei Griechen und Römern. Wissenschaftl. Beilage zum Programm des Askanischen Gymnasiums zu Berlin. Ostern 1887 — schreibt auf S. 22, 23 Folgendes: „Die Griechen maßen in der Theorie nach einem einzigen Stadium, dem Olympischen. Ein anderes kennen sie nicht als Maß. In der Praxis aber ward dieses Maß zu einem doppelten:

= 19° 10'; da nun die Borysthenesmündung unter dem 46° 30' n. Br. liegt, so führt uns jener durch Thule gehende Parallelkreis bis zum 65° 40' n. Br.<sup>121)</sup>

Nun behauptet aber Hipparch, daß der Parallel der Borysthenesmündung das südliche Britannien treffe.<sup>122)</sup>

Das südliche England berührt aber nicht der 46° 30', sondern der 50° n. Br.

Diese irrümliche Überlieferung kann aber nicht von Pytheas und dem von ihm in diesem Teile der Ökumene ganz abhängigen Eratosthenes herrühren. Denn Pytheas hatte einerseits die Polhöhe der Nordspitze Schottlands und der Südwest- und Südostspitze Englands richtig gemessen,<sup>123)</sup> war aber andererseits wohl niemals an der Borysthenesmündung gewesen.

Daraus folgt einerseits, daß diese Nachricht nicht von Pytheas und Eratosthenes herrühren kann, sondern auf Rechnung des Hipparch gesetzt werden muß, andererseits, daß die ursprüngliche Festlegung des Parallels von Thule durch Pytheas und Eratosthenes von dem Parallel der Borysthenesmündung ganz unabhängig gewesen sein und letzterer erst später auf Grund einer richtigen Beobachtung von Eratosthenes eingesetzt worden sein muß.

Den Fehler hat also nicht Eratosthenes, sondern Hipparch verschuldet.

Hipparch hatte überhaupt, wie man aus der Stelle bei Strabo II. 75, 18 ersieht, über die Breitenlage der Borysthenesmündung ganz unrichtige Vorstellungen.

Wenn er nämlich behauptet, daß an der Borysthenesmündung — 46° 30' n. Br. — zur Zeit der Sommersonnenwende die Sonne auf ihrer Wanderung vom Untergange zum Aufgange einen hellen Schein verbreite, so ist dies gerade so richtig, wie wenn jemand behauptete, in Marburg a/Dr. — 46° 34' n. Br. — seien die Sommernächte taghell.

Nun war aber Hipparch ein zu guter Mathematiker, um nicht zu wissen, daß dies am 46° n. Br. unmöglich ist; hieraus folgt, daß er die Borysthenesmündung weit über den 50° n. Br. hinausgerückt haben muß. Da aber nach

einem Schritt- und einem Meßstadium. In den meisten Fällen nämlich maßen die Griechen nicht, sondern schritten die Strecke aus usw.<sup>4</sup>

Das Stadium, eine Erfindung der Chaldäer, bezeichnet die Strecke, die ein rüstiger Mann in zwei Minuten, der Dauer des Sonnenaufganges, zurücklegt; diese Strecke ist durchschnittlich 250 Schritte lang. Die durchschnittliche Länge des Reiseschrittes beträgt 0.74 m; 0.74 m 250mal genommen, ergeben eine Strecke von 185 m, genauer von 185.5 m. Dies Stadium war das Maß der Seefahrer; denn es kann kein Zufall sein, daß die im Seewesen von den Griechen ganz abhängigen Römer sich bei ihren Seefahrten dieses Stadiums von 185 m bedienten. Die Römer setzen nämlich regelmäßig das Stadium =  $\frac{1}{8}$  ihrer Meile von 1480 m.

Auch den Seefahrten des Pytheas in der Ostsee und im atlantischen Ozean liegt dieses Stadium zugrunde. Vergl. die Karten zu Mair, auf alten Handelswegen.

Aber auch unter den Landreisenden war das attische Stadium allgemein verbreitet. Die weltentlegenen Hellenen im Skythenlande bedienten sich, wie ich seinerzeit nachgewiesen habe, nur des attischen Stadiums von 185.5 m. Vergl. Mair, *Ἑλληνικά*, S. IV–VIII, wo auch die wissenschaftlichen Nachweise angeführt sind.

<sup>121)</sup> Mair, Himilko, S. 7; Cuno, l. c. S. 100.

<sup>122)</sup> Berger, l. c. S. 426.

<sup>123)</sup> W. Sieglin, Entdeckungsgeschichte von England im Altertum. Vortrag, gehalten auf dem VII. internationalen Geographenkongreß in Berlin 1899. S. 681 und 683.



Hipparch der Parallel des Borysthenes durch den Süden Englands geht, so mußte in seiner Vorstellung auch Britannien dementsprechend weiter nach Norden hinauf rücken, als dies in der Wirklichkeit der Fall ist.

Daß in der Vorstellung Hipparchs Britannien aber tatsächlich weit nach Norden hinaufgerückt war, ergibt sich daraus, daß er fürs Keltenland im Hochsommer dieselben Beleuchtungsverhältnisse annimmt, wie sie nach seinem Dafürhalten um dieselbe Zeit an der Borysthenesmündung herrschen.

Pytheas aber, der die Polhöhe der Nord- und Südspitze Britanniens persönlich und richtig bestimmt hatte, sowie der von ihm abhängige Eratosthenes müssen von diesen Irrtümern frei gewesen sein und die Sachlage richtig aufgefaßt haben.

Denn Pytheas hatte ganz sicher gerade ebenso wie er die Breitenlage aller übrigen Örtlichkeiten des Nordens auf Massilia bezogen hatte, auch den Parallel von Thule von Massilia und nicht von der Borysthenesmündung aus gerechnet; dasselbe muß aber auch Eratosthenes getan und daher die Breite von Thule richtig überliefert haben; erst nachdem er sich davon überzeugt hatte, daß die Polhöhe der Borysthenesmündung richtig bestimmt sei, bezog Eratosthenes die Breite von Thule auf diesen charakteristischen Parallel.

Die Richtigkeit dieser Schlußfolgerung ergibt sich daraus, daß Eratosthenes Thule hart unter dem Polarkreise, d. h. in Übereinstimmung mit der Wirklichkeit in unmittelbarer Nähe des  $66^{\circ}$  n. Br. ansetzt.

Im entgegengesetzten Falle wäre man zur Annahme gezwungen, Eratosthenes habe den  $69^{\circ}$  n. Br., wo „der Sommerwendekreis zum Bärenkreise wird,“ für den Polarkreis gehalten. Dieser Annahme widerspricht aber die Angabe des Eudemos von Rhodus, man habe gefunden, daß der Pol der Ekliptik vom Himmelspol  $24^{\circ}$  entfernt sei.

Drei Nachrichten über die Breitenlage von Thule treffen also sozusagen auf demselben Parallelkreise zusammen: die Nachricht des Geminus, die Angabe über die Entfernung des durch die Mitte von Thule gehenden Parallelkreises von der Borysthenesmündung und die Nachricht von der Lage Thules hart unter dem Polarkreise.

Es kann also wohl kein Zweifel darüber aufkommen, daß Pytheas Thule tatsächlich betreten und dortselbst astronomische Beobachtungen angestellt hat.

Nachdem wir einmal soweit sind, können wir erst die Frage erörtern, welche Insel unter Pytheas' Thule<sup>124)</sup> zu verstehen sei; denn daß Thule eine

<sup>124)</sup> Cuno, l. c. S. 102, hält den Namen für keltisch. P. Cinerio, de Thule veterum. Florent. 1742 entscheidet sich für die phönizische Herkunft des Namens; darnach würde Thule bedeuten „Insula tenebrarum“. Diese Etymologie unterstützt Schmeckel, Pytheae — quae supersunt fragmenta edd. atque illustravit. Merseburgi 1848. S. 14, Anmerkung 4. Callegari entscheidet sich für den angelsächsischen Namen Tell, Till, Tiul = Grenze. Adelung „über die älteste Geschichte der Teutschen. Leipzig 1818.“ S. 51—98 — leitet den Namen vom irischen Thual = Norden ab. So ansprechend der phönizische Name mit Rücksicht auf die physikalischen Verhältnisse Islands wäre (vergl. Callegari, l. c. S. 48) — so hängt das Wort doch am wahrscheinlichsten mit dem irischen Thual zusammen.

Übrigens wurde der Name Thule in verschiedenen Zeiten wenigstens elf verschiedenen

Insel ist, sagt die Überlieferung ausdrücklich.<sup>125)</sup> Der 65<sup>o</sup> n. Br. geht durch die Mitte von Island, aber auch durch Skandinavien, das bis tief ins Mittelalter hinein als Insel galt. Aber Skandinavien tritt bei Pytheas unter dem Namen Baltia auf, und es wird von ihm gesagt, es sei eine Insel von ungeheurer Ausdehnung und sei von der Skythenküste drei Tagreisen weit entfernt.<sup>126)</sup>

Unter Skythen versteht Pytheas die Völker, welche ostwärts von den Kelten saßen, in erster Linie die Germanen.

Die Westgrenze der Germanen war zu jener Zeit die Leine, welche, mit der Aller sich vereinigend, in die Weser mündet.<sup>127)</sup> Wir können daher zu Pytheas' Zeit die Elbe als Grenze zwischen Kelten und Germanen annehmen. Denn wenn auch Müllenhoff, der für seine Pytheas-Hypothese die Teutonen unbedingt an der Nordseeküste haben muß,<sup>128)</sup> auf sprachgeschichtlichem Wege nachgewiesen hat, daß das Mündungsgebiet der großen Flüsse ostwärts von der Rheinmündung von jeher germanisch war,<sup>129)</sup> so ist damit noch keineswegs erwiesen, daß diese Gegenden früher nicht andere, jetzt verschollene Namen getragen haben können. Denn die früheren Namen konnten sich nur dann erhalten, wenn die Völker sich friedlich mischten, nicht aber, wenn die Eingeborenen von einem erobernd eindringenden Volke verjagt, oder gar, wenn sie durch Elementarereignisse gezwungen worden waren, ihr Land zu verlassen.

Ist Müllenhoffs Annahme unter Berücksichtigung des ursprünglichen Verbreitungsgebietes der Germanen über Mecklenburg, Vorpommern, Schleswig-Holstein, Jütland, die dänischen Inseln und das südliche Schweden,<sup>130)</sup> sowie ihrer westlichen Erstreckung im IV. Jahrhundert v. Chr. bis an die Elbe schon

Inseln und Landstrichen beigelegt, und er bezeichnete die jedesmalige Grenze der bekannten Erde gegen Norden hin. Vergl. Callegari, l. c. S. 48.

Darnach ist auch die Stelle bei Tacitus, Agricola, cap. 10, zu beurteilen. Die Stelle lautet also: „Dispecta est et Thule quadam tenus.“ Wenn in dieser Stelle Tacitus den Agricola auf seiner Fahrt um Schottland nach Entdeckung der Orcaden auch die Insel Thule des Pytheas in der Ferne erblicken läßt, so kann damit nur die Shetlands-Gruppe gemeint sein. Vergl. Oskar Peschel, Geschichte der Erdkunde. München 1865. S. 2. Damit ist aber nur erwiesen, daß Agricola die Shetlands-Gruppe für Pytheas' Thule hielt, nicht aber, daß man unter den Shetlands-Inseln tatsächlich Pytheas' Thule zu suchen habe. Die Frage, wo, d. h. unter welcher Breite man Pytheas' Thule zu suchen habe, kann nur die astronomische Geographie entscheiden.

<sup>125)</sup> Strabo, 114 und I. 63. Vergl. Kähler, l. c. S. 124.

<sup>126)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 41. Die Nachricht ist überliefert von Plinius n. h. IV. § 95, und lautet: „Xenophon Lampsacenus a litore Scytharum tridui navigatione insulam esse immensae magnitudinis Baltiam tradit; eandem Pytheas Basiliam nominat.“ — Vergleicht man diese Stelle mit Plinius XXXVII. § 35, in der von der Bernsteininsel Abalus des Pytheas die Rede ist, und die mit folgenden Worten schließt: „huic (Pythae) et Timaeus credit, sed insulam Basiliam vocavit“ — und berücksichtigt man den Umstand, daß Timaeus in vollständiger Abhängigkeit von Pytheas erscheint, so ergibt sich, daß Pytheas sowohl den Namen Abalus als auch Baltia mit Βασιλεία (νήσος) übersetzt hat. Mair, auf alten Handelswegen, S. 41 ff.

<sup>127)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 60.

<sup>128)</sup> Müllenhoff, D. A. I., S. 480 ff., 487, 489

<sup>129)</sup> Müllenhoff, D. A. II. an verschiedenen Stellen und Karte I., Kelten und Germanen im IV.—I. Jahrhundert v. Chr. Mair, auf alten Handelswegen, S. 52, Anmerkung 159.

<sup>130)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 57.



an und für sich sehr unwahrscheinlich, so wird dieselbe vollständig widerlegt durch zwei Zeugnisse aus dem Altertume.

Denn wenn einerseits Ephorus bei Strabo p. 293 sagt, daß den „Kelten durch Wasser und die Fluten des Ozeans größere Verluste entstehen als durch Krieg“, und andererseits die Druiden nach Timagenes erzählten, ein Teil der Bevölkerung Galliens bestehe aus solchen, die durch Krieg und Meeresfluten von den äußersten Inseln und jenseits des Rheins vertrieben, neben der autochthonen Bevölkerung Platz gefunden hätten: so ist klar genug bewiesen, daß einerseits die ungünstigen physikalischen Verhältnisse nicht an der französischen, sondern an der Nordseeküste herrschten, und daß andererseits an der Nordseeküste ursprünglich nicht Germanen, sondern Kelten gewohnt haben müssen.<sup>131)</sup>

Die Skythenküste erstreckte sich also vom rechten Ufer der Elbe bis zur Ostküste Europas; denn in der Zeit nach Herodot wurden die Völker des nordöstlichen Europas unter dem Sammelnamen „Skythen“ zusammengefaßt.<sup>132)</sup>

In meinem Aufsatz „auf alten Handelswegen“ habe ich den kartographischen Nachweis geführt, daß die 6000 Stadien oder sechs Tagfahrten vom atlantischen Ozean entfernte Bernsteininsel Abalus das heutige Samland sei; dort hielt sich Pytheas längere Zeit auf, um Bernstein einzuhandeln und durch diese dem Golde gleich geschätzte Rimesse die Kosten der Expedition hereinzubringen; es ist also am natürlichsten, wenn man von diesem Eilande aus die drei Tagfahrten von der Skythenküste entfernte „Insel Baltia von unermeßlicher Größe“ aufzufinden sucht.

Diese Annahme wird nahezu zur Gewißheit, wenn man Plinius IV § 94<sup>132a)</sup> zum Vergleiche heranzieht. Dort ist die Rede von der Bernsteininsel des Pytheas, und es wird von ihr gesagt, daß sie eine Tagfahrt vor jenem Teile Skythiens liege, welcher Rannonia heißt.

Nun gab es aber im Altertume keinen Punkt an der Ostseeküste, welcher eine Rimesse geboten hätte, die an Wert dem Bernstein auch nur annähernd gleich gekommen wäre.

<sup>131)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 52, 53, 57. Meine auf Seite 53 jener Abhandlung verfochtene Anschauung habe ich als einen Irrtum erkannt. Berger, G. d. w. E. d. Gr., schreibt auf Seite 366 zu dieser Frage Folgendes: „Mit der Nennung der Skythenküste weisen die Fragmente (des Pytheas) über die Keltenküste, also auch über die Nordseeküste östlich hinaus.“ Vergleiche Berger, l. c. S. 367, Anmerkung 5.

<sup>132)</sup> Plinius n. h. IV., § 81: „Scytharum nomen usque quaque transit in Sarmatas atque Germanos cett.“

<sup>132a)</sup> Plinius IV. § 94. „Transgressis Rhipaeos montes litus oceani septentrionalis legendum. Insulae complures — eo situ traduntur, ex quibus ante Scythiam, quae appellatur Rannonia, unam abesse dei cursu, in quam veris tempore fluctibus electrum eiciatur, Timaeus prodidit.“

Die Handschriften bieten auch Raunonia und Baunonia; ich lese Rannonia = Bernsteinland vom dänischen ran = Bernstein; denn aus Rannonia konnte wohl leicht Raunonia und aus letzterem Baunonia, nicht aber umgekehrt aus Raunonia oder Baunonia die Form Rannonia entstehen. Vergl. Cuno, Forschungen im Gebiete der alten Völkerkunde I. die Skythen. Berlin 1871. S. 126, 127. Liest man mit Peschel Rannovia, so bedeutet dies Bernsteininsel und wäre die deutsche (gotische) Bezeichnung für das fremdländische (phönizische) Abalus. Vergl. G. Mair, auf alten Handelswegen. S. 41, Anmerkg. 125<sup>b)</sup>. Rannovia stört aber den Sinn jener Stelle.

Von Abalus oder vom Samlande aus müssen wir also Pytheas' Fahrt nach der Insel Baltia verfolgen.<sup>132b)</sup>

Nun sind es in der Tat für einen Küstenfahrer vom Samlande nach dem fruchtbaren Schonen im südlichen Schweden drei Tagfahrten = 3000 Stadien.<sup>133)</sup>

Wer aber trotzdem mit Hergt daran festhalten sollte, daß man nur Norwegen unter Thule verstehen könne,<sup>134)</sup> für den haben wir einen anderen Beweis für unsere Anschauung zur Verfügung.

C. Plinius Secundus, „der bei seinem Aufenthalte im Chaucenlande zwischen Weser und Ems über den Norden der Erde sich am besten unterrichtet hatte, konnte die erste Kunde von einem Lande Skandinaviens verbreiten, welches er eindrucksvoll als einen neuen vom Norden herabragenden Weltteil schildert, wenn er es auch, wie der Name bezeugt, nur für eine Insel hielt.“<sup>135)</sup>

„Plinius hörte auch schon den Namen Norwegen und er konnte Küstenpunkte aufzählen, die bis Bergen und bis zur Insel Dynesöe (Dönnä öe) oder beinahe bis zum Polarkreise reichen.“<sup>136)</sup>

Die Pliniusstelle, auf die sich Oskar Peschel bezieht, findet sich n. h. IV. 30 und hat folgenden Wortlaut: „Sunt, qui et alias (insulas) prodant, Scandias, Dumnam, Bergos maximamque omnium Nerigon,<sup>137)</sup> ex qua in Thylen navigetur.“

Nach Ptolemäus<sup>138)</sup> hat man unter Scandiae — Schonen mit den dänischen Inseln zu verstehen; darüber, daß man unter Dumna die Insel Dönnä öe (Dynes öe) hart am Polarkreise und unter Bergi die Landschaft Bergen — Gebirge — zu verstehen habe, herrscht unter den Forschern Übereinstimmung. Nerigon dagegen erklären einige für Norwegen, nach Redslöb<sup>139)</sup> bedeutet es aber wahrscheinlicher „Niederland“, die Landschaft am Hjelmars-See.

Jedoch wie es sich auch damit verhalten mag: soviel ist sicher, daß in dieser Pliniusstelle von der norwegischen Küste die Rede ist. Die Kontinuität der Namen erklärt sich daraus, daß die germanische Bevölkerung in Norwegen höchstwahrscheinlich schon seit Beginn des dritten Jahrtausends v. Chr. ansässig ist.<sup>140)</sup>

Da Pytheas als Angehöriger einer im Keltenlande gelegenen griechischen Kolonie der keltischen Sprache mächtig war,<sup>141)</sup> wie wir aus dem Umstande

<sup>132b)</sup> Vergl. G. Mair, auf alten Handelswegen, S. 41. ff. und die Karte.

<sup>133)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 35 ff. und die Karte.

<sup>134)</sup> Hergt, die Nordlandsfahrt des Pytheas. Halle a. S. 1893. S. 52–69.

<sup>135)</sup> Plinius, n. h. IV. 27 § 96, 30 § 104. Oskar Peschel, Geschichte der Erdkunde, S. 2.

<sup>136)</sup> Oskar Peschel, Geschichte der Erdkunde, S. 2 und 3.

<sup>137)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 63, Anmerkung 202.

<sup>138)</sup> Ptolemaeus II. 11, 16.

<sup>139)</sup> Redslöb, Thule, S. 112.

<sup>140)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 63, 64 und die Anmerkung 205. Grundriß der german. Philologie von Hermann Paul, I. Band, zweite Lieferung. Straßburg 1889. V. Abschnitt. Geschichte der nordischen Sprachen von Adolf Noreen. § 2. Vergl. Kritik der ältesten Nachrichten über den skythischen Norden. I. Über das Arimaspsische Gedicht des Aristeas. Von Wilhelm Tomaschek etc. in den Sitzungsberichten der philolog. histor. Klasse der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. 116. Band. Wien 1888. S. 716, 717.

<sup>141)</sup> Die Barbaren auf der fernsten, d. h. nördlichsten britannischen, d. i. keltischen Insel Thule zeigten ihm den „Ort, wo die Sonne schläft.“



schließen müssen, daß er zwischen Kelten und Nichtkelten oder Skythen genau unterschied, so konnte er eine Insel, deren Bewohner nicht mehr keltisch sprachen, unmöglich von Kelten bewohnt sein lassen und zum keltischen Sprachgebiete rechnen.

Nun wird aber tatsächlich von Pytheas Thule die fernste der britanischen Inseln genannt; es kann daher unmöglich Norwegen mit ihr gemeint sein, sondern Thule muß westlich von diesem liegen.

Denn mag nun Verrice oder Nerigos<sup>142)</sup> der wahre Name dieses Eilandes gewesen sein: sicher ist, daß diese größte von allen dortigen Inseln in der Nähe von Dumna und Bergi liegen muß.

Nun ist es aber unmöglich zu sagen, daß man von dieser in der Nähe von Dönnä öe und der Landschaft Bergen gelegenen Insel nach Norwegen fährt; wohl aber gibt es einen guten Sinn, wenn dies soviel heißen soll, daß man, von dieser größten aller dortigen Inseln auslaufend, nach Westen fährt.

Denn in der Zeit vor der Anwendung der Magnetnadel war für einen Seefahrer in der Nähe des Polarkreises die Sonne der natürliche Wegweiser: er brauchte bloß ihrer Führung zu folgen, und — Island, der eisige Fels im Meer, stieg auf aus nebliger Ferne.

Pytheas hat also ganz zweifellos in ungefähr gleich weiter Entfernung nördlich und südlich vom 65° n. Br. auf Island die Dauer der zwei- und dreistündigen Nacht beobachtet.

Die übrigen von Hipparch in der angezogenen Strabostelle nach Pytheas überlieferten Zahlen entsprechen, wie oben erwähnt, dem 48°, 54°, 58° und 61° n. Br.<sup>143)</sup>

Diese Örtlichkeiten, deren geographische Breite durch die Entfernung von Massilia bestimmt wird, liegen nach Hipparch, dessen Quelle nur Pytheas gewesen sein kann, teils in der Keltike, teils im nördlichsten Britannien und auf seinen Inseln.

Durch die Keltike gehen der 48° und der 54° n. Br.

Der 54° n. Br. fällt allerdings etwas nördlich von der Elbemündung auf den Fuß der cimbrischen Halbinsel. Nimmt man jedoch unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Tageslänge nur in roher Weise auf die Stunde genau bestimmt und die Zahl 54 daher nachweisbar nach oben abgerundet ist — der Parallel der 17. Stunde fällt genau auf 53° 27' <sup>144)</sup> — nimmt man also in Berücksichtigung dieses Umstandes einen Fehler von 0° 30' an, so fällt dieser Parallel immer noch auf Holland, d. h. in die Keltike.

Im Hochsommer dauert der Tag 19 Isemerinstunden am 61° n. Br.; 18<sup>h</sup> am 58° 24' n. Br.; dortselbst erhebt sich die Sonne im Wintersolstitium tatsächlich 8° über den Horizont.<sup>145)</sup> Weniger als drei Ellen erhebt sich

<sup>142)</sup> Nerigon bietet in der Stelle bei Plinius IV. § 104, „der Parisinus, der Riccard. Verigon, die übrigen codd. Berricen. Man vergl. aber mit Nerigos das heutige Norrige (Norwegen). Es ist daher wahrscheinlich Verigon aus Nerigon durch Verlesen, Berricen aus Verigon durch falsches Hören entstanden.“ Mair, auf alten Handelswegen, S. 63, Anmerkung 202<sup>b</sup>.

<sup>143)</sup> Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 338, und Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 16.

<sup>144)</sup> W. Bessell, über Pytheas von Massilien etc. Göttingen 1858. S. 57.

<sup>145)</sup> Berger, G. d. w. E. d. Gr., S. 341; Hergt, l. c. S. 49—51; Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 17.

die Sonne um die Wintersonnenwende über den Horizont zwischen dem  $61^{\circ}$  und  $66^{\circ}$  n. Br. Diese letztere Angabe beruht jedoch, wie man aus ihrer Allgemeinheit ersieht, nicht mehr auf Beobachtung, sondern sie ist einfach erschlossen.

Nördlich vom  $58^{\circ} 24'$  n. Br. hat also Pytheas keine Beobachtung der Sonnenhöhe im Wintersolstitium mehr angestellt.

Der  $48^{\circ}$  n. Br. geht durch das Land der Ostimier oder Ostiäer in der heutigen Bretagne, bei denen sich Pytheas eine Zeit lang aufgehalten zu haben scheint.<sup>146)</sup>

Darauf deutet der Umstand hin, daß Eratosthenes in seiner Karte durch die starke Rundung zwischen der iberischen Nordküste und der ziemlich weit in den Ozean vorspringenden Halbinsel der Ostiäer oder der Bretagne den Golf von Biscaya zum Ausdrucke bringt.<sup>147)</sup>

Der  $53^{\circ} 30'$  n. Br. geht durch die Mitte Britanniens und über Holland, um dann ins Festland einzuschneiden; der  $58^{\circ} 24'$  läuft über das nördliche Schottland, das südliche Schweden und die Bai von Riga; der  $61^{\circ}$  n. Br. geht durch die Far öer-Inseln, über die Landschaft Bergen und den finnischen Meerbusen.

An der Verlässlichkeit und Genauigkeit der Zahlen ist nicht zu zweifeln; der Fehler beträgt ungefähr einen halben Grad; denn ganz abgesehen von der absoluten Zuverlässigkeit der Beobachtungen des Massalieten, konnte die Tageslänge mittels einer Äquatorialuhr genau ermittelt werden; ebenso verlässlich war, wie wir aus einem Beispiele ersehen konnten, die Bestimmung der Sonnenhöhe durch das babylonische Ellenmaß.<sup>148)</sup>

Die Richtigkeit unserer Auffassung beweist die Karte des Eratosthenes.<sup>149)</sup>

Der Umstand aber, daß Eratosthenes östlich von den britannischen Inseln und nordwärts von der bis zum Verbindungsarme des kaspischen Meeres mit dem nördlichen Ozean sich hinziehenden Küste des europäischen Festlandes kein Land mehr ansetzt, daß insbesondere die „Insel Baltia von unermeßlicher Ausdehnung“<sup>150)</sup> auf der Karte des Eratosthenes fehlt, scheint auf den ersten Blick unsere Annahme einer Fahrt des Pytheas in die Ostsee<sup>151)</sup> als vollständig grundlos zu erweisen.

Wie diese auffallende Tatsache und dieses scheinbar unwiderlegliche Argument gegen unsere Auffassung der bekannten Pliniusstelle<sup>152)</sup> zu erklären sei, wird später klar werden.

Vorher müssen wir uns aber mit einer eigentümlichen, von Pytheas beschriebenen Naturerscheinung befassen, die bisher aller Erklärungsversuche

<sup>146)</sup> Berger, l. c. S. 359.

<sup>147)</sup> Berger, l. c. 360 und die Karte des Eratosthenes auf S. 400.

<sup>148)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 16—19.

<sup>149)</sup> Berger, l. c. S. 400; vergl. S. 405 (Lage von Thule).

<sup>150)</sup> Plinius, n. h. IV. § 95; Mair, auf alten Handelswegen, S. 41 ff.

<sup>151)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 35 ff. mit der Karte „die Fahrten der Phönizier vom Ende des Ozeans nach Abalus usw.“

<sup>152)</sup> Plinius, n. h. XXXVII. § 35: „Pytheas (refert) Guionibus (Gutonibus) -- adcoli aestuarium Metonomon nomine ab oceano spatio stadiorum sex milium.“ Mair, a. a. H. (auf alten Handelswegen), S. 7, 8 und 35 ff.



spottete, bis Georg Gerland<sup>153)</sup> einen Deutungsversuch brachte, der nach Hugo Bergers Worten „wahrhaft erleuchtend“ wirken soll.<sup>154)</sup>

Wie wir oben hörten, hatte Pytheas berichtet, daß es im hohen Norden eine Region gebe, in welcher „weder Land an sich mehr vorhanden war, noch Meer, noch Luft, sondern eine Mischung aus diesen Elementen, einer Lunge des Meeres gleichend, in welcher — das Land und das Meer schwebt und alles zusammen, und dies sei gewissermaßen ein Band von allem, welches weder zu Fuß noch zu Schiff passierbar sei.“

Es zweifelt heute wohl niemand mehr, daß man unter dieser „Meerlunge“ eine Qualle zu verstehen habe.<sup>154a)</sup> Da diese Quallen phosphoreszieren, so kam Gerland auf die sicherlich originelle Idee, daß Pytheas damit das Nordlicht gemeint habe.

Dieser Deutungsversuch Gerlands ist auch eine Art σύγκριμα, eine Mischung von Wahrheit und Irrtum.

Von einer Lichterscheinung, wie das Nordlicht eine solche ist, konnte Pytheas unmöglich sagen, sie sei weder „betretbar noch zu Schiffe befahrbar.“ Dieses σύγκριμα war daher wohl sicher etwas Materielles, nicht bloß ein Schein, ein Lichtreiz, den die Ätherwellen auf der Netzhaut des menschlichen Auges hervorrufen. Insoweit ist Gerlands Erklärungsversuch völlig verfehlt.<sup>155)</sup>

Und doch bin ich fest davon überzeugt, daß Gerland auf der richtigen Fährte war, und daß in diesem offenbar entstellten Berichte des Polybius eine Hindeutung aufs Nordlicht enthalten ist. Nur sind in dem Berichte, richtiger Auszuge, des Polybius aus Pytheas' Schrift zwei sicherlich nicht zusammengehörige Dinge miteinander vermengt: es muß in dem Berichte des Pytheas von etwas Greifbarem, etwas Materiellem und zugleich von einer Lichterscheinung, von einem Phosphoreszieren die Rede gewesen sein, das aber nicht von dem materiellen Substrate, mit dem es Polybius in vorzüglich entstellender Weise in Verbindung bringt, ausgegangen sein kann.

Man muß sich überhaupt gegenwärtig halten, daß Strabo, wie man aus seiner ganzen Darstellung ersieht, Pytheas' Schriften selbst nicht kannte,<sup>156)</sup> sondern daß er in dieser Beziehung nur ein Nachbeter des grundsätzlichen Verkleinerers unseres Massaliten, des Polybius, ist.

Polybius' Auszug aus Pytheas' verloren gegangener Schrift περί τοῦ ὠκεανοῦ ist uns aber wohl sicher gehässig und absichtlich entstellt überliefert und darauf hin zugeschnitten, um den, wie es scheint, aus ganzer Seele gehaßten Astronomen und Entdeckungsreisenden aus Massilia einerseits lächerlich zu machen, andererseits aber als Erzschwindler und Betrüger hinzustellen.

Dieser Haß kann aber auch ein durchaus ehrlicher gewesen sein.

<sup>153)</sup> Georg Gerland. Zu Pytheas Nordlandsfahrt. Strabo, c. 104. An Herrn Dr. Hugo Berger in Leipzig. Beiträge zur Geophysik. Bd. II. Stuttgart 1895. S. 185 ff.

<sup>154)</sup> Berger, l. c. S. 348, 349.

<sup>154a)</sup> Athen. 8 und 3, p. 97; Plinius IX. 47; 32, 10; Theoprast. de signis 3, 3; Aristoteles, H. A. 5, 15; Plato, Phil. p. 21, C; Diog. L. 10, 8; Etymolog. M. p. 199, 8 — Jahrgänge der geol. Reichsanstalt. Jahrgänge 1—17 und 24, 42 bis jetzt.

<sup>155)</sup> Kähler, l. c. S. 112, 113.

<sup>156)</sup> Hergt, l. c. S. 65.

Polybius war eben auch sowie alle griechischen Geographen, weil sie von der Existenz des Golfstromes keine Ahnung hatten, in dem leicht begreiflichen und leicht verzeihlichen Irrtum befangen, daß nördlich vom  $50^{\circ}$  jede Möglichkeit eines Lebens aufhört.<sup>157)</sup>

Noch Aristoteles läßt die kalte und daher unbewohnbare Zone nicht mit der astronomischen Grenze des festen Polarkreises beginnen wie später Eratosthenes, Hipparch und Posidonius, sondern „mit der Breite, deren Pol-distanz mit dem arktischen Kreise von Athen korrespondiert“.<sup>158)</sup>

Nun hatte aber Pytheas nach seinem Berichte unter noch viel höheren Breitengraden bewohnte Länder und Leben gefunden. Was Wunder, wenn Polybius dieser Mann, dessen Entdeckungen sich in das vorgefaßte geographische System des Polybius von der Unbewohnbarkeit der nördlichen Länder nicht fügen wollten, als wissenschaftlicher Hochstapler und unverschämter Lügner erscheinen mußte?

Hält man sich dies vor Augen, so kann man unter dem „Bande, welches das All zusammenhält“, nach meiner Überzeugung nur das Nordlicht verstehen: darüber, was man sich unter dem Gemisch von Erde, Luft und Wasser zu denken habe, werden wir in einem folgenden Kapitel zu reden haben.

Ich behaupte also, daß Gerland von einer richtigen Divination geleitet war, als er den Satz niederschrieb: Pytheas habe unter dem Bilde einer phosphoreszierenden Meerlunge seinen Konnationalen das merkwürdige und wunderbare Phänomen des Nordlichts veranschaulichen wollen.

Nur dachte Gerland begreiflicherweise nicht daran, daß Polybius Pytheas' Bericht, den er für ein Lügengewebe hielt, absichtlich entstellt wiedergegeben haben könnte und daß Polybius zwei Dinge, die miteinander nichts zu tun haben, absichtlich miteinander in Verbindung brachte, um den bestgehaßten Schwindler aus Massilia einerseits einen Gallimathias niederschreiben, andererseits eine unglaubliche Münchhausiade erzählen zu lassen, um auf diese Weise Pytheas als das, was er in den Augen des Polybius war, nämlich als einen Erzschwindler hinzustellen.

Als ich das erstmal bei dem bekannten astronomischen Schriftsteller Wilhelm Mayer die bildliche Darstellung eines Polarlichtes sah, war ich nicht wenig überrascht von dessen unerwarteter Erscheinung:

Drei konzentrisch ineinander hängende breite Silberbänder umgaben den Horizont.

Ähnlich schildert der Nordpolfahrer Nansen in seinem Werke „In Nacht und Eis“ das Polarlicht.

Am 26. September schreibt Nansen auf dem Breitengrade  $78^{\circ} 50'$ : „Jetzt breitet das Nordlicht über das Himmelsgewölbe seinen glitzernden Silberschleier aus, der sich nun in Gelb, nun in Grün, nun in Rot verwandelt; es breitet sich aus und zieht sich wieder zusammen in ruheloser Veränderung, um sich dann in wehende vielfarbige Bänder von blitzendem Silber zu teilen,

<sup>157)</sup> Berger, l. c. Überblick, S. 10

<sup>158)</sup> Berger, l. c. Überblick, S. 10. Der arktische Kreis von Athen ist der  $52^{\circ}$  n. Br. Mair, der karthag. Admiral Himilko, ein Vorläufer und Wegweiser des Pytheas von Massilien. Pola 1899. S. 3.



über welche wellenförmige glitzernde Strahlen dahinschießen; dann verschwindet die Pracht. Im nächsten Augenblicke erschimmert es in Flammenzungen gerade im Zenith, dann wieder schießt ein heller Strahl vom Horizonte gerade empor — aber jetzt nimmt es wieder zu, es schießen weitere Blitze empor und das endlose Spiel beginnt aufs Neue.“<sup>159)</sup>

Am 8. Dezember beschreibt Nansen auf demselben Breitengrade (78° 50') ein Polarlicht mit folgenden Worten: „Worte können die Pracht nicht beschreiben, die sich unseren Augen darbot. Die glühenden Feuermassen hatten sich in glänzende vielfarbige Streifen geteilt, die sich im Süden wie im Norden über den Himmel wanden und durcheinander verschlangen. Die Strahlen funkelten in den reinsten krystallklaren Regenbogenfarben, hauptsächlich in Violett-Rot oder Karmin oder im hellsten Grün. — Es war eine endlose Phantasmagorie von funkelnden Farben und übertraf alles, was man sich nur denken kann. Manchmal erreichte das Schauspiel einen solchen Höhepunkt, daß einem der Atem stille stand; man glaubte, daß irgend etwas Außergewöhnliches eintreten, daß zum mindesten der Himmel einstürzen müsse. Aber während man noch in atemloser Erwartung dasteht, sinkt die ganze Erscheinung — in das leere Nichts zusammen. — Als Finale gibt es eine wilde Entfaltung von Feuerwerk in allen Farbtönen, ein solches überall loderndes Feuer, daß man jede Minute erwartet, alles unten auf dem Eise zu sehen, weil am Himmel kein Platz mehr dafür ist.“<sup>160)</sup>

Am 18. Oktober beobachtete Nansen auf dem Breitengrade 81° 47' folgende Nordlichterscheinung: „Das Polarlicht schlängelte sich wie eine feurige Schlange in einer Doppelwindung über den Himmel usw.“<sup>161)</sup>

Am 22. Oktober schreibt Nansen unter der Breite von ungefähr 81° Folgendes in sein Tagebuch: (Nordlicht) „Eine glänzende Krone umgab den Zenith mit einem Strahlenglanz in mehreren Ringen übereinander; dann breiteten sich größere und kleinere Strahlengarben über den Himmel aus, die nach Südwest oder Ost-südost besonders tief hinabreichten, jedoch alle aufwärts nach der Krone wiesen, die wie ein Glorienschein erglänzte. Hin und wieder konnte ich in der Mitte einen dunklen Fleck unterscheiden, den Punkt, wo alle Strahlen zusammentrafen. Derselbe lag etwas südlich vom Polarstern und näherte sich der Kassiopeia. Jedoch wallte und wehte der Glorienschein fortwährend, als ob er ein Spiel des Sturmes in den oberen Schichten der Atmosphäre sei. Gleich darauf schossen neue Strahlen aus der Dunkelheit der inneren Glorie heraus, gefolgt von anderen hellen Lichtstrahlen, in noch weiterem Kreis. — Bald wiegte sich die ganze Lichtmasse oberhalb der Krone in mächtigen Wellen über den Zenith und den dunklen Mittelpunkt, bald nahm der Sturm wieder zu und die Strahlenbündeln wirbelten ineinander; das Ganze war eine leuchtende Nebelmasse, die sich um die Krone wälzte und alles in einer Flut von Licht ertränkte, so daß weder die Krone noch die Strahlen

<sup>159)</sup> Nansen, „In Nacht und Eis“. Bd. I. S. 190 — zitiert bei Dr. Georg Biedenkapp. Der Nordpol als Völkerheimat. Jena 1906. S. 186.

<sup>160)</sup> Nansen l. c. 242.

<sup>161)</sup> Biedenkapp, l. c. S. 191; Nansen, l. c. S. 442.

oder der funkelnde Mittelpunkt zu sehen waren, nichts als ein Chaos von leuchtendem Nebel.“<sup>162)</sup>

Nach diesen anschaulichen Schilderungen Nansens umschlingt das Polarlicht in den hochnordischen Gegenden einmal als ein oder mehrere Bänder, ein anderesmal als Schlange, ein drittesmal als Strahlenkrone oder Glorienschein den Horizont.

„Eine eingehende Monographie über das Nordlicht hat Fritz veröffentlicht.“<sup>163)</sup>

Darin finden wir eine Isochasmenkarte. Isochasmen sind Linien, welche Orte gleicher Nordlichthäufigkeit untereinander verbinden. In jenen Gegenden, welche Pytheas besucht hatte, führt diese Linie vom Nord-Cap durch den atlantischen Ozean bis in die Umgebung des 59° n. Br., dann steigt sie wieder nach Norden hinauf. Gerade Nordbritannien befindet sich in diesen Isochasmen.“<sup>164)</sup>

Nun hat Pytheas, wie wir oben sahen, am 58° 24' n. Br. zur Zeit der Wintersonnenwende die Mittagshöhe der Sonne gemessen. Er hielt sich also einen Winter hindurch in einer Gegend der größten Nordlichthäufigkeit auf; Pytheas muß daher dieses großartige Schauspiel wiederholt zu beobachten Gelegenheit gehabt haben.

Ich zweifle daher nicht, daß Pytheas unter dem Bande, welches das „All“, d. h. in unserem Falle, wie sich aus Strabos Stelle mit alter Klarheit ergibt, Wasser, Luft und Erde an den Polen des Erdballs zusammenhält — selbstverständlich mußte der Astronom Pytheas davon überzeugt sein, daß dieselbe Erscheinung auch am Südpol auftritt — das Polarlicht verstanden habe.<sup>165)</sup>

Es kann also nach allem kein Zweifel sein, daß Gerland auf der richtigen Fährte war, als er den Nachweis versuchte, daß man in der rätselhaften Strabostelle eine Hindeutung aufs Polarlicht zu sehen habe. Nur ist diese Hindeutung nicht, wie Gerland meint, in dem Bilde der „Meerlunge“ genannten Qualle, auch nicht in ihrem Phosphoreszieren enthalten, sondern in dem Bilde von dem Bande, welches das All, d. h. Erde, Luft und Wasser zusammenhalte, und in dem diese drei Elemente, in ihre Urbestandteile aufgelöst, schweben.<sup>165a)</sup>

<sup>162)</sup> Biedenkapp, l. c. S. 191.

<sup>163)</sup> Fritz, das Polarlicht. 1891.

<sup>164)</sup> Aus einem Vorlesehefte Professor Oberhummers in Wien.

<sup>165)</sup> Vor mir liegt eine Tafel mit der Aufschrift „Polarlicht“ im 13. Bande von Meyers Konversationslexikon. Figur 2 dieser Tafel stellt ein Nordlicht dar, beobachtet von Hayes zu Port Foulke in Grönland, am 6. Januar 1861. Zwei breite, an den Rändern grün und rötlich gefärbte Silberbänder hängen ineinander. Die Erscheinung hat Ähnlichkeit mit einem Tropfsteingebilde. Figur 3 stellt ein Nordlicht dar, das unweit London in Guildford von Capron am 24. Oktober 1870 beobachtet worden war. Das Nordlicht steigt hoch über den Horizont empor; der Scheitel des Nordlichtes hat die Form eines ungeheuer großen Sterns, von dem fünf breite Lichtströme zum Horizonte niederfließen. Figur 4 zeigt ein ebenfalls von Capron am 11. September 1874 auf der Hebrideninsel Skye beobachtetes Nordlicht. Vier mehr oder weniger breite Lichtstreifen bildende Kreisbogen, von denen Lichtstrahlen nach oben ausgehen, spannen sich über den Horizont.

<sup>165a)</sup> Vergl. Kähler, l. c. S. 152 ff.



Denn ich zweifle nicht, daß hier ein Niederschlag demokritischer und empedokleischer Ideen über die Entstehung der Welt und der Lehre des Anaxagoras vom Chaos vorliegt.

Pytheas hat nach unserer Strabostelle geglaubt, daß sich an den Polen unsere Erde noch in einem chaotischen Zustande befindet und erst im Begriffe steht, einen Werde- und Gestaltungsprozeß durchzumachen. Die Elemente des Empedokles waren dort nach seinem Dafürhalten noch in ihre Urbestandteile, die Atome, aufgelöst, und das Durcheinander dieser ungeschiedenen Elemente, dieses σύγκριμα ἐκ τούτων, πλεύμονι θαλαττίῳ ἑοικός, ἐν ᾧ φησι τὴν γῆν καὶ τὴν θάλατταν αἰωρεῖσθαι καὶ τὰ σύμπαντα, wird durch ein feuriges Band zusammengehalten.

Wir haben hier also deutlich die vier Grundelemente des Empedokles: Feuer, Luft, Wasser und Erde vor uns, die nicht auseinander entstehen und nicht ineinander übergehen, sondern sich nur mischen und entmischen können.<sup>166)</sup>

An die Lehre des Demokrit von den Atomen oder Grundbestandteilen der Materie, die sich an unserer Stelle nach Anaxagoras' Lehre zu den neuen Einheiten der vier Elemente verbinden, erinnert die Annahme, daß im hohen Norden die vier Elemente überhaupt nicht mehr als solche vorhanden seien, sondern daß dort deren Stelle eine unterschiedslose Mischung dieser in ihre Grundbestandteile aufgelösten Elemente einnehme, eine Mischung, die eine auffallende Ähnlichkeit mit einer Meerlunge habe.<sup>167)</sup>

Die Annahme eines chaotischen Zustandes der Materie an den Polen der Erde ist ein deutlicher Hinweis auf Anaxagoras' Lehre vom Chaos, welches vom νοῦς zum κόσμος geformt wurde.<sup>168)</sup>

Damit wären wir eigentlich am Ziele, welches der Titel dieses Aufsatzes andeutet, angelangt. Denn Pytheas hat auf seiner zweiten Nordlandsfahrt, die ihn längs der Meeresküste Europas in die Ostsee und bis zur vermeintlichen Grenze zwischen Europa und Asien führte, keine astronomischen Beobachtungen mehr angestellt, wie sich mit aller Sicherheit daraus ergibt, daß Eratosthenes in seiner Karte nichts davon andeutet. Der Vollständigkeit halber werden wir diesen Gegenstand in aller Kürze, und uns auf frühere Arbeiten berufend, in einem folgenden Kapitel behandeln.

Früher aber müssen wir uns kurz mit Pytheas' Kartenbilde der von ihm besuchten und nach ihrer Breitenlage bestimmten Länder und Inseln und mit seinem Weltbilde beschäftigen.

Bevor wir aber zu diesem Kapitel übergehen, wollen wir einen Augenblick Halt machen und Rückschau halten auf die von uns unter der Führung des Massalieten befahrenen Meere und durchwanderten Inseln und Länder.

<sup>166)</sup> Dr. Albert Schwegler. Geschichte der Philosophie im Umriß. Stuttgart 1879. S. 20. Eine gewisse Ähnlichkeit mit dieser Lehre hat Anaximenes' Vorstellung, daß die vier Zustände der Materie durch Verdünnung und Verdichtung aus Luft entstehen. Schwegler, l. c. S. 9.

<sup>167)</sup> Schwegler, l. c. S. 21—23; vergleiche S. 25.

<sup>168)</sup> Schwegler, l. c. S. 25.

Im Hochsommer des ersten Jahres beobachteten wir mit Pytheas auf Island und den Far öer-Inseln die Länge des Sommertages um die Zeit der Sonnenwende; den folgenden Winter verbrachten wir auf den Orkney-Inseln und im nördlichen Schottland und bewunderten mit Pytheas das großartige Phänomen des Nordlichts; wir schauten ihm zu, wie er mit seinem Winkelinstrumente zur Zeit der Wintersonnenwende die Höhe der Sonne maß. Mit dem Anbruch der warmen Jahreszeit machten wir uns auf die Wanderschaft und durchwanderten zu Fuß ganz Schottland und das mittlere England,

Als die Tage kurz und die Nächte lang geworden waren und der kalte Hauch des Boreas, Schneewolken vor sich hertreibend, über die kahlen Wälder und die öden Felder dahinbrauste, nahmen wir die Gastfreundschaft eines britannischen Stammeshäuptling in der Gegend des heutigen York in Anspruch, an den wir von unseren Gastfreunden in Schottland gewiesen waren.

Dortselbst beobachtete Pytheas wiederum zur Zeit der Wintersonnenwende die Mittagshöhe der Sonne, eine Beobachtung, die bei einer anderen Reise im Sommersolstitium während eines mehrtägigen Aufenthaltes auf dem Festlande an der Mündung der Eider zur Kontrolle wiederholt wurde.

Beim Eintritt des Frühlings verabschiedeten wir uns von unserem Gastfreunde und zogen weiter und durchwanderten zu Fuß das ganze südliche England; im Spätsommer suchten wir unsere Freunde beim Cap Belerion, beim heutigen Landsend in Corwall gegenüber den Zinninseln wiederum auf; wir hatten sie vor drei Jahren auf unserer Reise nach Thule und zum Bärenkreise kennen gelernt.

Wir waren damals nach kurzem Aufenthalte von Santander an der Nordküste Spaniens ausgelaufen und hatten das Vorgebirge Belerion in direkter Fahrt durch den Ozean, bei welcher wir bloß die Insel Uxisame, das heutige Ouessant anliefen, in vier Tagen erreicht.

Unser Führer, ein Meister in der praktischen Verwendung der Sonnenuhren, war nämlich der Leitung eines alten phönizischen Periplus gefolgt, der ihm genau angab, um wieviel Bogengrade er von der Mittagslinie nach Westen hin abweichen müsse, wenn er in direkter Fahrt durch den Ozean zuerst Uxisame, dann die Zinninseln und das Cap Belerion erreichen wolle.

Diese unsere Freunde, mit denen wir damals Geschäftsverbindungen angeknüpft hatten, suchten wir wieder auf, um von dort aus unsere Rückfahrt aus dem nebeligen Norden in den sonnigen Süden anzutreten.

Bevor wir aber Britannien Lebewohl sagten, maß unser Führer die Polhöhe von Cap Belerion ebenso, wie er die Polhöhe der Nordspitze Schottlands gemessen hatte.

Inzwischen hatte unser Schiff unter der Führung erfahrener einheimischer Seeleute ganz Britannien umsegelt und war, einer früher getroffenen Vereinbarung gemäß, dortselbst gegenüber den Zinninseln in einer sicheren Bucht vor Anker gegangen. Wir verabschiedeten uns nun von unseren Geschäftsfreunden und fuhren, eine wagrechte Sonnenuhr als Kompaß benützend, wie dies unser Führer auch auf der Herfahrt getan hatte,<sup>169)</sup> hinab nach Uxisame und von dort in die Bai von Brest im Lande der Ostiäer, wo wir Anker warfen.

<sup>169)</sup> Mair, auf alten Handelswegen, S. 32—34.



An eine Weiterfahrt war nicht zu denken; die Äquinoktialstürme standen vor der Türe, und dann kam die Zeit der kurzen Tage, in welchen die Seefahrt überhaupt ruht.

Überdies hatte unser Führer vom Rate in Massilia, der ihm das Schiff ausgerüstet und die Mittel zur Fahrt vorgestreckt hatte, den Auftrag erhalten, mit den mächtigen und unternehmenden ostrymnischen Seefahrern und Kaufleuten<sup>170)</sup> Verbindungen wegen Lieferung von Zinn auf dem Überlandwege die Loire hinauf ins Tal der Rhone anzuknüpfen.

Wir überwinterten daher im Lande der Ostiäer, und Pytheas maß dortselbst wiederum um die Zeit der Wintersonnenwende die Mittagshöhe der Sonne. — Im folgenden Frühjahr traten wir die Heimfahrt an.

Endlich wieder in der Heimat! Wenn man drei Jahre lang in den nebeligen und regnerischen Ländern des Nordens sich aufgehalten und vom schweren Seegang des Ozeans geschaukelt worden war, so findet man die Heimat noch einmal so schön. Den Ozean mit seinen langen Wellen, seiner turmhohen Brandung<sup>171)</sup> und all seinen Gefahren wird keiner von uns jemals vergessen, und unser Führer hat ganz Recht, wenn er dem Werke, welches seine erste Nordlandsfahrt behandeln soll, den stolzen Titel „Abhandlung über den Ozean“ zu geben gesonnen ist.

Pytheas ist der Held des Tages; alle Welt spricht nur von ihm. Insbesondere die reichen Kaufherren und Rheder sind hocheifrig über den Erfolg seiner Fahrt.<sup>171 a)</sup>

Sie staunen nicht wenig bei Pytheas' Erzählungen von den Wundern des Nordens; aber seine Schilderungen vom hohen Stande des Polarsternes in jenen Gegenden, von den langen Sommertagen und den ebenso langen Winternächten und dem niedrigen Sonnenstande vernehmen sie mit Kopfschütteln. Dies geht über ihren Horizont, den einzigen, den sie haben. Es ist dies der Horizont der jonischen Radkarten, welche sie zu Urväterzeiten aus ihrer kleinasiatischen Heimat mitgebracht und die man an den Wänden ihrer kaufmännischen Comptoirs hängen sieht. Diese Radkarten stellen die Erde noch immer als eine Scheibe mit einem einzigen Horizonte dar.

Da aber ihr ganzes Sinnen und Trachten nur auf materiellen Erwerb gerichtet ist, so zerbrechen sie sich darüber nicht weiter den Kopf. Im Rate hieß es einfach: „Was geht das uns an! Die Hauptsache ist und bleibt, daß der arme Schlucker in seiner Sucht, Dinge erforschen zu wollen, die keinen Gewinn abwerfen, uns den Zugang zu jenen Gebieten eröffnet, welche bislang die Quelle des Reichtums und der Macht unserer gegenwärtig zur Ohnmacht verurteilten Nebenbuhlerin, der Kaufherrenrepublik an der libyschen Küste, gebildet hatten.“

Im ersten Taumel der Begeisterung hatte es eine Zeit lang den Anschein, als ob im Rate der Beschluß gefaßt werden sollte, ihm die Fahrt, welche vormaleinstens der karthagische Admiral Himilko im Auftrage des hohen Rates

<sup>170)</sup> Berger, l. c. S. 356.

<sup>171)</sup> Plinius, n. h. II. 99: „Octogenis cubitis supra Britanniam intumescere aestus Pytheas Massiliensis auctor est.“

<sup>171 a)</sup> Vergl. Markam bei Callegari, l. c. S. 43.

von Karthago gemacht hatte,<sup>172)</sup> wiederholen und den Fundort des „Goldes des Nordens“ aufsuchen zu lassen; als es sich aber darum handelte, ein neues Schiff auszurüsten und dasselbe mit kostbaren Tauschwaren und Goldgeschmeide für diese zweite Fahrt zu füllen, so waren die engherzigen Kaufmannsseelen nicht mehr zu haben.

Pytheas, der seine Landsleute genau kennt und keinen Augenblick auf ihre Opferwilligkeit gerechnet hatte, hat denn auch in Voraussicht dieser selbstsüchtigen und engherzigen Haltung des Rates seiner Vaterstadt schon auf der Heimfahrt mit gaditanischen Kaufherren und Seeleuten, deren eigentliche Heimat der Ozean ist,<sup>173)</sup> Verbindungen angeknüpft und ihnen das Versprechen abgenommen, daß sie ihn auf eine ihrer weiten Handelsfahrten in den Norden Europas mitnehmen würden.

Pytheas studiert jetzt Himilkos Bericht an den hohen Rat in Karthago; im kommenden Frühjahr werden wir mit ihm in Gades ein phönizisches Schiff besteigen, welches Bernstein und kostbare Felle an den fernsten Grenzen Europas einhandeln soll.

Weil die Gaditaner die Handelskonkurrenz der Völker des inneren Meeres nicht zu fürchten brauchen und daher keinen Grund haben, die Ursprungs- und Produktionsgebiete der wertvollen Rohprodukte geheim zu halten,<sup>174)</sup> so haben sie denn auch unter Zusicherung einer entsprechenden Entlohnung zugesagt.

Und so heißt es denn bald wiederum die Anker lichten und der Heimat Lebewohl sagen — vielleicht für immer. Unsere Fahrt geht in unbekannte Fernen und unbekanntes Gefahren entgegen hinein ins „gefrorene Meer“;<sup>175)</sup> denn dort soll, wie man erzählt, die „Insel des Herrn“, an welche im Frühjahr der Bernstein vom Meere angespült wird, aus den Fluten sich erheben.<sup>176)</sup>

Nach dieser kurzen Rückschau gehen wir über zu einem folgenden Kapitel.

### Die Karte der von Pytheas nach ihrer Breitenlage bestimmten Länder und Inseln und sein Weltbild.

Die Idee, den Äquator und die Parallelkreise durch Kreisbogen darzustellen, deren Mittelpunkte in der Verlängerung der Erdachse liegen und

<sup>172)</sup> Plinius, II. 67: „Hanno — circumvectus a Gadibus ad finem Arabiae navigationem eam prodidit scripto: sicut ad extera Europae noscenda missus eodem tempore Himilco.“ Vergl. Mair, der karthag. Admiral Himilko, ein Vorläufer und Wegweiser des Pytheas von Massilien. Pola 1899. S. 16 ff.

<sup>173)</sup> Strabo, III. 168, 175. Berger, l. c. S. 355. Avienus, ora maritima 113 ff., 375 ff.

<sup>174)</sup> Pytheas unternahm die Fahrten ins Zinn- und Bernsteinland zu einer Zeit, da die Karthager ihre Besitzungen in Spanien verloren hatten und daher mit den Küstenländern des atlantischen Ozeans keinen Handel trieben. Daher sperrten sie auch die Straße von Gibraltar nicht mehr durch ihre Wachtschiffe, die früher jedes fremde Fahrzeug versenkt und deren Besatzung ertränkt hatten. Vergl. Wilhelm Sieglin, Entdeckungsgeschichte von England im Altertum. Berlin 1900. S. 351, 352. Die Gaditaner brauchten aber die Handelskonkurrenz der übrigen Mittelmeervölker nicht zu fürchten. Vergl. Sieglin, l. c. S. 867, der die Erzählung, daß ein Gaditaner einen römischen Kauffahrer auf eine Klippe auflaufen ließ, als eine Fabel erweist. Vergl. G. Mair, auf alten Handelswegen, S. 39, Anmerkung 124.

<sup>175)</sup> Plinius, n. h. XXXVII. § 35.

<sup>176)</sup> Plinius, n. h. XXXVII. § 35: „illo (scil. in insulam Abalum) per ver fluctibus advehi (sucinum = Bernstein) et esse concreti maris purgamentum.“



durch die gegenseitige Durchschneidung der Tangenten dieser Breitenkreise gebildet werden, sowie der weitere Gedanke die Meridiane als gerade Linien zu zeichnen, welche die Parallelkreise unter rechten Winkeln schneiden und, einwärts gerichtet, in einem Punkte sich vereinigen, rührt von Hipparch her.

Hipparch verdient daher den Namen des Vaters der Kartographie.

In die Praxis übertragen hat jedoch Hipparch diese Idee nicht; dies blieb Ptolemäus vorbehalten, der durch seine Kegelp Projektion das Problem löste, die Erde als Teil der Oberfläche einer Kugel auf einer Ebene darzustellen.<sup>177)</sup>

Um jedoch eine noch größere Ähnlichkeit des Kartenbildes mit dem Globus zu erzielen, ging Ptolemäus noch weiter und wandte eine Projektion an, bei welcher auch die Meridiane kreisförmig gebogen erscheinen, mit Ausnahme des wieder wie bei der Kegelp Projektion als gerade Linie erscheinenden Mittelmeridians.<sup>178)</sup>

Eratosthenes konnte sich jedoch noch nicht zum kühnen Gedankenfluge seines genialen Nachfolgers, des großen Hipparch, aufschwingen und sein Versuch, ein möglichst getreues Bild der Ökumene zu entwerfen, mußte daher unvollkommen ausfallen.

Eratosthenes legte durch die Ökumene einen Hauptmeridian und einen Hauptparallel, die sich in Rhodus schnitten. Um dieses Koordinatensystem gruppierte er die Länder, Meere und Inseln in der Weise, daß durch die Koordinaten vier rechtwinkelige Dreiecke gebildet wurden, von denen einerseits die zwei östlich und andererseits die zwei westlich vom Hauptmeridiane gelegenen kongruent waren.<sup>179)</sup>

Wohl war der Hauptmeridian in Abschnitte von Stadien eingeteilt, denen die auf der Ausmessung des Meridianbogens zwischen Syene und Alexandria fußenden Hexekontaden zugrunde lagen, in Abschnitte, auf welche die Breitenlage jener Örtlichkeiten, deren Breite Eratosthenes bekannt geworden war, bezogen wurde; jedoch der Hauptparallel war nicht in Stundenabschnitte eingeteilt, sondern in jene Abschnitte, wofür Eratosthenes Entfernungsangaben von Seefahrern und Landreisenden vorlagen.<sup>180)</sup>

Schon hieraus kann auch derjenige, der nie ein Bild der Ökumene nach Eratosthenes zu Gesichte bekommen hat, schließen, daß dieses Bild keineswegs eine getreue Darstellung der bewohnten Erde gewesen sein kann.

Bei einem Blicke auf die Karte des Eratosthenes bei Berger (S. 400) fällt einem sofort auf, daß die iberische Halbinsel und die Keltike in einer auffallend an unsere Karten erinnernden Weise dargestellt sind. Man sieht sofort, daß hier Eratosthenes der Bericht oder gar die Karte eines Fachmannes vorlag. Dieser Fachmann ist eben unser Pytheas, der für den Westen und Norden Europas Eratosthenes' Gewährsmann war.

Nur Britannien erscheint über die Maßen vergrößert und unrichtig orientiert. Dies kommt daher, daß Pytheas einerseits infolge einer ungeheueren

<sup>177)</sup> Berger, l. c. S. 632 ff.

<sup>178)</sup> Berger, l. c. S. 635.

<sup>179)</sup> Berger, l. c. S. 400 und 432.

<sup>180)</sup> Berger, l. c. S. 399 fl., besonders 412 (Hexekontaden).

Überschätzung des Umfanges der Insel, andererseits aber infolge des weitem Umstandes, daß er die Süd- und Nordgrenzen derselben nach ihrer Breitenlage astronomisch richtig bestimmt hatte, gezwungen war die Insel schief zu legen.<sup>181)</sup>

Ich zweifle daher nicht, daß Eratosthenes für diesen Teil der Ökumene eine von Pytheas seinem *περὶ τοῦ ὠκεανοῦ* betitelten Werke beigegebene Karte vorlag, in welche letzterer diese Örtlichkeiten ihrer Breitenlage nach eingetragen hatte.

Nach welchen Grundsätzen war diese Karte entworfen?

Dies können wir mit einiger Sicherheit aus den Fragmenten des literarischen Nachlasses unseres Massaliten erschließen.

Aus Satz V und X der Sphärik des Autolykus ersieht man, daß den Astronomen jener Zeit die mathematische Erkenntnis, daß die Parallelkreise und die Meridiane unter rechten Winkeln sich schneiden, bereits geläufig war.

Da man aber noch nicht imstande war, eine Halbkugel naturgetreu auf eine Ebene zu projizieren, so blieb nichts anderes übrig, als die Erde in eine Walze oder einen Zylinder verwandelt sich zu denken und den Mantel dieses Zylinders abzurollen.

Auf einer solchen Karte schnitten sich die Meridiane und Parallelkreise überall unter einem rechten Winkel; das Unrichtige war nur, daß die Abschnitte der Meridiane und Parallelkreise überall gleich groß waren.

Auf dieser Projektionsart beruht sowohl die Karte des Eratosthenes als auch, wie es scheint, mit einigen Modifikationen die des Marinus von Tyrus<sup>182)</sup> und endlich die des deutschen Mercator. Letzterer vermied die fehlerhafte Darstellung seiner Vorgänger dadurch, daß er gegen die Pole hin die Abschnitte der Meridiane in jenem Verhältnisse wachsen ließ, in welchem die Abschnitte der Parallelkreise gegenüber der Wirklichkeit zunahmen.

Pytheas hatte die Entfernung des Wendekreises des Krebses vom Äquator bestimmt; eben derselbe hatte ferner die Breite von Massilia ermittelt und endlich mehrere Breitenbestimmungen zwischen dem  $45^{\circ}$  und dem  $66^{\circ}$  n. Br. vorgenommen. Alle diese Ortsbestimmungen bezieht er auf den Parallel von Massilia oder auf den  $43^{\circ}$  n. Br. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die Parallelkreise und Meridiane als gerade und senkrecht sich schneidende Linien gezogen sind.<sup>183)</sup>

Pytheas hat daher offenbar — dies liegt am nächsten — ein quadratisches Netz entworfen, dessen wagrecht verlaufenden Linien die Parallelkreise, dessen senkrecht stehenden Linien dagegen die Meridiane vorstellten. Der unterste Parallel war der Äquator, der höchste der  $66^{\circ}$  n. Br. oder der Polarkreis.

Einem solchen Kartenbilde liegt, wie gesagt, die Annahme zugrunde, daß die Erde eine walzenförmige Gestalt habe.

Nachdem in das quadratische Netz die Örtlichkeiten nach ihrer Breitenlage genau, nach ihrer Länge aber in roher Schätzung nach Schifffahrtsrouten

<sup>181)</sup> Vergl. Wilhelm Sieglin, l. c. S. 863.

<sup>182)</sup> Berger, l. c. S. 610.

<sup>183)</sup> Strabo, II. 116 ff. Berger, l. c. S. 428. Strabo verlangt noch, daß die Parallele und Meridiane rechtwinklig sich schneidende Linien seien.



— andere Hilfsmittel standen ihm nicht zu Gebote<sup>184)</sup> — eingezeichnet waren, wurden die überflüssigen Teile der Karte parallel zu den Rändern weggeschnitten.

Auch diese Karte hatte einen Hauptmeridian und einen Hauptparallel, die sich beide in Massilia schnitten.

So unvollkommen diese Karte auch noch war, so bezeichnet sie doch einen ungeheuren Fortschritt gegenüber den jonischen Radkarten, deren ganz ungeographische Orientierung am besten durch die auf sie zurückzuführende römische Bezeichnung orbis terrarum = „Erdkreis“ charakterisiert wird.<sup>185)</sup>

Ein Blick auf Eratosthenes' Karte beweist, daß nicht nur in der Schattensmessung, sondern auch in der Kartenentwurfslehre der Massaliete Eratosthenes' Vorgänger und Lehrer war.

Von dieser Karte des Pytheas haben wir insoweit Nachricht, als uns wenigstens der Name überliefert ist, den Pytheas derselben gegeben hatte.

Dies führt uns auf die Frage vom literarischen Nachlaß des Pytheas.

Vier Schriftsteller des Altertums überliefern uns Titel von Schriftwerken des Massalieten: Geminus, Marcianus von Heraclea, Kosmas Indikopleustes und der Scholiast zu den Argonautica des Apollonius Rhodius.

Gemius, *εἰσαγωγή* c. 5 schreibt Pytheas ein Werk mit dem Titel *περὶ τοῦ ὠκεανοῦ* zu; Marcianus von Heraclea<sup>186)</sup> legt ihm ein Werk mit dem Titel *περίπλους* bei; Kosmas Indikopleustes<sup>187)</sup> macht Pytheas ebenso wie Geminus zum Verfasser des *περὶ τοῦ ὠκεανοῦ* betitelten Werkes; der Scholiast des Apollonius Rhodius zitiert zu IV. 761 (751) der Argonautica dieses Dichters eine *γῆς περίοδος* des Pytheas.<sup>188)</sup>

Gesichert erscheint unter diesen drei Titeln zunächst der von Geminus überlieferte *περὶ τοῦ ὠκεανοῦ*. Geminus überliefert diese Überschrift des Hauptwerkes des Massalieten im Zusammenhange mit einer bekannten, diesem Werke entnommenen, von Pytheas selbst herrührenden Nachricht: „*ἔδεικνυον ἡμῖν οἱ βάρβαροι, ὅπου ὁ ἥλιος κοιμᾶται*“;<sup>189)</sup> wenn auch Kosmas zu demselben Zitate dasselbe Werk nennt, so ist diese Überlieferung nachweisbar nicht unabhängig von der des Geminus; sie bestätigt nur, daß tatsächlich in alter Zeit schon dieser Titel beim betreffenden Zitate in Geminus' *εἰσαγωγή* stand.<sup>190)</sup>

Weil aber Pytheas nachweisbar ungefähr drei Jahre im und am atlantischen Ozean sich aufhielt, so ist es natürlich, daß die Abhandlung über den Ozean den Hauptinhalt dieses Werkes bildete. Die Echtheit dieses Titels wird daher auch von dieser Seite bestätigt.

<sup>184)</sup> Sonnen- und Mondesfinsternisse waren in den Barbarenländern natürlich von niemandem astronomisch beobachtet worden. Vergl. W. Bessell, über Pytheas von Massilien, S. 53.

<sup>185)</sup> Berger, l. c. S. 365.

<sup>186)</sup> Epit. Peripl. Menip. in Geographi Graeci minor. I. 443 — zitiert bei Callegari, l. c. S. 80.

<sup>187)</sup> Berger, l. c. S. 342, 243.

<sup>188)</sup> Callegari, l. c. S. 80.

<sup>189)</sup> Geminus, *εἰσαγωγή*, c. 5.

<sup>190)</sup> Mair, P. v. M. u. d. m. G., S. 22. Der Mönch Kosmas überliefert die Pytheasstelle aus dem Gedächtnis in folgender Art: Πυθέας δὲ ὁ Μασσαλιώτης ἐν τῇ περὶ ὠκεανοῦ οὕτως φησὶν, ὡς ὅτι παραγενομένων αὐτῇ ἐν τοῖς βαρειστάτοις τόποις ἔδεικνυον οἱ αὐτόθι βάρβαροι τὴν ἡλίου κοίτην, ὡς ἐκεῖ τῶν νυκτῶν αἰετὶ γινομένων παρ' αὐτοῖς.

Eine Küstenbeschreibung oder Küstenberechnung, die meist mit einem Hafenverzeichnis verbunden war und daher große Ähnlichkeit mit den Portulanen des Mittelalters hatte, wurde im Altertume *περίπλους* genannt.<sup>191)</sup>

Ein solcher *περίπλους* des Pytheas hat im Altertume nachweisbar existiert. Denn wenn Pytheas bei Plinius n. h. XXXVII. § 35 die Entfernung der Bernsteininsel Abalus vom Ozean und bei Plinius n. h. IV. § 95 den Abstand der unermeßlich großen Insel Baltia von der skythischen Küste nach *δρομοι νυχθημεροι* (= Tag- und Nachtfahrten)<sup>192)</sup> mißt, so kann jenes Werk des Pytheas, aus welchem Plinius diese Nachricht geschöpft hat, nur ein Periplus, eine Küstenberechnung gewesen sein.

Ich war früher ebenso wie Callegari<sup>193)</sup> der Ansicht, daß *περίοδος γῆς* nur eine andere Bezeichnung für *περίπλους* sei.<sup>194)</sup> Seitdem ich aber Dr. Heinrich August Schiecks Abhandlung über die Himmelsgloben des Anaximander und Archimedes und die einschlägigen Partien bei Hugo Berger gelesen habe, bin ich von dieser Meinung abgekommen.<sup>195)</sup>

Der Lexikograph Suidas schreibt s. v. Ἀναξίμανδρος Folgendes: „ἔγραψε περὶ φύσεως, γῆς περίοδον — καὶ φαίραν κτλ.“ —

Nun weist Schieck in überzeugender Weise nach, daß an jener Stelle *γῆς περίοδον γράφειν* nur: eine Erd-, Land-, Weltkarte entwerfen, zeichnen — bedeuten kann, und daß Suidas mit diesen Worten die auch sonst bezeugte geographische Tafel des Anaximander habe bezeichnen wollen.<sup>196)</sup>

Pytheas hat demnach zwei Schriftwerke und eine Landkarte der Öffentlichkeit übergeben:

Sein Werk *περὶ τοῦ ὠκεανοῦ*<sup>197)</sup> handelte über den atlantischen Ozean, die Lage und Größe seiner Inseln und die merkwürdigen astronomischen und physikalischen Phänomene des hohen Nordens; sein *περίπλους* war eine Beschreibung *πάσης τῆς παρωκεανίδος τῆς Εὐρώπης ἀπὸ Γαδείρων ἕως Τανάιδος*.<sup>198)</sup>

Da Eratosthenes den Westen und Nordwesten Europas in seiner Karte der Ökumene nach Pytheas zeichnete, östlich von Britannien und Thule aber keine Inseln mehr ansetzt und die Küste in eine gerade von Westen nach Osten laufende Linie auszieht: so ersieht man aus dieser Darstellung mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit, daß Pytheas' Periplus keine Karte oder wenigstens keine Karte mit Breitenbestimmungen beigegeben worden war.

Daraus folgt, daß Pytheas' Karte mit der Überschrift „*Γῆς περίοδος*“ seinem Hauptwerke *περὶ τοῦ ὠκεανοῦ* beigegeben war.

<sup>191)</sup> Berger, l. c. S. 250.

<sup>192)</sup> Mair, ultima Thule, S. XIV.

<sup>193)</sup> Callegari, l. c. S. 81.

<sup>194)</sup> Mair, ultima Thule, S. VI, Anmerkung 13.

<sup>195)</sup> Dr. Heinrich August Schieck, über die Himmelsgloben des Anaximander und Archimedes. Hanau 1843 und 1846. Berger, l. c. S. 249.

<sup>196)</sup> Schieck, über die Himmelsgloben des Anaximander und Archimedes. Hanau 1843. S. 14—18.

<sup>197)</sup> Genauer lautete der Titel nach Geminus vielleicht *τὰ περὶ τοῦ ὠκεανοῦ πεπραγμένα* = „Abhandlung über den Ozean“. Vergl. W. Bessell, l. c. S. 22, 24, 25.

<sup>198)</sup> Nach Fuhr — zitiert bei W. Bessell, l. c. S. 21, 22 — lautete der Titel *περίπλους τῆς ἐκτὸς θαλάττης*.



Pytheas' γῆς περίοδος war demnach nichts anderes als eine seinem *περὶ τοῦ ὠκεανοῦ* betitelten Hauptwerke beigegebene Karte, in welche die einzelnen Örtlichkeiten nach ihren auf den Parallel von Massilia bezogenen Breitenlagen eingezeichnet waren.

In derselben Stelle, in welcher Suidas von der γῆς περίοδος des Anaximander spricht, heißt es auch: *ἔγραψε καὶ σφαῖραν κτλ.* — und Diogenes von Laerte sagt von Anaximander: *ἀλλὰ καὶ σφαῖραν κατεσκεύασε* = „er verfertigte aber auch einen Himmelsglobus.“ Diese letztere Nachricht beweist uns, daß Anaximander nicht etwa eine schriftliche Abhandlung über die Himmelskunde verfaßte, was man aus Suidas' Worten schließen könnte, oder gar, daß er eine Himmelskugel zeichnete, was zu Anaximanders Zeit ganz ausgeschlossen war, sondern daß Suidas' Nachricht nichts anderes besagen will als: „er entwarf eine Sphära, eine Himmelskugel.“<sup>199)</sup>

Anaximander hat also nicht nur eine geographische Tafel, eine Erdkarte gezeichnet, sondern auch einen Himmelsglobus verfertigt.

In der Tat sind diese beiden Tätigkeiten innig miteinander verwandt, und die eine läßt sich ohne die andere kaum denken, zumal bei einem mathematisch und astronomisch geschulten Geographen des Altertums, nach dessen Vorstellung die Erde unbeweglich im Mittelpunkte der konzentrisch sie umschließenden Himmelskugel ruhte, so daß die Erdkugel nur ein verkleinertes Abbild der Himmelskugel war, ein *μικρόκοσμος*, im *μακρόκοσμος* im wahrhaften Sinne des Wortes.<sup>200)</sup>

Nun sieht man sofort ein, daß es eine ungleich schwierige Aufgabe ist, ein treues Abbild der Kugeloberfläche der Erde auf einer ebenen Fläche darzustellen, als einen Erd- oder Himmelsglobus zu verfertigen.

Wenn wir nun nachweisen können, daß Pytheas die schwierigere der beiden Aufgaben, die Herstellung einer Erdkarte, in einer für jene Zeit meisterhaften Weise gelöst hat, so hat er umso sicherer die Lösung der leichteren Aufgabe nicht unversucht gelassen, wenn uns auch darüber nichts überliefert wird.

Wir können nämlich nachweisen, daß gar mancher seiner Vorläufer auf dem Gebiete der Geographie der Erdkugel und der denkenden Betrachtung der Himmelskugel Sphären oder Himmelsgloben konstruiert hat.<sup>201)</sup> Übrigens war es ein unabweisbares Bedürfnis, eine unabwendbare Notwendigkeit, zur Unterstützung der eigenen Vorstellung und zu Studienzwecken eine solche Sphära herzustellen.

Wir können daher so gut als sicher annehmen, daß Pytheas von der allgemeinen Gewohnheit seiner Zeit keine Ausnahme gemacht und zur Unterstützung seiner Vorstellung und zu Studienzwecken einer Sphära sich bedient haben wird.

Die einzelnen Bestandteile dieser Sphära oder dieses Himmelsglobus können wir in den Fragmenten und Exzerpten aus Pytheas' verloren gegangener

<sup>199)</sup> Schieck, l. c. 1843, S. 14—17.

<sup>200)</sup> Berger, l. c. Überblick S. 6: „Der auf den Himmel übertragene Gürtel der Sonnenbahn ließ mit Benützung der Kenntnis von den Tropen und den arktischen Kreisen fünf Zonen am Himmel entstehen. Diese wurden auf die konzentrische Kugel der Erde übertragen usw.“

<sup>201)</sup> Schieck, l. c. 1843, S. 32—39

Schrift „über den Ozean“, dessen Inhalt zum guten Teil astronomischer Natur gewesen sein muß, unschwer nachweisen.

Wir konnten oben den Nachweis führen, daß Pytheas mit einem Polos oder einer Äquatorialuhr gearbeitet, beziehungsweise seine astronomischen Beobachtungen angestellt hat.

Eine Äquatorialuhr ist aber ein Weltbild im kleinen; denn sie besteht aus den wichtigsten Bestandteilen, welche dieses Weltbild gestalten: der Himmelsachse, den beiden Himmelpolen, der senkrecht auf der Himmelsachse stehenden Ebene des Himmelsäquators und den beiden Wendekreisen, zwischen welchen die Sonne ihre scheinbare Jahresbahn, die Bahn der Finsternisse oder Ekliptik beschreibt. Bezeichnet wurden die Wendekreise durch die Zahl der Isemerinstunden. Der Winkel, welchen diese Jahresbahn mit der Ebene des Äquators einschließt, ist die Schiefe der Ekliptik. Die Schiefe der Ekliptik findet ihren Ausdruck aber auch in der Breite der Polarzonen.

Daher waren Pytheas nicht nur diese Begriffe alle wohl bekannt, sondern von ihm angefangen wird der arktische Kreis, der früher für jeden Ort verschieden war, zum festen Polarkreise.

Wir konnten auch nachweisen, daß er nicht nur die Polhöhe von Massilia gemessen, sondern daß er auch die geographische Breite verschiedener im Norden gelegener Örtlichkeiten bestimmt und deren Breitenlage auf den Parallel von Massilia bezogen, beziehungsweise dieselbe von diesem Parallel aus berechnet hatte. — Der Begriff der Parallelkreise war ihm also geläufig.

Den Parallelkreis ergibt die Ost-West-Linie, welche der Gnomon an den Äquinoktien beim Auf- und Untergang der Sonne auf der Ebene abzeichnet.

Der Meridian des Ortes ist die Verlängerung des Gnomonschattens um 12<sup>h</sup> mittags.

Daß er den Begriff des Meridians kannte, läßt sich übrigens auch aus seiner Bestimmung des Pols mittels der Äquatorialuhr, deren Sonnenzeiger ja in der Ebene des Meridians liegt, ebenso wie aus seiner Schattenmessung nachweisen.

Die Einteilung der Äquatorialuhr in 24 gleiche Teile führte notwendigerweise auf den Gedanken, 24 größte Kreise um die Pole gelegt sich zu denken. Der Kreis, der durch den Ost- und Westpunkt des Horizonts und die beiden Pole ging, war der Kolor der Äquinoktien; jener Meridian aber, der durch den Punkt der Morgen- oder Abendweite des Horizonts am 21. Juni und über die beiden Pole lief, war der Kolor der Solstitien. Beide Meridiane hatte bereits Eudoxus von Knidus (geb. 408 v. Chr.) auf seiner Sphära dargestellt.<sup>202)</sup>

Die Ekliptik fehlte sicher nicht, ebensowenig selbstverständlich die beiden Wende- und Polarkreise.

Aber ein Vertreter der Geographie der Erdkugel, wie ein solcher Pytheas zweifellos war,<sup>203)</sup> mußte das Bestreben haben, die Grundsätze der astronomischen Geographie auch auf die Erdkugel, die nach der Vorstellung jener

<sup>202)</sup> Schieck, l. c. Hanau 1846. S. 26.

<sup>203)</sup> Dies ergibt sich aus seiner ganzen astronomischen Tätigkeit, die im wesentlichen darauf hinausläuft, zu untersuchen, in welcher Weise die Himmelskreise auf der Erdkugel sich abzeichnen.



Zeit nichts anderes war als der Mittelpunkt des Universums oder der großen Weltkugel, zu übertragen.

Weil, wieder nach der Vorstellung des Altertums, die Erdkugel in der Mitte des Weltalls unbeweglich ruht, während der Sternhimmel mit der Sonne in 24<sup>h</sup> einen Umschwung um dieselbe ausführen, so mußte in eben derselben Zeit ein größter Kreis, welcher die Grenze zwischen Licht und Schatten bildet, um dieselbe herumwandern. Dieser größte Kreis ändert jeden Tag seine Lage, indem er bei der sich drehenden Kugel von einem Ende des Durchmessers der beiden Polarkreise über die beiden Pole hinweg zu dem entgegengesetzten Ende desselben Durchmessers wandert.

Wir haben in unserer Zeichnung diese Schattengrenze für den 21. Juni um 12<sup>h</sup> mittags punktiert verzeichnet. Denn wegen der konzentrischen Lage der Erd- und Himmelskugel zueinander kann ich die eine für die andere untersetzen.<sup>204)</sup> Dieser die Schattengrenze bezeichnende Kreis schneidet je nach dem Horizonte des Beobachters die Tageskreise der Sonne in ganz verschiedener Weise.

Dies waren die Elemente der Sphära des Pytheas.

Wie war dieselbe konstruiert?

Darüber belehrt uns die bewegliche Sphära des Archimedes, von der uns Cicero, de re publica I. 14 eine anschauliche Beschreibung überliefert hat.

Bei dieser Sphära vollbrachten die Sonne, der Mond und die fünf Wandelsterne „ihre regelmäßigen Bewegungen so, daß diese, ungeachtet ihrer großen Ungleichheit, die abwechselnden und verschiedenartigen Bahnen vermittels einer Umdrehung im richtigen Verhältnisse zurücklegten; der Mond im Besonderen, in ebenso vielen Umwälzungen an jener Kugel gedreht, in wievielen Tagen es am Himmel selbst geschieht, folgte der Sonne nach, wodurch wie am Himmel so an der Sphära dieselbe Finsternis entstand, wenn er in den Punkt trat, welchen der Erdschatten ausmacht, sobald die Sonne gegenüber —“, hier bricht die Überlieferung ab.<sup>205)</sup>

An dieser Sphära waren die Planeten nach Archimedes' System angebracht.

„Wie genau und naturgemäß die Bewegungen vonstatten gingen, leuchtet aus der Angabe hervor, daß durch die einzelnen Umdrehungen die Planeten an der Kugel eine ebenso große Strecke fortgetrieben wurden, als welche diese Weltkörper innerhalb einer Zeit von 24 Stunden am Himmel zurücklegen.“<sup>206)</sup> — „Sollte der jährliche Lauf der Sonne dargestellt und die Entstehung der Mondesfinsternisse nachgewiesen werden, so durfte die gegen den Äquator geneigte Ekliptik nicht fehlen.“<sup>207)</sup>

<sup>204)</sup> Denke ich mir die Erde als eine Hohlkugel aus Glas und mich in den Mittelpunkt derselben versetzt, und denke ich mir weiters die verschiedenen Himmelskreise körperlich sichtbar am Himmel gezogen, so werden sich dieselben für mein Auge in der Weise an der Oberfläche der Glaskugel abbilden, daß die Kreise am Himmel von den Kreisen auf der Oberfläche der Glaskugel verdeckt werden. Ist dies der Fall, so müssen sich beide Arten von Kreisen genau entsprechen.

<sup>205)</sup> Schieck, l. c. Hanau 1846. S. 22.

<sup>206)</sup> Schieck, l. c. Hanau 1846. S. 24.

<sup>207)</sup> Schieck, l. c. Hanau 1846. S. 25.

Aus den Quellen „fließt ferner die Berechtigung, die mit dem Äquator gleichlaufenden Kreise, die Sonnenwenden, als auf der Sphäre angedeutet anzunehmen. Gleiche Wahrscheinlichkeit findet hinsichtlich der Polarkreise statt.“<sup>208)</sup> — „Auch waren unstreitig die Tageskreise und die Koluren an der Sphäre vorhanden, insofern diese, seit Eudoxus eingeführt, zur Nachweisung der Äquinoktial- und Solstitialpunkte notwendig erscheinen.“<sup>209)</sup>

Aus Philus abgebrochener Beschreibung, daß der Mond der Sonne nachfolgt, „wodurch, wie am Himmel, so an der Sphäre dieselbe Sonnenfinsternis entstand, wenn er in den Punkt trat, welchen der Erdschatten ausmacht, sobald die Sonne gegenüber —“<sup>210)</sup> glaube ich schließen zu dürfen, daß dem Sinne nach die Worte „der Erde und dem Monde steht“ ausgefallen sind.

Ist diese Vermutung richtig, so wäre im Mittelpunkte der Sphäre die Erde angebracht gewesen.

Die Sphära war höchst wahrscheinlich eine Ringkugel- oder Armillarsphära d. h. sie war aus drehbaren metallenen Ringen zusammengestellt.<sup>211)</sup> „Erwägt man ferner, daß sich mit der Leichtigkeit in Errichtung einer Ringkugel der Vorteil verbindet, alle die von der Sphära gepriesenen Wirkungen hervorzubringen, so muß man umso mehr glauben, die bewegliche Sphäre sei eine Ringkugel- oder Armillarsphäre gewesen.“<sup>212)</sup> — „Leontius — sec. 7 n. Chr. — hatte bei seinen Vorschlägen zur Anfertigung einer Sphära ebenfalls eine Armillarsphära im Sinne und gebraucht sogar, indem er als Bestandteile derselben eine auf fünf Füßen ruhende Basis, die zugleich den Horizont ausmachen müsse, sowie einen dem Horizonte gleichen Kreis als Meridian etc. empfiehlt, den Namen *σφαῖρα κίρκων*.“ (= Armillarsphäre).<sup>213)</sup>

Diese Armillarsphären müssen nicht nur in den Studierzimmern der Astronomen, sondern sogar in den Schulen etwas ganz Gewöhnliches gewesen sein; denn Proclus<sup>214)</sup> rät, „von den verschiedenen Kreisen nur fünf, nämlich die Polarkreise, Wendekreise und den Äquator anzubringen, damit die Köpfe der Anfänger nicht verwirrt würden.“<sup>215)</sup>

Da diese Sphären denselben Zwecken dienten, so ist es selbstverständlich, daß sie im ganzen und großen auch gleich konstruiert waren. Demnach können wir mit großer Sicherheit annehmen, daß Pytheas' Sphära folgende Metallringe aufwies: den Äquator, die Wendekreise, die Polarkreise, die Ekliptik, die zwei Koluren, den Meridian von Massilia sowie den Horizont dieser Stadt, nach deren Polhöhe die Sphäre in der Regel eingestellt war. Die ganze Sphära ruhte im Horizontringe, der wieder von mehreren von einer Basis ausgehenden Füßen getragen wurde.

Die Sphära muß im Horizontringe in vertikaler Richtung drehbar gewesen sein; dies war für Studienzwecke unerläßlich. Vielleicht war sie aber auch

<sup>208)</sup> Schieck, l. c. Hanau 1846. S. 25.

<sup>209)</sup> Schieck, l. c. Hanau 1846. S. 26.

<sup>210)</sup> Schieck, l. c. 1846. S. 5.

<sup>211)</sup> Schieck, l. c. 1846. S. 27, 28.

<sup>212)</sup> Schieck, l. c. 1846. S. 29.

<sup>213)</sup> Schieck, l. c. 1846. S. 30.

<sup>214)</sup> Proclus de sphaera cf. Astronom. vet. script. Pag. 10.

<sup>215)</sup> Schieck, l. c. 1846. S. 30.



im Meridianringe, der wohl in seiner Ebene verschiebbar, sonst aber fest gewesen sein muß, um ihre eigene Achse drehbar.

Da Pytheas die Einteilung des Kreises in  $360^{\circ}$  bekannt war, muß man sich die einzelnen Kreisringe mit einer Gradeinteilung versehen denken.

Da nach der antiken Vorstellung die Erde den ruhenden Mittelpunkt des in ewigem Umschwunge befindlichen Weltalls bildet, so kann man diese Himmelskreise auch auf die von der Himmelskugel konzentrisch umschlossene Erdkugel im verkleinerten Maßstabe übertragen sich denken.

Da aber die Erde undurchsichtig ist, so kann immer nur eine Hälfte derselben von der Sonne beleuchtet sein, während die andere im Schatten liegt. Die Grenze zwischen Licht und Schatten wandert nach der Vorstellung der Alten in  $24^h$  einmal um die ganze Erde herum, wobei sie an den Solstitien die Polarkreise beschreibt.

In Wirklichkeit aber muß man diese Schattengrenze, oder, wie die Astronomen sie nennen, den Terminator, als festen Kreis sich denken, in welchem sich die Erde dreht, so daß jeder Punkt ihrer Oberfläche in  $24^h$  zweimal den Terminator passiert.

Da die Sonne an jedem beliebigen Punkte der Erdoberfläche solange am Himmel sichtbar ist, als dieser Punkt auf seiner Kreisbahn durch die Lichthälfte der Erdkugel wandert, so sind die in der Lichthälfte liegenden Abschnitte der Parallelkreise im Verhältnisse zum ganzen Kreise das Maß für den Tagesbogen der Sonne für diesen Punkt an diesem Tage und mittelbar auch der Ausdruck für die geographische Breite oder Polhöhe dieses Ortes.

Den schärfsten Ausdruck zeigt dieses Gesetz in den einander geradezu entgegengesetzten Beleuchtungsverhältnissen der Polarkreise.

Die Bewohner des nördlichen Polarkreises, die unter dem Meridiane von Massilia leben, haben soeben Mittag: die Sonne erhebt sich bei ihnen  $48^{\circ}$  über den Horizont, während bei ihren Nebenfüßlern am südlichen Polarkreise nur ein heller Lichtschein im Nordpunkte die Nähe der Sonne verrät, ohne daß die Leuchte des Tages selbst am Horizonte sichtbar würde; die Antipoden dieser Bewohner des südlichen Polarkreises haben in demselben Augenblicke Mitternacht; die Sonne ist ihnen aber nicht untergegangen, sondern sie berührt nur den Rand des Horizontes.

Pytheas' Küstenfahrt von Gades aus in die Ostsee und bis zur vermeintlichen Grenze zwischen Asien und Europa.

Wenn in der Ilias ein Achäerheld im Begriffe steht, einen Bundesgenossen der Trojaner zu töten, so fleht letzterer regelmäßig um sein Leben mit den Worten: „Schenke mir mein Leben und nimm Lösegeld für mich! denn im Hause meines Vaters liegen viele Kleinodien: *χαλκός τε χρυσός τε πολύκιμητός τε σίδηρος.*“

Das Eisen galt also zur Zeit der Entstehung der homerischen Gesänge noch als ein Kleinod und stand auf der gleichen Stufe der Wertschätzung wie das Gold und die naturgemäß auch sehr wertvolle, weil nicht in jedermanns Besitz sich findende Bronze. Dies ist der Kulturzustand der mykeni-

schen Zeit: alle Waffen, Geräte und Werkzeuge sind aus Bronze; Eisen ist außerordentlich selten; erst mit dem Auftreten der Kelten oder in der La Tène-Periode wird das Eisen ein gewöhnliches Metall.

Das Zinn zur Herstellung der Bronze kam aus Cornwall in England.<sup>216)</sup>

Der Handel mit diesem unentbehrlichen Metalle war schon zu Moses' Zeit von den Phöniziern, später von den Karthagern monopolisiert.<sup>217)</sup>

Wenn auch die Phönizier das Zinn ursprünglich durch Zwischenhändler, die Tartessier, bezogen, so holten sie es doch bald selbst an seiner Fundstätte. Darüber kann heute kein Zweifel mehr sein.

Es ist uns gelungen, durch einen kombinierten Vergleich der ora maritima des Rufus Festus Avienus mit Pytheas' Itinerar und beider mit der Natur diese uralte phönizische Schiffahrts-Route wieder aufzufinden, ihre Übereinstimmung mit der Wirklichkeit auf kartographischem Wege zu erweisen und gegen alle Angriffe sicher zu stellen.<sup>218)</sup>

<sup>216)</sup> C. F. Wiberg. Der Einfluß der klassischen Völker auf den Norden durch den Handelsverkehr. Hamburg 1867. S. 12.

<sup>217)</sup> Wilhelm Christ. Avien und die ältesten Nachrichten über Iberien und die Westküste Europas. Abhandlungen der philosophisch-philologischen Klasse der königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften. 11. Band. München 1868. S. 122, 123.

<sup>218)</sup> G. Mair, auf alten Handelswegen. Triest. 1903. S. 19—23, und die Karte „Die Fahrten der Phönizier von Santander nach Cornwall. Entworfen von Georg Mair“ — und G. Mair, der karthag. Admiral Himilko usw. S. 19, 20. — Da vorauszusehen ist, daß mir die Kritiker die Erklärung Hergts, l. c. S. 22, entgegenhalten werden, Pytheas sei von der Nordwestspitze Spaniens in direkt nördlicher Richtung, wie er glaubte, nach Uxisame gefahren, ohne den Druck der West- und Südwestwinde und den Einfluß des Golfstromes zu merken, und habe auf diese Weise in drei Tagen Uxisame erreicht: so berufe ich mich gleich hier auf Strabo 148, Müllenhoff D. A. I. p. 370, 371, ora maritima 174—177, und Mair, ultima Thule, Villach 1894. p. XIII.

Speziell aus ora maritima 174—177:

„At qui dehiscit inde prolixo sinus,  
non totus uno facile navigabilis  
vento recedit: namque medium accesseris  
Zephyro vehente, reliqua deposcunt notum.“

ersieht man deutlich, daß die Fahrt in die Mitte des Golfes von Biscaya hineingeht.

Daß in der Karte des Eratosthenes die Bretagne soweit nach Westen vorspringt, kommt davon her, daß sich den Alten, weil sie nur in der Zeit der langen Tage ihre Seefahrten machten, der Osten und Westen regelmäßig in der Richtung der Sonnenbahn verschoben. Der Nordwesten ward daher in ihrer Vorstellung zum Westen, der Nordosten zum Osten. Dr. A. Breußing, die Nautik der Alten. Bremen 1886. p. 12, 23, 24.

Weil nun die Fahrt von Santander nach Uxisame nach Nordnordwesten geht, so ward in Pytheas' Vorstellung der Nordwesten nach obigem Gesetze zum Westen.

Als Kompaß benützte man eine einfache Sonnenuhr. Mair, auf alten Handelswegen. S. 32—34.

Ein schönes Beispiel für das Gesetz, daß den Alten sich regelmäßig der Osten und Westen in der Richtung der Sonnenbahn verschoben, hat im vergangenen Jahre Wilhelm Dörpfeld den Mitgliedern des archäologischen Kongresses auf der ersten, an die Sitzungen des Kongresses sich anschließenden Reise ins jonische Meer vor Augen gestellt. Auf den Seekarten der Venezianer liegen nämlich die jonischen Inseln nicht von Norden nach Süden, sondern von Westen nach Osten, weil die Fahrt der venezianischen Schiffe von Nordwesten nach Südosten und in umgekehrter Richtung ihren Verlauf nahm.



Die Bronze war also ein unentbehrlicher Bedarfsgegenstand, unentbehrlicher als das Gold.

Dem Golde gleich geschätzt und mit Gold aufgewogen wurde in der älteren Zeit der Bernstein.

In den mykenischen Königsgräbern und in den kretischen Ausgrabungen aus minoischer d. h. vorgeschichtlicher Zeit findet man baltischen Bernstein in verhältnismäßig großen Mengen.<sup>219)</sup> Daß dieser Bernstein baltischen Ursprungs ist, hat die chemische Analyse ergeben; aber auch auf dem Wege geschichtlicher und geographischer Betrachtung gelangt man zu demselben Ziele.

Dieser Bernstein wurde zur Zeit der homerischen Gesänge von den Phöniziern an den Nordenden des Pontus und der Adria in Empfang genommen.<sup>220)</sup> Denn zu beiden Meeren führten einerseits die ältesten Bernsteinstraßen: zur Adria die älteste Bernsteinstraße aus dem Samlande,<sup>221)</sup> zum Pontus aus der zemya Nuriska, γῆ Νευρίς;<sup>222)</sup> andererseits ist die Anwesenheit der Phönizier in beiden Meeren in den ältesten Zeiten erwiesen;<sup>223)</sup> endlich treten in der Odyssee die Phönizier als Bernsteinhändler auf.<sup>224)</sup>

Nachdem die Blüte der phönizischen Städte im Mutterlande geknickt und der atlantische Handel auf Karthago übergegangen war, gelangte der Bernstein zugleich mit dem Zinn in die Mittelmeerländer.<sup>225)</sup>

Wo holten die Karthager den samländischen Bernstein?

Denn nur von dem goldig klaren oder weinroten, durchscheinenden Bernstein des Samlandes oder der Forste von Prasnysz und Ostrolenka am Narew in der zemya Nuriska, der γῆ Νευρίς, kann beim Bernsteinhandel die

<sup>219)</sup> Ich berufe mich als Augenzeuge auf die mykenische Abteilung des archäologischen Museums in Athen und auf das Museum in Ἡράκλειον auf Kreta.

<sup>220)</sup> Mair, die Aisten und Neuren und die Hyperboreersage. Pola und Triest 1900. S. 6, 25—27.

<sup>221)</sup> Mair, die Aisten und Neuren, S. 27 ff. Mommsen, römische Geschichte. I. Band. Berlin 1881. S. 126.

<sup>222)</sup> Mair, die Aisten und Neuren, S. 25—27.

<sup>223)</sup> Mair, die Aisten und Neuren usw., S. 35.

Bis zum heutigen Tage hat sich in den österreichischen Alpenländern eine Erinnerung an die Phönizier in der Sage von den Fäniken, Fänken, Fenesleuten, Venedigermännchen erhalten. Fäniken oder Fänken stammt von Fenchu, der ägyptischen Bezeichnung für Phönizier; so nannten sich die Phönizier den Fremden gegenüber, während ihr nationaler Name Kenâhim = Kanaanäer = „Niederländer“ war. Dr. Richard Pietschmann, Geschichte der Phönizier. Berlin 1889. S. 98, 99. — Dr. Wagner, unsere Vorzeit. Nordisch-germanische Götter und Helden. III. Auflage. Leipzig und Berlin 1882. S. 52.

Zur Anwesenheit der Phönizier im Pontus vergl. die Völkertafel der Genesis bei Cuno, l. c. S. 250 und 265 ff.

Ich mache darauf aufmerksam, daß Milet allein 80 Kolonien an den Ufern des Pontus hatte. Da die Griechen bei ihren Seefahrten den Spuren der Phönizier folgten, so erhält dadurch die Annahme, Milet sei ursprünglich eine Ansiedelung der Phönizier gewesen, eine starke Stütze.

<sup>224)</sup> Odyssee, IV. 72, 173; XV. 459, 460, 473; XVIII. 295, 296. Vergl. nordische Altertumskunde von Dr. Sophus Müller. Straßburg 1897. S. 318. Mair, die Aisten usw., S. 35, Anmerkung 160. Müllenhoff D. A. I., S. 212 (neuer Abdruck).

<sup>225)</sup> Herodot III. 115. Mair, auf alten Handelswegen, S. 17.

Rede sein; die Bernsteinausbeute Jütlands und der Nordseeküste ist und war von jeher minimal gegenüber der ostbaltischen.<sup>226)</sup>

Wilhelm Christ hat die bekannte Pliniustelle,<sup>227)</sup> nach welcher die Guiones (Gutones) an der Weichselmündung den Bernstein an die Teutonen, d. h. die Bewohner von Schleswig-Holstein verkaufen, scharfsinnig also gedeutet, „daß die phönizischen Kaufleute es in der Regel vermieden, wegen der leichten Ware den weiten Seeweg durch den Kattegat nach der fernen Ostsee anzutreten, und daher die Barbaren durch reiche Geschenke an goldenen und bronzenen Fabrikwaren veranlaßten, ihnen zu Lande den Bernstein bis zur holsteinischen Westküste zu bringen, um ihn zunächst dortselbst zu verladen und nach Gades zu verschiffen.“<sup>228)</sup>

Diese Annahme wird zur Gewißheit, wenn man sie vergleicht mit einer interessanten Nachricht, die wir Moritz Redslob bezüglich dieses Zwischenhandels verdanken.

Bei Redslob liest man Folgendes: „Noch in den ersten Jahrhunderten des Christentums im Norden gab es keinen direkten Seeverkehr zwischen der Nord- und Ostsee durchs Kattegat; sondern der Handel zwischen den beiden Meeren bewegte sich über den Fuß der cimbrischen Halbinsel in der Art, daß die Seefahrer des Westens mit ihren Fahrzeugen die Eidermündung herauf in die Treene bei Hollingstedt fuhren, die Seefahrer der Ostsee aber in die Schley bis zu dem im innersten Winkel dieses langen Meerbusens gelegenen Hadebye einliefen. — War aber noch in diesen verhältnismäßig späten Zeiten der Handel zwischen Nord- und Ostsee mittelbarer und indirekter Handel, so war er es in den früheren Zeiten umso mehr.“<sup>229)</sup>

Solche Verhältnisse ändern sich nämlich niemals.

Nach Jütland führte die alte Donau-Moldau-Elbe-Straße, auf welcher in den ältesten Zeiten dem Oriente das Zinn Britanniens zugeführt wurde, bis es den Phöniziern gelang, eine direkte Verbindung mit Cornwall herzustellen; auf dieser uralten Handelsstraße von der Mündung der Elbe in die Nordsee bis zur Vereinigung der Donau mit dem Pontus wurde aber kein Bernstein nach dem Süden verfrachtet, weshalb der Bernstein in Ungarn vollkommen fehlt; denn der Bernsteinhandel ist verhältnismäßig jungen Datums; vor der mykenischen Periode war das „Sonnengold“ noch nicht bekannt.<sup>230)</sup> Als aber dieses fossile Harz den Südländern bekannt geworden war, hatte der Handel mit dem Norden bereits die Abkürzung von Carnuntum zur Adria eingeschlagen, wo die Phönizier den Bernstein in den Etrusker-Städten Hatria und Spina in Empfang nahmen.<sup>231)</sup> Auf Jütland entwickelte

<sup>226)</sup> Mair, die Aisten usw., S. 26 und 47. W. Christ. Avien und die ältesten Nachrichten über Iberien usw., S. 125.

<sup>227)</sup> Plinius n. h. XXXVII. § 35.

<sup>228)</sup> W. Christ, l. c. S. 125. Glossaria bei Plinius IV. 27 und XXXVII. 11 war ein Stapelplatz für die Bernsteinhändler. Mair, Himilko, S. 35, Anmerk. 99.

<sup>229)</sup> Dr. Gustav Moritz Redslob. Thule. Die phönizischen Handelswege nach dem Norden usw. Leipzig 1855. S. 24, 25. Mair, die Aisten usw., S. 47.

<sup>230)</sup> Mair, die Aisten usw., S. 46.

<sup>231)</sup> Mair, die Aisten usw., S. 35, 46, 47.



sich daher ein förmlicher Bernsteinmarkt, bis der Landhandel endlich die direkte Verbindung mit dem Samlande eröffnete.

Der Beweis für die Richtigkeit dieser Entwicklung liegt in dem Umstande, daß die meisten der zum Bernsteinhandel in Beziehung stehenden Goldfunde an der Westküste Jütlands und absolut die meisten im Amte Viborg gemacht wurden, welches mittels der tief ins Land eindringenden Fjorde von den teutonischen und phönizischen Schiffen am leichtesten zu erreichen war.<sup>232)</sup>

Klingt die Anschauung, die Phönizier hätten es überhaupt nicht gewagt, die Ostsee aufzusuchen, angesichts der geradezu Staunen erregenden Ausdehnung ihrer Handelsfahrten<sup>233)</sup> schon an und für sich wenig glaubwürdig, so läßt sich diese Auffassung durch einen Rückschluß von einer überlieferten Tatsache auf eine Annahme, welche die notwendige Voraussetzung der überlieferten Tatsache bildet und ohne welche diese Tatsache unerklärlich, ja geradezu unmöglich wäre, als gänzlich haltlos erweisen.

Aus dem *περίπλους* oder der Berechnung und Beschreibung der Ozeanküste Europas, der erwiesenermaßen Pytheas zu seinem Verfasser hatte, ist uns ein Fragment überliefert, das sein Verständnis erst findet unter der Annahme, Pytheas sei geradeso wie auf der Fahrt von Cadiz nach Landsend auch in der Ostsee der Leitung und Führung eines phönizischen Periplus gefolgt.

Um diesen Nachweis führen zu können, müssen wir etwas weiter ausholen.

Pytheas hat bei seiner Polarexpedition den atlantischen Ozean, den er schlechtweg *ὠκεανός* nennt, befahren; auf seiner zweiten Nordlandsfahrt durchkreuzte er nach seinem Dafürhalten einen Ausläufer des nördlichen Eismeer, daß von ihm *θάλαττα πεπηγυῖα*, mare congelatum oder concretum, „gefrorenes Meer“ genannt wird.<sup>234)</sup> Denn die dem „Mündungshaff“<sup>235)</sup> Mentonomon vorgelagerte Insel Abalus, an welche die Frühjahrsstürme den Bernstein, eine „Ausscheidung“ des „gefrorenen Meeres“ anspülen, ist 6000 Stadien vom Ozean entfernt.<sup>236)</sup>

<sup>232)</sup> Sophus Müller. Nordische Altertumskunde. I. Bd. Straßburg 1897. S. 323. Mair, die Aisten usw., S. 47.

<sup>233)</sup> Mair, Himilko, S. 20 und an vielen anderen Stellen; Mair, die Aisten usw., S. 39 ff.

<sup>234)</sup> Strabo, c. 63. Plinius n. h. IV. § 94 und 104; XXXVII. § 35, und Varro de re rustica I. 2. Müllenhoff D. A. I. Berlin 1870. p. 417, 418. Mair, ultima Thule, p. XXII.

<sup>235)</sup> Mair, a. a. H. (= auf alten Handelswegen) S. 37.

<sup>236)</sup> Plinius, XXXVII. § 35: „Pytheas (credidit) Guionibus (Gutonibus) — accoli aestuarium Mentonomon (Meconomon) nomine ab oceano spatio stadiorum sex milium, ab hoc diei navigatione esse insulam Abalum, illo per ver fluctibus advehi (sucinum) et esse concreti maris purgamentum cett.“

Die älteste und beste Handschrift bietet Guionibus. Gutonibus ist daher höchst wahrscheinlich eine Korrektur für Guionibus, die ihre Entstehung der Bekanntschaft mit Tacitus' Germania c. 43 verdankt, wo die zu Tacitus' und Plinius' Zeiten an der unteren Weichsel sesshaften Gotones aufgeführt werden.

Guiones war der Name des preußischen Stammes der Gudden. — Hier ist uralter itaischer Boden. Denn einerseits ist Visla, der ursprüngliche Name der Weichsel, ein lettoslawisches Wort. (Müllenhoff D. A. II. Bd. Berlin 1887. S. 208, 209), andererseits setzt Ptolemaeus (Claudii Ptolemaei geographia edd. Carolus Müllerus, Parisii 1883. p. 423) die

Genau soviel Stadien beträgt für einen Küstenfahrer die Entfernung des Samlandes, wo die von Pytheas geschilderten Verhältnisse stattfinden, vom Ozean oder vom Cap Skagenshorn an der Nordspitze Jütlands, wo die schwedische und dänische Küste nur wenige Meilen von einander abstehen.<sup>237)</sup>

Von Plinius wird noch eine zweite Pytheas' Periplus entnommene Schifffahrtsroute überliefert. Bei Plinius IV. § 95 liest man nämlich Folgendes: „Xenophon Lampsacenus a litore Scytharum tridui navigatione insulam esse immensae magnitudinis Baltiam (Balciam) tradit; eandem Pytheas Basiliam nominat.“

Das Gestade der Skythen kennen wir bereits: es ist die ostelbische Küste.

In meiner Schrift „Auf alten Handelswegen“ habe ich auf S. 41—44 den Nachweis erbracht, daß einerseits die beiden Namen für dieselbe Insel, Baltia und Basilia von Pytheas herkommen, und daß Basilia nichts anderes ist als eine Übersetzung von Baltia, die im Griechischen Βασιλεία (νήσος), „Insel der Herrin“ gelautet haben muß, und daß andererseits dieser Name höchst wahrscheinlich einem phönizischen Periplus entstammt; dasselbe muß dann der Fall sein bei Abalus.

Abalus kommt höchst wahrscheinlich von einem phönizischen Aba'al für Aiba'al = „Insel des Herrn“.<sup>238)</sup>

Die Identität der Bernsteininsel Abalus mit dem heutigen Samlande wird wohl niemand mehr bezweifeln. Wo haben wir aber dann die unermeßlich große Insel Baltia zu suchen?

Pytheas machte die Fahrt von Gades nach Landsend mit einer schnellsegelnden Pentekontere in 14 Tagen.<sup>239)</sup> Es ist daher ausgeschlossen, daß Himilko, der ebenfalls mit schnellsegelnden und mit Ruderwerk ausgestatteten Pentekonteren<sup>240)</sup> die See durchkreuzte, zu derselben Fahrt vier Monate gebraucht haben soll.<sup>241)</sup>

Dieser Schluß ist umso sicherer, als der Seefahrer mit den Schwierigkeiten, welche die ora maritima Himilko in den Mund legt, weder an der Westküste Spaniens noch im biscayischen Golfe zu kämpfen hat.<sup>242)</sup>

Es ist daher mehr als wahrscheinlich, daß der Hauptzweck der Expedition Himilkos nicht so sehr die Erforschung der Ozeanküste Europas, die ja schon

Γόθωνες = Gudden zwischen der Weichsel und dem finnischen Meerbusen an, während er die Gothen im südlichen Schweden Γούτται, nach anderer Leseart Γαύται nennt.

Heute ist Gudden ein Spotname, womit die christianisierten und germanisierten Preußen ihre kulturell zurückgebliebenen Nachbarn im Südosten belegen. Vergl. William Pierson. Elektron. Berlin 1869. S. 24. Ich halte es daher für das Wahrscheinlichste, daß zu Pytheas' Zeit im Samlande noch nicht Gothen, sondern Gudden saßen.

<sup>237)</sup> Mair, a. a. H., S. 35 ff. und die Karte „die Fahrten der Phönizier vom Ende des Ozeans nach Abalus und von Abalus nach Baltia. Entworfen von Georg Mair.“

<sup>238)</sup> Eduard Meyer, Geschichte des Altertums. I. Bd. § 175, 205. Mair, a. a. H., S. 42—44.

<sup>239)</sup> Mair, Himilko, S. 26, 27.

<sup>240)</sup> Mair, Himilko, S. 27, Anmerkung 73.

<sup>241)</sup> Ora maritima V. 117—129.

<sup>242)</sup> Mair, Himilko, S. 27—35. Das Druck-Maximum der Roßbreiten reicht im Hochsommer allerdings fast bis an die Grenze Portugals herauf (Mair, Himilko, S. 31); jedoch im Hochsommer mußte Himilko die Breite von Portugal schon längst passiert haben.



seit Jahrhunderten befahren worden war und daher in den Comptoirs der Großhandlungshäuser Karthagos bekannt sein mußte, als vielmehr die Anlage von neuen und die Verstärkung von bereits bestehenden Kolonien,<sup>243)</sup> insbesondere in dem mit paradiesischer Fruchtbarkeit gesegneten Schonen<sup>244)</sup> gewesen ist.

Wie nämlich heute noch an der norwegischen Küste bis zu den Lofoten hinauf zahlreiche Örtlichkeiten den Namen des Baal tragen,<sup>245)</sup> so hat sich in Schonen gar manche Erinnerung an die Ba'alat oder Baaltis, Beltis erhalten.<sup>246)</sup> In Schonen hat man auch wiederholt in aus der Heidenzeit stammenden Urnen mit Leichenbrand — Ledergeld gefunden.<sup>247)</sup>

Ledergeld hatten aber nur die Karthager.

Waren also in Schonen karthagische Kolonien, so ist die Lösung des Problems einfach und sicher; sie hängt aber glücklicherweise nicht von dem Bestande karthagischer Kolonien auf Schonen ab; es genügt, wenn in Himilkos Periplus die Entfernung Schonens vom Samlande angegeben und die Fahrt seemännisch genau beschrieben war.

Himilkos Aufgabe muß es gewesen sein, den Seeweg zur „Insel des Herrn“, an welche von den Fluten das „Sonnengold“, ἥλεκτρον, angespült wurde, und die Fahrt von der „Insel des Herrn“ zurück nach dem „Paradiese des Nordens“, nach Schonen, seemännisch zu beschreiben und so eine Kenntnis, in deren Besitz bisher nur einzelne Großhandlungshäuser gewesen waren, der ganzen Rhederei und Seehandel treibenden Kaufherrenrepublik zugänglich und nutzbar zu machen.

Dieser ins Griechische übersetzte Periplus<sup>248)</sup> muß Pytheas bekannt gewesen sein, und ihn muß er daher zu seinem Führer genommen haben.

Rechnen wir nun die Fahrt vom Samlande aus, so gelangen wir tatsächlich in drei Tag- und Nachtfahrten (δρόμοι νυχθήμεροι) an die Küste von Schonen.  $\frac{5}{6}$  dieser Route decken sich mit der früheren.

<sup>243)</sup> Müllenhoff D. A. I. (neuer Abdruck), S. 111, 112; Mair, Himilko, S. 25.

<sup>244)</sup> Mair, Himilko, S. 42, Anmerkung 124. Linné schließt eine Abhandlung über Schonen mit folgenden Worten: „Also ist unleugbar kein Land in Schweden und keines in Europa, das mit Recht vorgezogen werden kann, wenn alle ihre Vorteile gegen einander abgewogen werden. Die Ebene nach Lund, Malmö, Trelleborg fängt an bei Dalby und stellt ein Land Kanaan vor.“ Linné sah „den Baum des Jupiter, den Wallnußbaum Frucht tragen; er fand den weißen Maulbeerbaum und Seidenwürmer, wie man sie erst an den Ufern des Mittelmeeres sieht. Die echte Kastanie, die nicht früher als in der südlichen Schweiz und im mittleren Frankreich vorkommt, trug hier Früchte. Der Krapp, das teure Farnekraut, überwinterte wie erst in der Provence. Mandelbäume waren zehn Ellen hoch und trugen im Überfluß. Pfirsiche und Aprikosen, russischer Gries, Quitten, Reinetten, Weintrauben — des Südens Herrlichkeiten im Norden!“ Vergl. „Schonische Landschaft von August Strindberg.“ Die Zeit. Wien, den 21. Jänner 1899. Nr. 225, S. 39.

<sup>245)</sup> Mair, a. a. H., S. 46.

<sup>246)</sup> Mair, a. a. H., S. 45, 46.

<sup>247)</sup> Mair, a. a. H., S. 46.

<sup>248)</sup> Wilhelm Sieglin, Entdeckungsgeschichte von England im Altertum, S. 850, 853. Mair, a. a. H., S. 18; Himilko, S. 48 ff.

Wir haben also ein überraschendes und interessantes Ergebnis:

Nach der ora maritima fuhren die phönizischen Schiffe in die Mitte des biscayischen Golfes hinein und dann direkt nach Norden;<sup>249)</sup> nach Pytheas' Itinerar ist die Insel Uxisame drei,<sup>250)</sup> das Vorgebirge Belerion (= Landsend) vier Tag- und Nachtfahrten, zu je 1000 Stadien die Tag- und Nachtfahrt gerechnet, vom Festlande entfernt.<sup>251)</sup>

Diese Fahrt geht in der Tat von der Mitte des biscayischen Golfes aus nach Norden.<sup>252)</sup>

Pytheas folgte also auf der Schifffahrts-Route Santander—Landsend der Führung eines phönizischen Periplus.

Wiederum nach Pytheas ist das Samland von der Einfahrt in die Ostsee sechs Tag- und Nachtfahrten, die Tag- und Nachtfahrt zu je 1000 Stadien gerechnet, und Schonen vom Samlande drei ebenso große Tag- und Nachtfahrten entfernt; also folgte Pytheas auch in der Ostsee dem Periplus einer fremden Nation, welche nur die phönizische gewesen sein kann. Denn es ist ausgeschlossen, wie Adolf Bauer seinerzeit mit Recht gegen mich geltend machte,<sup>253)</sup> daß ein erster Entdecker in einem fremden Meere die größte Fahrgeschwindigkeit anwendete und richtige Distanzangaben bieten konnte.

Die Schifffahrts-Route im Golf von Biscaya von Santander nach Uxisame und Belerion einerseits und die zwei Schifffahrts-Routen in der Ostsee andererseits sind aber, wie man sieht, nur die Anfangs- und Endstrecken eines Periplus, dessen Inhalt die Berechnung und Beschreibung der ganzen Küste Europas von Gades bis zum Samlande gewesen sein muß.<sup>254)</sup>

Die Beschreibung der mittleren Strecke dieses Periplus ist uns durch die Ungunst der Zeiten verloren gegangen. Nur die Breite der Meerenge zwischen Frankreich und England wird mit 100 Stadien überliefert.<sup>255)</sup>

Die Richtigkeit unserer Schlußfolgerung springt umso mehr in die Augen, wenn man mit unsern Routen die offenbar auf einer Umsegelung gewonnenen Maßzahlen der drei Seiten Britanniens vergleicht. Pytheas hat den Umfang Britanniens um mehr als das Doppelte zu groß angenommen.<sup>256)</sup>

Hieraus ersieht man, daß Pytheas an der englischen Küste in den langen Tagen, welche in diesen Breiten im buchstäblichsten Wortsinne lange Tage sind, nicht einmal 500 Stadien, also nicht einmal die Hälfte der Fahrgeschwindigkeit auf der Strecke Gades—Landsend und auf seinen zwei Schifffahrts-Routen in der Ostsee erreichte.

<sup>249)</sup> Ora maritima, 174—177.

<sup>250)</sup> Strabo, c. 63.

<sup>251)</sup> Diodor, V. 21, 3. Vergl. Carolus Müllerus, Claudii Ptolemaei geographia celt. Parisiis 1883 — zu Ptolemaeus, II. 3, 3. s. v. Βελέριον.

<sup>252)</sup> Mair, a. a. H., S. 18—23 und die Karte „die Fahrten der Phönizier von Santander nach Cornwall“.

<sup>253)</sup> Mair, Himilko, S. 13 und 5.

<sup>254)</sup> Mair, Himilko, S. 48 und 50.

<sup>255)</sup> Müllenhoff D. A. I. Bd. Berlin 1890. S. 379.

<sup>256)</sup> Mair, a. a. H., S. 24—26.



Man sieht sofort, daß Pytheas hier nicht mehr der Führung eines Periplus gefolgt sein kann.

Wenn nun Pytheas einerseits auf der Route Gibraltar—Landsend — denn auch der Fahrt von Gibraltar—C. Firisterre liegt nach Pytheas' Itinerar die Maximalgeschwindigkeit von 1000 Stadien für eine Tag- und Nachtfahrt zugrunde<sup>257)</sup> — andererseits auf den Routen Cap Skagenshorn—Samland und Samland—Schonen die Maximalgeschwindigkeit von 1000 Stadien für eine Tag- und Nachtfahrt anwendete, während bei der Umsegelung der britannischen Küste seine Fahrgeschwindigkeit sich um mehr als die Hälfte verkürzte: so läßt sich diese auffallende Ungleichheit in der Fahrgeschwindigkeit nur so erklären, daß er in den ersten zwei Fällen der Führung einer genauen Segelanweisung, eines περιπλους oder σταδιασμός<sup>258)</sup> folgte, während er bei der Umsegelung Britanniens auf sich selbst angewiesen war. Dieser Periplus kann aber nur phönizischen Ursprungs gewesen sein.

Nun ist uns aber aus der Geschichte der Name eines Karthagers bekannt, der von seinem Staate ausgesandt worden war, die Küste Europas seemännisch zu beschreiben; ich vermute daher, daß diese Segelanweisung der ins Griechische übersetzte Periplus Himilkos gewesen sei.<sup>259)</sup>

Die wertvollsten Rohprodukte des atlantischen Handels waren für die Phönizier: das Zinn Britanniens, der Bernstein des Samlandes und die Fische der norwegischen Küste;<sup>260)</sup> an der englischen Küste gab es für die praktischen phönizischen Kaufleute keine wertvolle Rimesse.

An drei Punkten konnten wir Pytheas' Anwesenheit in der Ostsee nachweisen: an der Einfahrt ins Kattegat, im Samlande und in Schonen.

Wenn wir, was wohl zweifellos richtig ist, annehmen müssen, daß Pytheas seine Nordlandsfahrten nicht rein und ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken, sondern auch im kaufmännischen Interesse seiner Vaterstadt und, von derselben unterstützt,<sup>261)</sup> unternommen hatte: so muß es unter anderem seine Aufgabe gewesen sein, die Seewege zum Zinn- und Bernsteinlande aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Denn die seemännische Beschreibung der Schifffahrts-Routen zu diesen zwei Hauptzielen des karthagischen Handels muß den Hauptinhalt des Periplus des Himilko gebildet haben.<sup>262)</sup>

<sup>257)</sup> Mair, *ultima Thule*, p. VII—XI.

<sup>258)</sup> Iwan Müller, *Handbuch der klassischen Altertumswissenschaft*. V. 1. *Geschichte der Mathematik usw.*, S. 295, Anmerk. 2. Siegmund Günther, *Abriß der Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaften im Altertum*. p. 295, Anmerk. 2. Mair, *Himilko*, S. 19. Anmerk. 39<sup>b)</sup>.

<sup>259)</sup> Mair, *Himilko*, S. 46, 50, 51.

<sup>260)</sup> Zur außerordentlichen Ergiebigkeit der Fischereigründe an der norwegischen Küste vergleiche Heinrich Kupfer, *Norwegen und seine Besiedelung*. Schneeberg 1895. (Gymnasial-Programm) S. 7. Mair, *Himilko*, S. 38; a. a. H., S. 46. Die norwegische Küste im allgemeinen und die Lofoten insbesondere gehören zu den ergiebigsten Fischereigeieten Europas.

<sup>261)</sup> Euthymenes und Pytheas, beide aus Massilia, folgten im Auftrage ihres Staates den Reiseberichten zweier karthagischer Admirale, der Brüder Hanno und Himilko, welche die Fahrt vor mehr als 100 Jahren im Auftrage des hohen Rates von Karthago gemacht hatten. Plinius, II. 67. W. Sieglin, *Entdeckungsgeschichte von England im Altertum*. S. 860, 861. Mair, *Himilko*, S. 16, 17; a. a. H., S. 5, 6.

<sup>262)</sup> Mair, *Himilko*. S. 51 und an verschiedenen Stellen.

Pytheas' Bericht über das Samland, seine Bewohner, die Gewinnung des Bernsteins und dessen Vertrieb mag, wie man aus Plinius XXXVII. § 35 schließen muß, ziemlich ausführlich gewesen sein.

Ich bin daher geneigt anzunehmen, daß Pytheas in Memel überwintert und dortselbst das Frühjahr abgewartet habe, in welchem die Frühjahrsstürme nach Plinius IV. § 95 den Bernstein, mit Seetang umwickelt, an die samländische Küste spülen.

Zu dieser Annahme bestimmen mich folgende Gründe:

Nach Plinius IV. § 95 ist die Bernsteininsel, an welche die Fluten im Frühjahre den Bernstein antreiben, eine Tagfahrt<sup>263)</sup> vom Festlande, d. i. von Memel entfernt;<sup>264)</sup> weiters hat Pytheas das Gefrieren des Meeres beobachtet. Denn was man auch dagegen sagen mag, das was weder „zu Schiffe passierbar noch zu Fuße betretbar ist“ und die größte Ähnlichkeit mit einer Qualle, der Seelunge hat, kann vernünftigerweise nur jener Brei gewesen sein, den das gefrierende Meer lange Zeit hindurch darstellt, ehe es zu einer festen Eismasse wird.<sup>265)</sup>

Nun friert aber die Ostsee, welche von Pytheas als ein Teil des *ὠκεανὸς ἀρκτικός* angesehen wurde, jeden Winter bis Memel herunter zu.<sup>266)</sup> Memel ist jeden Winter 12 Tage vom Eise eingeschlossen.

Wäre es schon an und für sich schwer möglich, in einem Sommer eine Fahrt von Gades bis zum Samlande und nach längerem Aufenthalt dortselbst nach Massilia zurück zu machen, so wird dies zu einer direkten Unmöglichkeit, wenn sich erweisen läßt, daß das Samland nicht der östlichste Punkt war, den Pytheas in der Ostsee erreicht hatte.

In der oben behandelten Strabostelle läßt Polybius den Pytheas die Behauptung aufstellen, daß der fernste Punkt, den er auf seiner Fahrt längs der Ozeanküste Europas erreicht habe, die Ausmündung jenes Stromes in den nördlichen Ozean gewesen sei, der im Altertume die Grenze bildete zwischen Asien und Europa, nämlich des

### Tanais.

Hugo Berger meint nun freilich unter Berufung auf Polybius III. 37, der Tanais sei hier von Polybius nur genannt als nordöstlich verlaufende Grenze der Erdteile Europa und Asien. Der Fluß bezeichne einfach den Nordostpunkt und der ganze Ausdruck in höhnischer Übertreibung den Gesamthalt der äußeren Küsten des Erdteils.<sup>267)</sup>

<sup>263)</sup> diei cursu — was nur Tagfahrt, nicht Tag- und Nachtfahrt bedeuten kann. Eine Tag- und Nachtfahrt bezeichnet Plinius entweder durch (bidui) tridui u. ä. navigatio (IV. 95) oder mit mille stadia (milia stadiorum), der durchschnittlich größten Geschwindigkeit, die man im Altertum erreichte, z. B. Plinius, XXXVII. § 35.

<sup>264)</sup> Mair, a. a. H. die Karte „die Fahrten der Phönizier vom Ende des Ozeans nach Abalus und von Abalus nach Baltia. Entworfen von Georg Mair.“

<sup>265)</sup> J. G. Kohl in Petermanns Mitteilungen, Jahrgang 1869, S. 15; Mair, ultima Thule, p. XXII.

<sup>266)</sup> Meyers Konversationslexikon s. v. „Ostsee“.

<sup>267)</sup> Berger, l. c. S. 243.



Zu diesem nicht ganz einwandfreien Auskunftsmittel, die hier vorliegende Schwierigkeit beheben zu wollen, liegt meines Erachtens erstens einmal keine rechte Nötigung vor, da für das Altertum die Bifurkation eines Stromes durchaus nichts Befremdliches hatte;<sup>268)</sup> und weiters läßt sich der Nachweis führen, daß Pytheas tatsächlich die Mündung eines Armes des Tanais in einem tief ins Land eindringenden Busen des nördlichen Ozeans erreicht zu haben nicht nur glauben konnte, sondern geradezu glauben mußte.

Herodot<sup>269)</sup> wußte, daß der Kaspisee ein geschlossenes Meer sei; von Alexanders Zeit an galt er bei allen folgenden Geographen bis auf Ptolemaeus für einen Busen des nördlichen Ozeans.

Dieser Irrtum kann nur durch Pytheas veranlaßt worden sein,<sup>270)</sup> den einzigen Griechen, der diese nördlichen Meere befahren hatte.

Der finnische Meerbusen, die Newa, der Ladogasee, der Wolchow, der Ilmensee, der Lowat, die Dwina und der Dnjepr bildeten nach dem Zeugnisse des russischen Chronisten Nestor<sup>271)</sup> noch im neunten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung eine ununterbrochene, von den Warägern auf ihren Raub- und Kriegsfahrten, die sie bis Konstantinopel und Kleinasien ausdehnten, fleißig benutzte Wasserstraße von der Ostsee ins schwarze Meer.<sup>272)</sup>

Während ferner Herodot die nördlich vom Wolchonskiwalde am Ostufer des Ladogasees und östlich der Linie Olonez, Twer, Jaroslawl, Moskau, Orel und Kursk<sup>273)</sup> hausenden finnischen Andro-

<sup>268)</sup> Mair, a. a. H., S. 13, Anmerkung 25, und Mair, die Aisten und Neuren usw., p. 27; Himilko, S. 4, Anmerkung 5; W. Sieglin, Entdeckungsgeschichte von England im Altertum, p. 857.

<sup>269)</sup> Herodot, I. 202, 203.

<sup>270)</sup> Mair, Himilko, S. 5, Anmerkung 5.

<sup>271)</sup> Mair, ultima Thule, p. XXVII und Anmerkung 128<sup>b</sup>).

<sup>272)</sup> Mair, ultima Thule, p. XXVIII.

Miniscalchi Erizzo macht darauf aufmerksam, daß nach einer im Altertume allgemein verbreiteten und für sehr plausibel gehaltenen Anschauung das mittelländische Meer sein Wasser vom Pontus und nicht durch die Meerenge von Gibraltar erhält, weil die Meeresströmung aus dem Pontus herauskommt, ohne jemals wieder in denselben zurückzukehren. Dies sei auch der Grund gewesen, weshalb die Skythen das Azow'sche Meer *Temerinda* (Plinius IV. 7) d. h. „Mutter des Meeres“ genannt hätten. Dieselbe Bedeutung hat der griechische Name *Μαῖτις*. Hieraus ersehe man, daß sie und die Griechen den Tanais für einen Kanal hielten, durch welchen die Wasser des nördlichen Ozeans in die Maeotis geflossen seien, um hierauf den Pontus und das Mittelmeer zu füllen. Man müsse annehmen, daß Strabo aus Lampsacus ähnliche Ideen gehabt habe; und gerade nach dieser Meinung sei es offenbar, daß Pytheas die ganze vom Ozean bespülte Küste zwischen Gades und dem Tanais befahren zu haben geglaubt habe. Siehe Callegari I. c. S. 73.

Callegari führt S. 74 Belege dafür an, daß nicht nur das Altertum an eine Verbindung des Azow'schen Meeres mit dem nördlichen Ozean geglaubt habe, sondern daß auch erst zu nehmende Schriftsteller der neueren und neuesten Zeit die Tatsächlichkeit einer Verbindung zwischen dem schwarzen Meere und der Ostsee mittels der russischen Ströme angenommen hätten.

<sup>273)</sup> Wilhelm Tomaschek, Kritik der ältesten Nachrichten über den skythischen Norden. II. Die Nachrichten über den skythischen Karawanenzug nach Innerasien. Sitzungsberichte der philosophisch-historischen Klasse der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. 117. Band. Wien 1889. S. 1 ff. — Diese Linie bildet die Grenze zwischen Indogermanen (Lithauern) und Finnen.

phagen (= Samojeden = „Selbstesser“)<sup>274)</sup> bekannt waren, soll nach ihm die große Ebene westlich von dieser Linie von der Desna bis zum Wolchonskiwalde eine menschenleere Einöde gewesen sein.<sup>275)</sup>

Diese fruchtbare und gesegnete Ebene ist aber uralter litauischer Boden.<sup>276)</sup> Herodot verwechselte eben infolge des Gleichklanges ihrer Namen zwei Völker verschiedener Rasse miteinander.

Im Winkel zwischen Dnjepr und Desna saßen nämlich in unmittelbarer Nachbarschaft der Litauer die slawischen Βοδῖνοι;<sup>277)</sup> an der Vereinigung der Kama und Wolga dagegen der finnische Jägerstamm der Βουδῖνοι.<sup>278)</sup>

Nun sollen aber nach Herodot die Gelonen, die er für halb entnationalisierte Hellenen hält — in Wahrheit ist aber Γελωνός und Γελωνοί die Bezeichnung für den litauischen Stamm<sup>279)</sup> — unter den Βουδῖνοι wohnen.

Es kann also kein Zweifel sein, daß Herodot, weil er den Namen der Βοδῖνοι mit dem der Βουδῖνοι verwechselt hatte, infolge eines Mißverständnisses das zahlreiche Volk der Litauer an die Vereinigung der Kama mit der Wolga versetzte, wodurch eben die große Ebene von der Desna bis zum Wolchonskiwalde eine menschenleere Einöde wurde.<sup>280)</sup>

#### Salzstraße.

Diese Straße diente seit uralten Zeiten Handelszwecken; denn auf ihr wurde das unentbehrlichste aller Lebensbedürfnisse, das Salz, und zwar das Salz der pontischen Limane bis zu den Samojeden verfrachtet; die Gegenware bildeten kostbare Felle und Pelzwaren.<sup>281)</sup>

Sehr wichtig ist für unsere Frage, was J. N. von Sadowski<sup>282)</sup> bezüglich des Sinkens des Wasserspiegels des Flußes San in historischer Zeit und der damit zusammenhängenden Verlegung der Anlandestellen der das Salz der pontischen Limane verfrachtenden Schiffe stromabwärts mitteilt.

<sup>274)</sup> Hansen, Osteuropa nach Herodot. Dorpat 1884 — § 450; Friedrich Mayer von Waldeck. Rußland. I. Abteil. Das Reich und seine Bewohner. S. 241. G. Mair, der Feldzug des Dareios gegen die Skythen. Saaz 1886 — S. 6, Anmerkung 19.

<sup>275)</sup> Herodot, IV. 18 und 35.

<sup>276)</sup> Mair, die Aisten und Neuren usw., S. 20.

<sup>277)</sup> Ptolemaeus, III. 5, 25.

<sup>278)</sup> Herodot, IV. 21. W. Tomaschek, l. c. II. S. 19. Nach Tomaschek sind die Budinen die Ahnen der großen permischen Nation. Ihre Sitze begannen bei Saratow und reichten über den Zusammenfluß der Kama und Wolga hinauf bis zur Bělaja. Vergl. Mair, die Aisten und Neuren usw., S. 13 und 14, und Tomaschek, a. a. O.

<sup>279)</sup> Mair, die Aisten usw., S. 20—25.

<sup>280)</sup> Mair, die Aisten usw., S. 18—21. Vergl. zum Ganzen Herodot, IV. 18, 53, 57, 108 und 109; G. Mair, das Land der Skythen bei Herodot, II. Teil (mit einer Karte). Saaz 1885 — S. 49, 62a und 62b, und Mair, der Feldzug des Dareios gegen die Skythen. Saaz 1886 — S. 6 und 10; W. Tomaschek, die ältesten Nachrichten über den skythischen Norden. In den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. 116. Band, p. 722, und 117. Band, p. 7.

<sup>281)</sup> Mair, ultima Thule, p. XXVII. Vergl. Mair, die Aisten usw., S. 26.

<sup>282)</sup> J. N. von Sadowski, die Handelsstraßen der Griechen und Römer, cett. Jena 1877. S. 82 ff.



Nun bestand aber diese Salzstraße in die γῆ Νευρίς, die zemya Nuriska, wie ich seinerzeit nachgewiesen habe, bereits zu Herodots Zeit.<sup>283)</sup> Auch schon zu Herodots Zeit wurde das Salz auf dem San verschifft; die Gegenware bildete, zum Teil wenigstens, der Bernstein der Forste von Prasnysz und Ostrolenka in der zemya Nuriska.<sup>284)</sup>

War aber das Salz ein unentbehrliches Lebensbedürfnis für die Neuren, die Urväter der Slawen, so war es dasselbe nicht weniger für die Samojeden am Ladogasee, welche als Gegenware dafür kostbare Felle und Pelze gaben.

Es kann demnach kein Zweifel sein, daß das Salz die Verbindung zwischen den finnischen Jägern am Ostufer des Ladogasees und den griechischen Kolonisten am Pontus hergestellt hat.

\* \* \*

Der Tanais galt im Altertume als Grenzscheide zwischen Asien und Europa.

Diese Anschauung kann nur von den Hellenen im Skythenlande, insbesondere von den Bewohnern Olbias, der Zentrale des nordpontischen Handels, ausgegangen sein.

Denn Olbia war der Ausgangspunkt dreier Handelswege: ein Handelsweg führte nach Lemberg und von dort weiter in die γῆ Νευρίς, die zemya Nuriska, ins Land der Neuren im heutigen Russisch-Polen, der Urheimat der Slawen, ein anderer den Dnjepr entlang zu der von Litauern in der Gegend des heutigen Kiew angelegten Stadt Γελωνός,<sup>285)</sup> von wo die Waren, Salz und die Fabrikserzeugnisse auf dem Wege des Zwischenhandels bis zu den Samojeden am Ostufer des Ladogasees gelangten; eine dritte Handelsstraße — und diese ist für unsere Frage von einschneidender Wichtigkeit — führte in gerader Richtung zur Donbeuge. (Siehe die Karte.)

Nun glaubten die Skythen und nordpontischen Hellenen, der von Westen her aus den russischen Urwäldern strömende Don stehe in Verbindung mit der bei Kiew in den Dnjepr einmündenden Desna und stelle eine Verbindung her zwischen dem Dnjepr und dem Donez.<sup>286)</sup>

Desna-Don war also ein einziger Strom und diesen Strom nannten die Skythen Gerros = „Grenzstrom“.

Γέρρος ist ein skythisches, dem uralo-altaiischen Sprachgeschlechte angehörendes Wort, welches „Grenze“ bedeutet, während Tanais die indogermanische Bezeichnung dieses Stromes ist und schlechtweg die Bedeutung „fließendes Wasser“ zu haben scheint.<sup>287)</sup>

<sup>283)</sup> G. Mair, das Land der Skythen bei Herodot. II. Teil. S. 61 a, 61 b; derselbe: der Feldzug des Darius gegen die Skythen. S. 7, Saaz 1885, 1886.

<sup>284)</sup> G. Mair, die Aisten und Neuren und die Hyberboereage. S. 26.

<sup>285)</sup> Herodot, IV. 108. Mair, das Land der Skythen. II. S. 53 und 62a und die Karte; der Feldzug des Dareios usw., S. 10.

<sup>286)</sup> Herodot, IV. 55. Vergl. Mair, das Land der Skythen. II. die Karte.

<sup>287)</sup> Cuno, Forschungen im Gebiete der alten Völkerkunde. Berlin. 1871. S. 236. Mair, das Land der Skythen bei Herodot. II. Teil. S. 49, Anmerkung 206. — Müllenhoffs Anschauung, daß die Skolot (Skythen) Indogermanen gewesen seien, halte ich für gänzlich verfehlt. Die

Gerros heißt also „Grenzstrom“; denn er bildete zwischen dem Dnjepr und der Donbeuge die Grenze des Skythenreiches gegen Norden hin.

Vom Don wußten die Olbiopolitaner, daß er aus einem großen See im hohen Norden (Herodot IV. 57) entspringe und die Grenze zwischen Skythen und Sarmaten bilde, daß er, wie sie glaubten, sich irgendwo im Süden von der Don-, richtiger Gerrosbeuge, mit dem Gerros vereinige und daß die vereinigten Ströme zugleich mit dem Donez ihr Wasser dem asow'schen Meere zusenden.

Hieraus ersieht man deutlich, daß der jetzige Don nach der Vorstellung der Olbiopolitaner der Grenzstrom zwischen Europa und Asien nicht gewesen sein kann.

Von der Donbeuge zogen die Kaufleute das rechte Ufer der Wolga entlang bis zur Vereinigung derselben mit der Kama. Von diesem Punkte an folgten die Karawanen der Kama bis zur Einmündung der Czussowaja in dieselbe. Diese Vereinigung erfolgte im Lande der Thyssageten, deren Namen noch in der Bezeichnung des Flußes nachklingt.

Die nach W. Tomaschek an der Czussowaja hausende wogulische Tribus wurde von den skythischen Karawanenführern Czussagäthä, griechisch *Θουσαγγέται*, genannt.<sup>288)</sup>

Von ihren südlichen Nachbarn, den Budinen oder der großen permischen Nation an der Kama und Wolga bis zur Einmündung der Czussowaja in die Kama brauchten die Karawanen sieben Tage. Diese Strecke führt zur Bêlaja; bis zur Bêlaja reichten also die Budinen, und die Bêlaja muß daher in alter Zeit einen der permischen Sprache angehörigen Namen gehabt haben.

Nun erwähnt Herodot IV. 123 vier Ströme, die außerhalb des Skythenreiches durch das Land der Majëten ihren Lauf nehmen: *Λύκος*, *Ῥαρος*, *Τάναις*, *Σύργις*.

Diese Namen können nur von den von Skythen geführten Karawanen herrühren.

*Λύκος* entspricht nach Tomaschek der altpermischen Bezeichnung der Bêlaja, die in der Sprache dieser Nation in alter Zeit Lug genannt wurde.

Nun ist die Deutung der drei anderen Ströme sehr einfach:

Der Tanais ist die Wolga; denn nach Herodot IV. 57 ist die Quelle des Tanais ein großer See. Dies ist tatsächlich der Fall; denn als ihre Quelle kann der Seligersee, dessen Abfluß in sie mündet, angesehen werden. Dieser Quellsee liegt aber auf der uralten Salzstraße von Olbia zum Ladogasee. Es kann daher wohl nicht mehr fraglich sein, daß der Tanais der Alten nicht der Don, dessen Quellen in den unzugänglichen russischen Urwäldern im Lande der Melanchlänen oder der Mordwinen lagen, auch nicht die Kama gewesen sein kann, sondern daß man unter ihr die Wolga verstehen muß. Der Syrgis ist dann einer der drei in dieselbe fallenden Irgis-

Skythen waren ein Mischvolk: die herrschende Horde der königlichen Skythen aber oder die Skolot waren nach der von Aristeas von Prokonnesos überlieferten Tradition der Issedonen, d. h. Tibetaner im Tarymbecken aus der Aralokaspischen Steppe nach Südrußland verdrängt worden. Vergl. Mair, die Aisten und Neuren usw., S. 14, 15.

<sup>288)</sup> Herodot, IV. 22.



bäche: Oaros kann dann nur die finnische Bezeichnung der Kama sein, und muß dem uralo-altaiischen Flußnamen Var entsprechen.<sup>289)</sup>

Der Czussowaja folgend, gelangten die Kaufleute über Jekaterinburg nach Sibirien, durchquerten das Land der Jyrken, der Urväter der Magyaren, und gelangten durch verschiedene<sup>290)</sup> Völkerschaften uraloaltaiischen Stammes über den Terekspaß ins Tarymbecken, um endlich die chinesische Grenze zu erreichen.<sup>291)</sup>

Den mächtigen Wolgastrom hielten also die Olbiopolitaner und wohl auch ihre skythischen Karawanenführer für den Grenzstrom zwischen Asien und Europa. Der Strom eignete sich auch ganz ausnehmend zu diesem Zwecke: er ist von mächtiger Breite und trennt tatsächlich bis zur Einmündung der Kama den europäischen Kontinent vom asiatischen Festlande.

Wie war aber eine solche Verwechslung möglich, da die Griechen doch wußten, daß der Don in das asow'sche, die Wolga dagegen in das kaspische Meer einmündet?

Die Olbiopolitaner wußten allerdings, daß der große Strom zu ihrer Rechten das geschlossene Meer ostwärts vom Lande der Sarmaten, der östlichen Nachbarn der Skythen, speise; sie wußten auch, daß der Tanais in die Maiotis einmünde. Da aber der letzte Strom, den sie überschritten hatten, der Gerros gewesen war, so waren sie zur Annahme gezwungen, daß der große Strom zu ihrer Rechten irgendwo im Süden sich gabelte und daß der westliche Arm, mit dem Gerros vereint, in das asow'sche, der östliche aber in das kaspische Meer einmünde.

Zu diesem Glauben wurden sie veranlaßt durch den Umstand, daß der Lauf der Wolga von dort an, wo sie den Fluß zuerst erblickt hatten, nicht nach Osten, sondern direkt auf den Gerrosstrom und das asow'sche Meer zu gerichtet ist.<sup>292)</sup>

Es kann also kein Zweifel sein, daß nach dem Dafürhalten der Olbiopolitaner — und wohl auch ihrer Karawanenführer — von denen diese Meinung ausgegangen sein muß, nicht der Don, sondern die Wolga<sup>293)</sup> bis zur Einmündung der Kama die Grenze zwischen Europa und Asien bildete, und daß man daher unter Herodots Tanais — Herodot ist die Quelle dieser bei den Griechen herrschend gewordenen Anschauung — nicht den Don, sondern die Wolga zu verstehen habe.

<sup>289)</sup> Vergl. W. Tomaschek, l. c. II. Die Nachrichten Herodots über den skythischen Karawanenzug nach Innerasien. S. 19, 20, 22, 32—36; Mair, das Land der Skythen, II, S. 54, 55. Zur finnischen (mordwinischen) Herkunft von Ὀαρος vergl. Tomaschek, l. c. II. a. a. O.

<sup>290)</sup> Herodot, IV. 24. Mair, das Land der Skythen bei Herodot. II. Teil. S. 33.

<sup>291)</sup> Wilhelm Tomaschek, Kritik der ältesten Nachrichten über den skythischen Norden. II. Die Nachrichten Herodots über den skythischen Karawanenzug nach Innerasien. In den Sitzungsberichten der philosoph.-histor. Klasse der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. 117. Bd. Wien 1889. S. 1 ff.

<sup>292)</sup> Mair, das Land der Skythen bei Herodot. II. Teil. S. 49, 54 und die Karte.

<sup>293)</sup> Vergl. Herodot, IV. 57, mit dem, was oben über die Salzstraße von Olbia zu den Samojuden am Ostufer des Ladogasees gesagt worden ist.

Die irrige Auffassung, daß der Tanais in die Maiëtis und in das kaspische Meer einmünde, war durch Herodots Geschichtswerk allgemein verbreitet worden.

Wenn nun Pytheas, an der Newamündung angelangt, durch seine guddischen Dolmetscher — der litauische Stamm reichte in den Urzeiten bis zum Ladogasee hinauf; die oben erwähnte Grenzlinie zwischen finnischem und litauischem Volkstum beginnt bei Olonez am Ostufer des Ladogasees — von den Eingeborenen erfahren hatte, daß man auf diesem mächtigen Strome zu Schiffe in das Südmeer und in die Pflanzstädte der Griechen, aus denen ihnen durch den Zwischenhandel Salz und Fabrikwaren zukämen, gelangen könne: so mußte in ihm naturgemäß und notwendigerweise die Vorstellung entstehen, die Newa sei eben jener Arm des Tanais, der in das kaspische Meer einmündet.

Dann war aber der Kaspisee kein geschlossenes Meer, wie Herodot gelehrt hatte, sondern ein tief ins Festland eindringender Busen des nördlichen Ozeans.<sup>294)</sup>

Damit wäre ich endlich an dem mir gesteckten Ziele angelangt; es erübrigt nur noch, daß ich kurz meine Anschauung über Veranlassung und Verlauf der Nordlandsfahrten des Massalieten darlege.

#### Veranlassung und Verlauf der Nordlandsfahrten des Pytheas.

Für das London des Altertums hatte die Seepforte bei Gibraltar eine ähnliche Bedeutung wie heute für England. Die Beherrschung dieser Seepforte ermöglichte Karthago die Monopolisierung des atlantischen Handels. Karthago sperrte daher diese Pforte durch Wachtschiffe, welche jedes fremde Fahrzeug, das den Versuch machte, zwischen den Säulen des Herakles hinauszufahren in den Ozean, versenkten und dessen Besatzung erbarmungslos ertränkten.<sup>295)</sup>

Durch den Keltensturm, der am Beginne des vierten Jahrhunderts v. Chr., vom Rhein ausgehend, Frankreich, Spanien und Italien durchbrauste, hatte Karthago aber seine Besitzungen in Spanien und infolge dessen auch die unbedingte Herrschaft über die Meerenge verloren; außerdem war es durch einen blutigen Krieg von Massilia gezwungen worden, die freie Durchfahrt zwischen den Säulen des Herakles vertragsmäßig anzuerkennen.<sup>296)</sup>

Diesen Zustand der Ohnmacht Karthagos versuchte nun seine mächtig emporstrebende Rivalin am entgegengesetzten Ufer des westlichen Mittelmeeres, Massilia, für sich auszunützen, um den Handel mit den Uferländern des

<sup>294)</sup> Vergl. Herodot, IV. 21 und 75; Mair, das Land der Skythen. II. Teil. S. 49, 54 und die Karte.

<sup>295)</sup> W. Sieglin, l. c. S. 860.

<sup>296)</sup> Mair, a. a. H., S. 6, Anmerkung 5; ultima Thule, p. VI., Anmerkung 10. Müllenhoff D. A. I. Bd. Berlin 1870. S. 180, 236, 154. Eduard Meyer, Geschichte des Altertums. II. Bd. Stuttgart 1893. § 432, 437, 438.



atlantischen Ozeans, der früher eine Hauptquelle der Macht und des Reichthums der Kaufherrenrepublik am Golfe von Tunis gebildet hatte, an sich zu reißen.

Sie rüsteten daher zwei Expeditionen aus, die unter der Führung des Euthymenes und Pytheas die Fahrten der Brüder Hanno und Himilko, welche vor mehr als 100 Jahren vom hohen Rate in Karthago ausgesandt worden waren, um an der Ozeanküste Afrikas und Europas Kolonien anzulegen und dauernde Handelsverbindungen anzuknüpfen,<sup>297)</sup> wiederholen und dadurch dem Handel Massilias neue Gebiete erschließen sollten.<sup>298)</sup>

Euthymenes wandte sich, Hannos Periplus folgend, — beide Brüder hatten ihre Beobachtungen in Denkschriften niedergelegt, die ins Griechische übersetzt waren<sup>299)</sup> — gegen Süden, Pytheas dagegen hatte sich Himilkos Periplus oder Reisebericht zum Führer gewählt und suchte daher die Seewege zu den wertvollsten Produkten des Nordens, ins Zinn- und Bernsteinland, genau kennen zu lernen.

Da Pytheas aber zugleich ein hervorragender Vertreter der astronomischen Geographie oder der Geographie der Erdkugel war, so hatte er die Übernahme der Führung der Nordlandsexpedition an die Bedingung geknüpft, bis zu den Grenzen der bewohnten Erde vordringen zu dürfen, um einerseits die äußerste Grenze der Bewohnbarkeit der Erde gegen Norden hin durch eigene Anschauung kennen lernen, andererseits aber, das Gesetz der Abhängigkeit der Tageslänge von der Polhöhe ermitteln und die Richtigkeit seiner in Massilia gemachten Bestimmung der Schiefe der Ekliptik kontrollieren zu können. Auch mußte voraussichtlich durch eine Polarexpedition das alte Problem der Erdmessung wesentlich gefördert werden.

Da es in Massilia eine karthagische Kolonie gab<sup>300)</sup> und da zu jener Zeit die Gründe, welche sonst die Phönizier zur Geheimhaltung ihrer Handelsfahrten veranlaßten, in Wegfall gekommen waren, so kann man annehmen, daß es ihm gelungen war, einen phönizischen Steuermann, der die Fahrt ins Zinnland schon öfters gemacht hatte, als Führer zu gewinnen.

Für die Fahrt von der Nordspitze Britanniens nach Island, das sechs Tagfahrten von Britannien gegen Norden liegt,<sup>301)</sup> war es gewiß nicht schwer unter den nordischen Seefahrern einen Führer zu finden.<sup>302)</sup>

<sup>297)</sup> Hanno und Himilko unternahmen ihre Fahrten zwischen 510 und 470 v. Chr. Mair, Himilko, S. 16, Anm. 26. Dr. Siegmund Günther, Abriß der Geschichte der Mathematik usw., im Handbuch der Altertumswissenschaften von Dr. Iwan Müller. V. 1. München 1894. S. 295, Anmerkung 2.

<sup>298)</sup> Mair, Himilko, S. 16 ff. und Anmerkung 26; a. a. H. S. 5 und 6, insbesondere Anmerkung 1<sup>b</sup>). Die Nachricht von den Fahrten des Hanno und Himilko überliefert Plinius in seiner *naturalis historia*, II. cap. 67: „Hanno, Carthaginis potentia florente, circumvectus a Gadibus ad finem Arabiae, navigationem eam prodidit scripto: sicut ad extera Europae noscenda missus eodem tempore Himilco.“

<sup>299)</sup> Mair, Himilko, S. 16, Anmerkung 26; S. 25, Anmerkung 68.

<sup>300)</sup> Mair, Himilko, S. 20, Anmerkung 44.

<sup>301)</sup> Strabo, c. 63. Mair, *ultima Thule*, p. XVI.

<sup>302)</sup> Nicht das Mittelmeer, sondern die nordischen Meere waren die Hochschule für die Hochsee- und Ozeanfahrten, wie die Wikinger beweisen.

Die wissenschaftliche Ausrüstung für seine astronomischen Beobachtungen war sehr einfach; er hatte nur wenige Instrumente bei sich: eine mittels einer Wasserwage horizontal zu stellende Sonnenuhr, in deren Mitte sich senkrecht ein Gnomon erhob; diese Uhr diente als Kompaß und ferner dazu, um die Morgen- und Abendweite und mittels derselben die Mittagslinie bestimmen zu können, welche letztere ihm aber auch schon durch den kürzesten Schatten allein gegeben war;<sup>303)</sup> ferner ein Winkelmeßinstrument, mittels dessen er im Wintersolstitium die Mittagshöhe der Sonne maß; weiters eine nach Isemerinstunden eingeteilte Klepsydra und endlich eine mit einem Winkelmeßinstrumente verbundene Äquatorialuhr.

Wollte Pytheas nun an irgend einem Orte astronomische Beobachtungen anstellen, beziehungsweise die Tageslänge beobachten, so suchte er zunächst mittels der Horizontaluhr die Mittagslinie, die ihm durch den kürzesten Schatten gegeben war. Verhüllte Mittags eine Wolke die Sonne, so konnte er die Mittagslinie durch die Morgen- und Abendweite bestimmen; an bewölkten Tagen konnte die Mittagslinie überhaupt nicht, wohl aber die Tageslänge, allerdings nur annähernd genau, durch die Klepsydra ermittelt werden. War die Mittagslinie bestimmt, so stellte Pytheas die Äquatorialuhr so auf, daß der Sonnenzeiger in der Ebene des Meridians lag und auf den Nordpol hinwies. War dies geschehen, so konnte er ohneweiters und mit großer Sicherheit mittels der Äquatorialuhr die Tageslänge beobachten. Waren aber die Nächte zu hell, wie dies in hochnordischen Breiten im Hochsommer der Fall ist, und daher die Auffindung des Nordpols eine Sache der Unmöglichkeit, so bediente sich Pytheas der Klepsydra zur Bestimmung der Tageslänge.

Auf der Rückfahrt von Island durchwanderte Pytheas selbst ganz Britannien zu Fuße, während ein Unteranführer der Expedition in seinem Auftrage mit Pytheas' Pentekontere die Insel umsegelte und, einer früher getroffenen Vereinbarung gemäß, nach Beendigung dieser Rundfahrt bei Cap Belerion auf Pytheas wartete.

Die ins Schiffsbuch eingetragenen Tagfahrten dieses Schiffsführers hielt Pytheas später bei der Redaktion seines Werkes „Abhandlung über den Ozean“ für Tag- und Nachtfahrten<sup>304)</sup> und kam daher zu jener die Wirklichkeit um mehr als das Doppelte übertreffenden Vorstellung von dem Umfange Britanniens.

Pytheas' erste Expedition, die man mit vollem Rechte eine Polar-expedition genannt hat,<sup>305)</sup> dauerte ungefähr drei Jahre.

Der Führer der zweiten Nordlandsfahrt, deren Hauptziel die Erforschung des Seeweges ins Bernsteinland gewesen sein muß, war wohl sicher ein Phönizier aus Gades.

<sup>303)</sup> Mair, a. a. H., S. 23, 24.

<sup>304)</sup> Ein ähnlicher Gedächtnisfehler liegt vor bei Herodot, I. 203. Herodot drückt dort bei Ausmessung des kaspischen Meeres die Strecken, welche zu Schiffe zurückgelegt werden müssen, durch die Zeit aus, die ein Landreisender brauchen würde, um dieselbe Strecke zu Fuße zu durchmessen, verwandelt aber diese Tagreisen, weil die Strecke zu Schiffe zurückgelegt werden muß, unwillkürlich in Tagfahrten. Mair, das Land der Skythen. II S. 10.

<sup>305)</sup> Berger, I. c. S. 33.



Da es einerseits als ausgeschlossen gelten konnte, daß die Völker des inneren Meeres in nautischer Beziehung den Gaditanern, deren eigentliche Heimat der Ozean war, eine wirksame Konkurrenz bieten könnten, andererseits aber zu erwarten stand, daß sie die wertvollen Rohprodukte der atlantischen Uferländer sehr gerne von den Gaditanern erstehen würden, wodurch der Handel dieser Stadt außerordentlich aufblühen mußte: so hatten sie durchaus keinen Grund, dem Vertreter einer fremden Nation, dessen Bitte, sie möchten ihn auf einem ihrer Schiffe in den nördlichen Ozean mitnehmen, rundweg abzuschlagen.

Noch leichter und einfacher war es für Pytheas, gegen reichliche Entlohnung einen Steuermann, der diese Fahrt schon öfters gemacht hatte, in Gades als Führer seiner zweiten Nordlandsfahrt zu gewinnen.

In beiden Fällen aber war der eigentliche Führer nicht der phönizische Kapitän oder Steuermann, sondern der phönizische Periplus, mag dieser nun der Periplus des Himilko oder ein noch viel älterer gewesen sein.<sup>306)</sup>

Die zweite Expedition dauerte etwas über ein Jahr, so daß beide Expeditionen zusammen genommen ungefähr den Zeitraum einer Olympiade ausfüllten.

\* \* \*

Dies ist der Verlauf einer Navigation, die jedesfalls unter allen von Griechen gemachten Seefahrten beispiellos dasteht und von den großen Entdeckern der neueren Zeit, denen ganz andere Hilfsmittel zu Gebote standen, wohl an räumlicher Ausdehnung, kaum aber an Kühnheit des Geistes und Größe des Wagemutes, sicherlich nicht an unwiderstehlichem Drange nach wissenschaftlicher Erkenntnis übertroffen wird. In letzterer Beziehung ist Pytheas auf eine und dieselbe Stufe zu stellen mit den Polarforschern unserer Tage.

Aber seine Expedition blieb ohne Nachwirkung sowohl auf den Handel als auch — sieht man von Eratosthenes und Hipparch ab — auf die wissenschaftliche Erdkunde. Zwei mißgünstige Umstände bewirkten dies: erstens einmal wurde bald nach Pytheas' Expedition die Meerenge von Gibraltar wieder von den Karthagern bewacht und die Passage durch dieselbe jedem fremden Fahrzeuge versperrt,<sup>307)</sup> weshalb Pytheas' Fahrt von niemandem kontrolliert werden konnte; weiters hatte sich in den Köpfen der Vertreter der wissenschaftlichen Erdkunde das Vorurteil eingenistet, daß im Norden die Besiedlungsfähigkeit ungefähr mit dem 52° n. Br. aufhöre. Nun hatte aber Pytheas behauptet, in noch viel nördlicheren Breiten bewohnte Länder getroffen zu haben.<sup>308)</sup> Es war daher kein Wunder, daß die Wissenschaft die angeblichen Entdeckungen des Massaloten als Fabeleien zurückwies. Diese Geringschätzung hatte zur Folge, daß Pytheas' Schriften in Vergessenheit gerieten und uns bis auf einige spärliche Fragmente verloren gingen.<sup>309)</sup>

<sup>306)</sup> Vergl. Mair, a. a. H., S. 18.

<sup>307)</sup> Wilhelm Sieglin, l. c. S. 860.

<sup>308)</sup> Wilhelm Sieglin, l. c. S. 860, 863, 864.

<sup>309)</sup> Vergl. G. Mair, a. a. H., S. 64, 65.

Und so nehme ich denn Abschied, hoffentlich für immer, von einer Arbeit, die, allerdings mit jahrelangen Unterbrechungen, seit 13 Jahren meinen Geist beschäftigt und die, nach glücklichem Anlaufe unter dem Zwange der Verhältnisse wie unter der Führung einer höheren Macht immer wieder von neuem in Angriff genommen, zu meiner förmlichen Lebensaufgabe geworden ist, deren Lösung ich in vorliegender Abhandlung hiemit der Öffentlichkeit übergebe.

Es erfüllt mich mit einer gewissen Befriedigung, daß meine ursprüngliche Auffassung des Problems bezüglich der Ausdehnung der Fahrten, wie sie in meinen ersten Schriften über Pytheas vorliegt, sowie bezüglich der Verwendung der Äquatorialuhr durch die Betrachtung desselben von astronomischen Gesichtspunkten aus keine wesentliche Änderung erfahren hat.

Wie das sonstige Urteil auch lauten mag: eines werden mir sogar meine Gegner zugestehen müssen, daß ich durch die Verbindung, in die ich die einzelnen Elemente der Überlieferung brachte, letzterer eine Deutung gegeben habe, die der Beachtung vielleicht nicht ganz unwert seine dürfte.

Marburg, am 5. Juni 1906.

Georg Mair.

### Berichtigungen.

Im Vorworte, Zeile 8 und 9, lies statt „Mit einer Karte — Mit einer Tafel den Text erläuternder Figuren“.

Seite 22, Anmerkung 57, lies statt  $\xi\mu\alpha\delta\omicron\nu$  —  $\xi\mu\alpha\theta\omicron\nu$ .

Seite 68, Zeile 23 von oben, lies statt „des deutschen — des Deutschen Mercator“.

Seite 71, Zeile 23 von oben, lies statt „schwierige — schwierigere Aufgabe.“



## Anhang.

### Ableitung der Formel zur Berechnung der Polhöhe aus Figur VII.

Mittels desselben Gnomons, mit dem man die Mittagshöhe der Sonne oder ihre Zenithdistanz ermittelte, konnte man auch die Morgen- und Abendweite bestimmen. (Siehe Figur V). Durch die Mittagshöhe der Sonne und ihre Morgen- und Abendweite war aber auch der Tagesbogen der Sonne gegeben.

Man konnte den Tagesbogen der Sonne aber auch durch die Zeit ausdrücken, innerhalb deren die Sonne am Himmelsgewölbe sichtbar ist. Denn da die Sonne am Himmelsgewölbe gleichmäßig vorschreitet —  $15^{\circ}$  in einer Stunde — so muß die Zeit vom Sonnenaufgange bis zu ihrem Untergange genau dem Kreisbogen entsprechen, welchen sie innerhalb dieser Zeit am Himmelsgewölbe beschrieben hat.

Kennt man den Tagesbogen der Sonne oder ihre Morgen- und Abendweite, so kann man, unter der Voraussetzung, daß die Schiefe der Ekliptik bekannt ist, die geographische Breite oder die Polhöhe eines Ortes, was dasselbe ist, auf folgende Art berechnen:

Bezeichnet  $s$  den halben Tagesbogen der Sonne am 21. Juni,  $\alpha$  die Abendweite,  $\delta$  die Schiefe der Ekliptik: so ist in dem fett gedruckten sphärischen Dreiecke der Bogen  $\varphi =$  Polhöhe des Ortes, der Bogen  $90^{\circ} - \delta =$  Hypotenuse, der Bogen  $UN = 90^{\circ} - \alpha$  und der Winkel beim Nordpol  $= 180^{\circ} - s$ . Der Winkel bei N ist ein Rechter und die beiden Bogen  $90 - \alpha$  und  $\varphi$  sind daher Katheten eines rechtwinkelig-sphärischen Dreieckes, während  $90 - \delta$  die Hypotenuse dieses rechtwinkelig-sphärischen Dreieckes ist. Aus diesem rechtwinkelig-sphärischen Dreiecke ist nun zu berechnen einerseits  $\varphi$  oder die Polhöhe des Ortes, andererseits  $\alpha$ , die Abendweite der Sonne am 21. Juni für den Ort.

Nach der Formel: der Kosinus eines Winkels im rechtwinkelig-sphärischen Dreiecke = der Tangente der anliegenden Kathete gebrochen durch die Tangente der Hypotenuse, ist  $\cos (180 - s) = \frac{\text{tg } \varphi}{\text{tg } (90^{\circ} - \delta)}$

Da die Kosinus der supplementären Winkel einander entgegengesetzt sind und da die Tangente eines Winkels gleich der Kotangente des komplementären Winkels ist, so ist

$$- \cos s = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{cotg} \delta}; \text{ da } \operatorname{cotg} \delta \text{ der reziproke Wert von } \operatorname{tg} \delta \text{ ist, so kann man}$$

die Formel so umändern:

$$- \cos s = \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta, \text{ woraus}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{- \cos s}{\operatorname{tg} \delta}.$$

Da die Berechnung der Abendweite bereits in der Abhandlung auf Grund einer aus Figur VII entwickelten Formel durchgeführt ist, so entfällt hier die Ableitung der Formel zur Berechnung derselben.

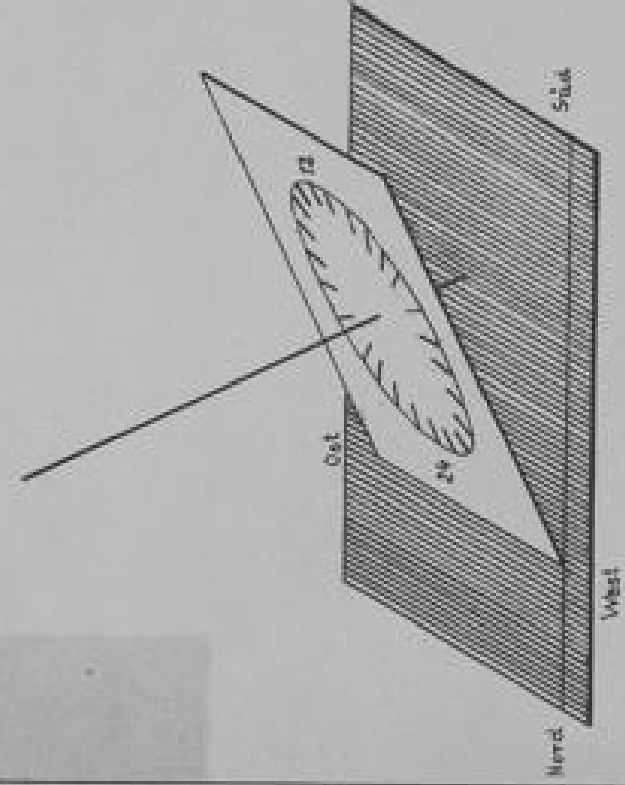




# TAFEL I MIT DEN TEXT ERLÄUTERNDEN FIGUREN.

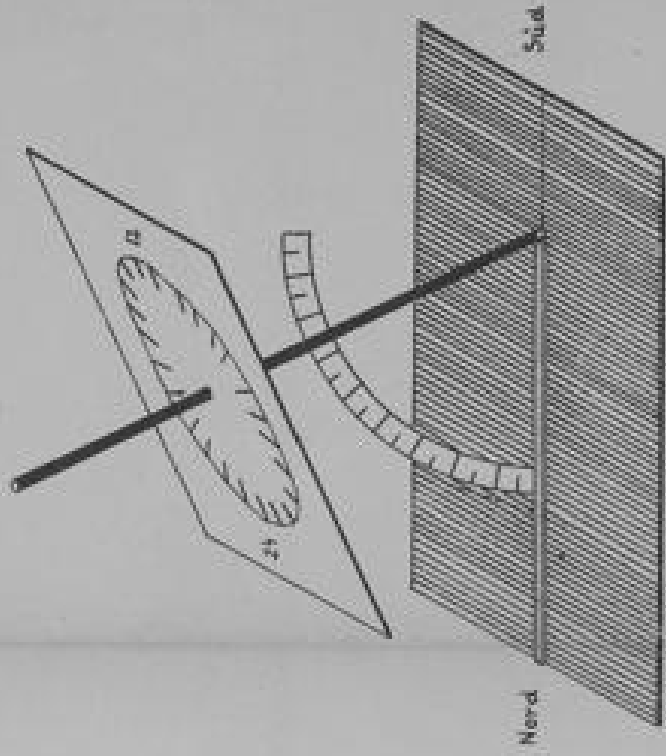
Figur 3 ist mit Erlaubnis des Verfassers und Verlegers genommen aus Hugo Berger, Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen, Leipzig, Verlag von Veit & Comp., Seite 407.

FIGUR I.  
Äquatorialuhr.

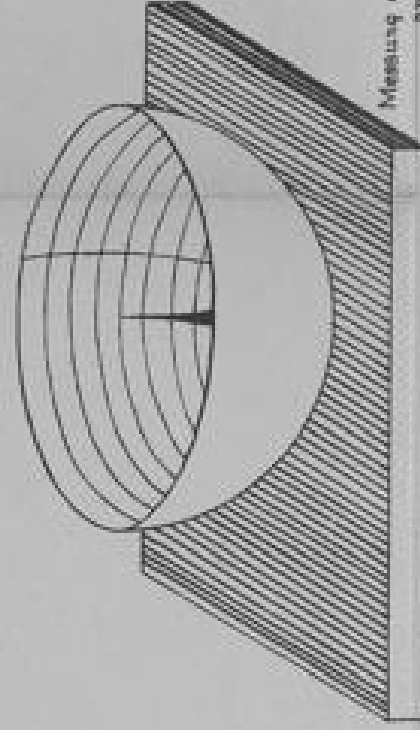


FIGUR II.

Äquatorialuhr verbunden mit einem Winkelmaßstrahlentafel.

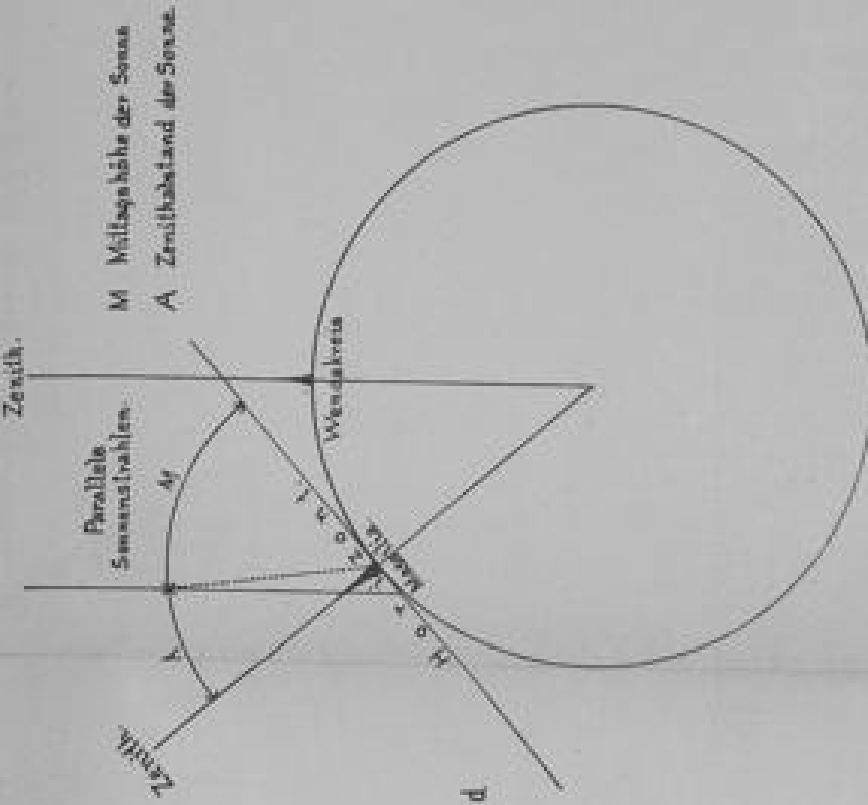


FIGUR III.  
Skaphion (Heiß des Erdmittens.

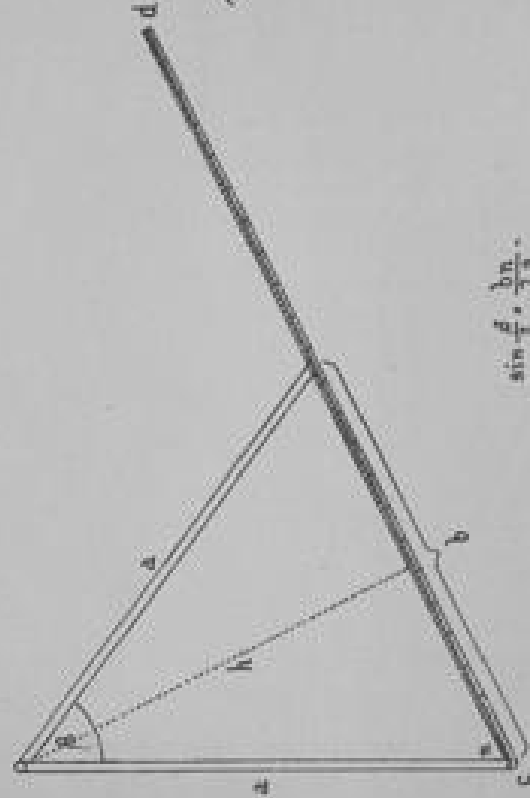


FIGUR VI.

Messung der Zenithdistanz der Sonne in Marseille am 21. Juni um 10<sup>h</sup> mittags.



FIGUR IV.  
Triquetrum.



$$\sin \frac{d}{a} = \frac{bn}{ca}$$

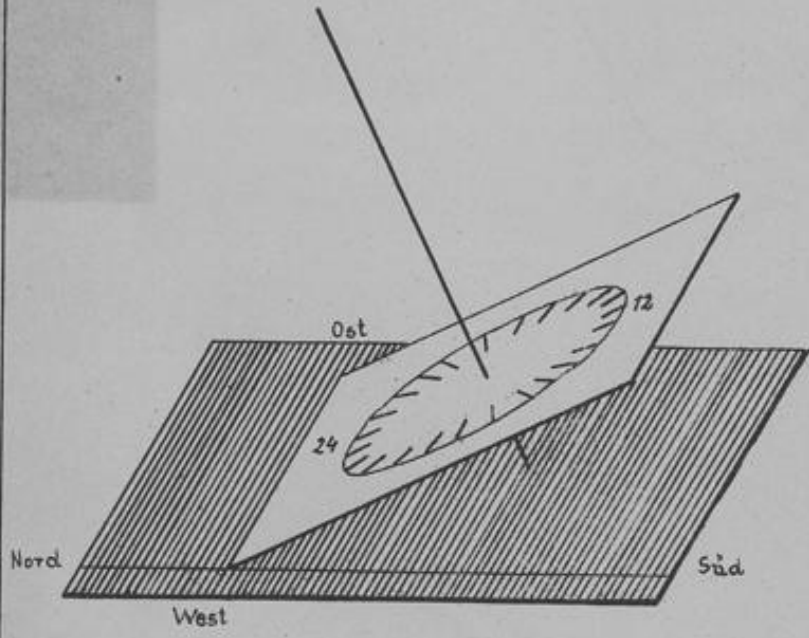




# TAFEL I MIT DEN TEXT ERLÄUTERNDEN FIGUREN.

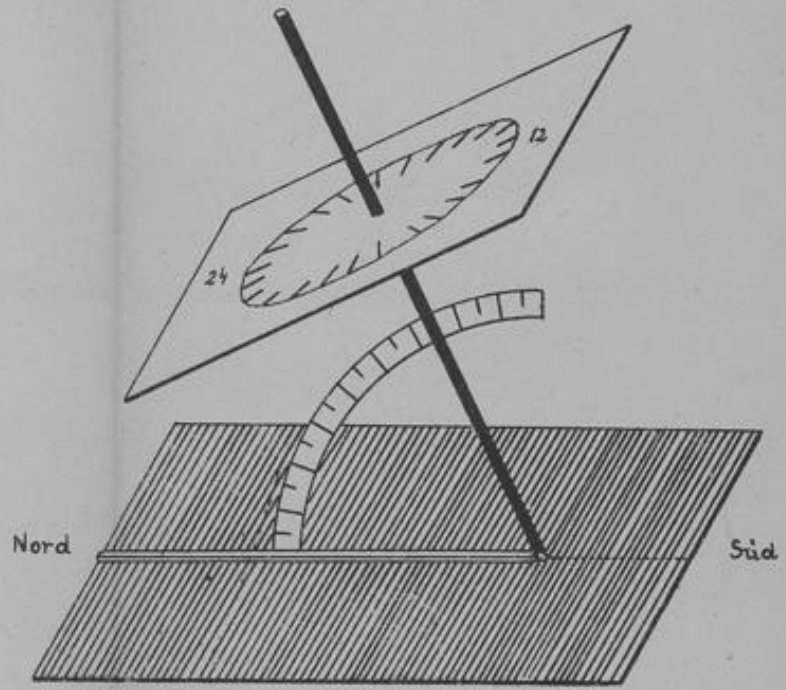
Figur 3 ist mit Erlaubnis des Verfassers und Verlegers genommen aus Hugo Berger, Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen, Leipzig, Verlag von Veit & Komp., Seite 407.

**FIGUR I.**  
Aequatorialuhr.



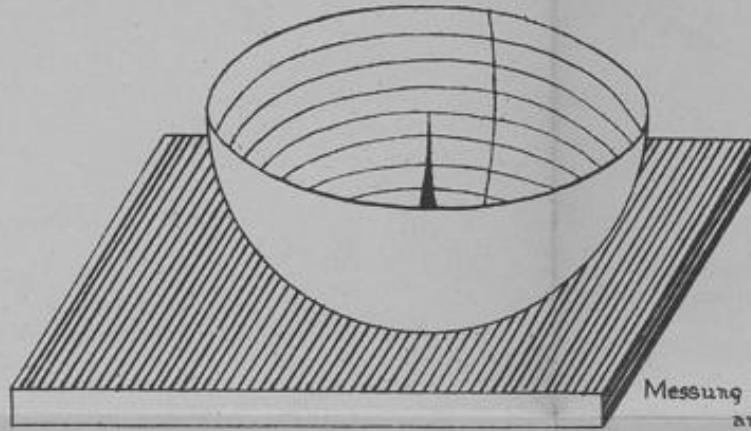
**FIGUR II.**

Aequatorialuhr verbunden mit einem Winkelmessinstrumente.



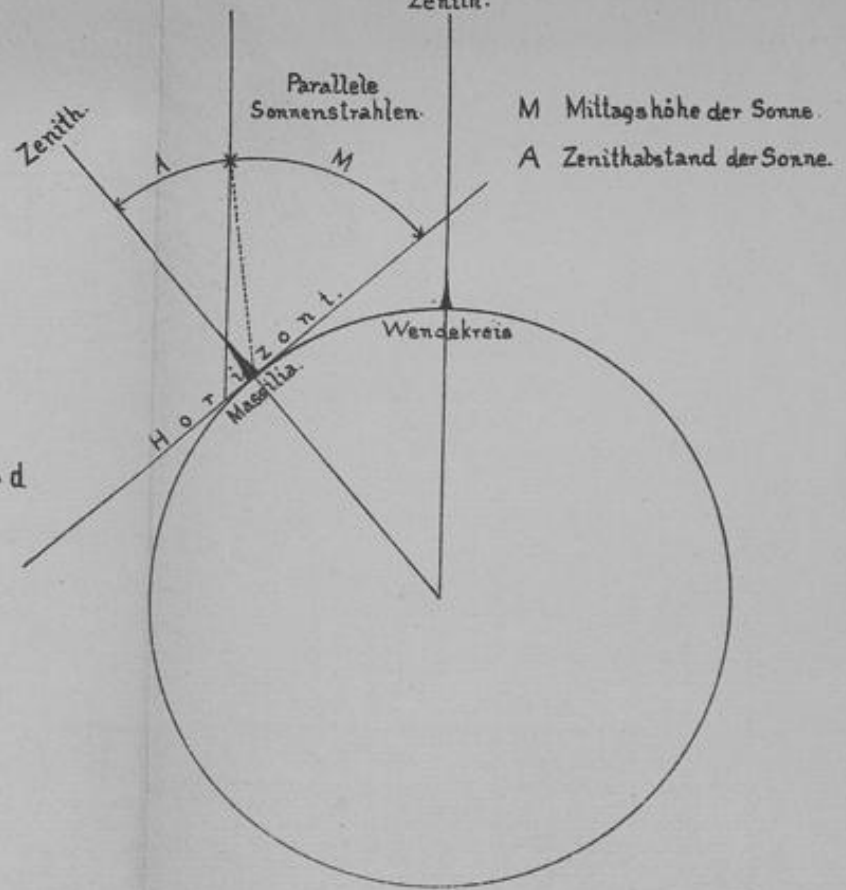
**FIGUR III.**

Skaphion (Napf) des Eralosthenes.



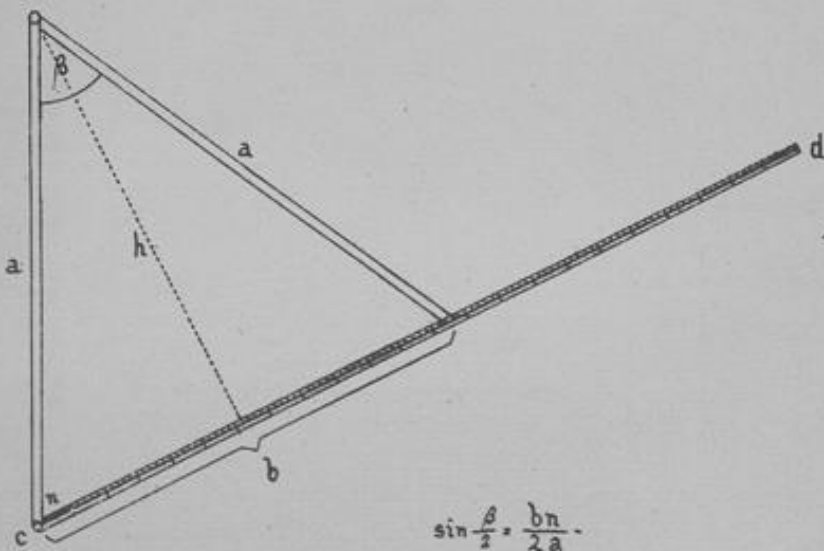
**FIGUR VI.**

Messung der Zenithdistanz der Sonne in Marseille am 21. Juni um 12<sup>h</sup> mittags.  
Zenith.



M Mittagshöhe der Sonne.  
A Zenithabstand der Sonne.

**FIGUR IV.**  
Triquetrum.



$$\sin \frac{\beta}{2} = \frac{bn}{2a}$$





TABLE I. MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER FILMS

FIGURE 1. Tensile strength vs. elongation for various polymer films.



FIGURE 2. Stress-strain curves for different polymer samples.



6

170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200

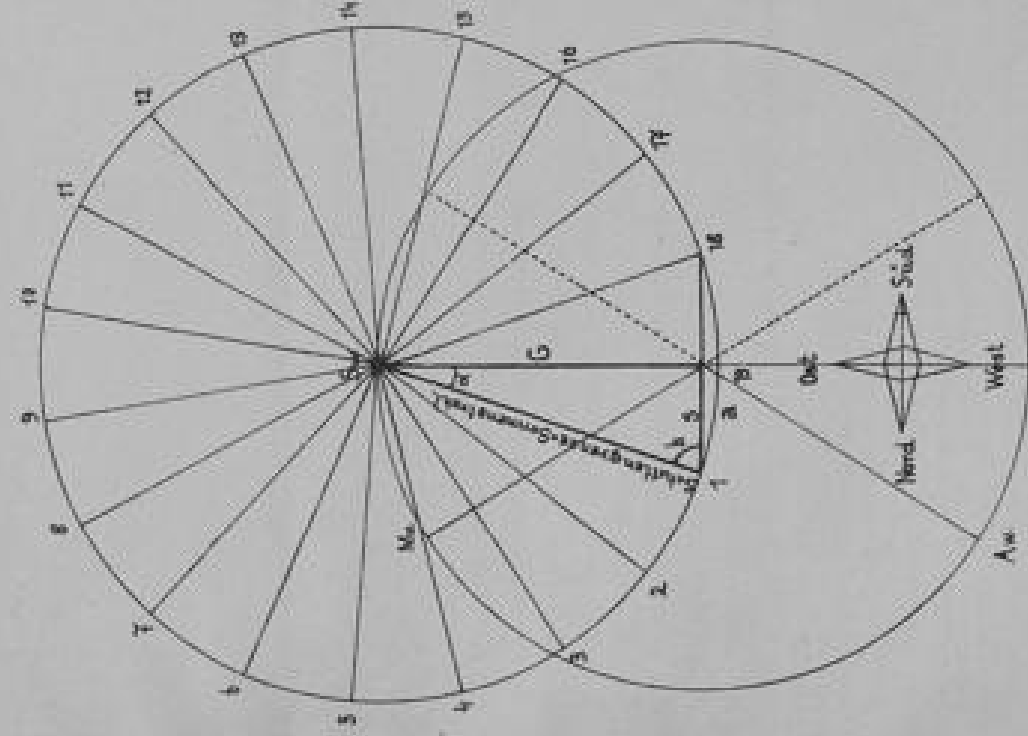




TAFEL II MIT DEN TEXT ERLÄUTERNDEN FIGUREN.

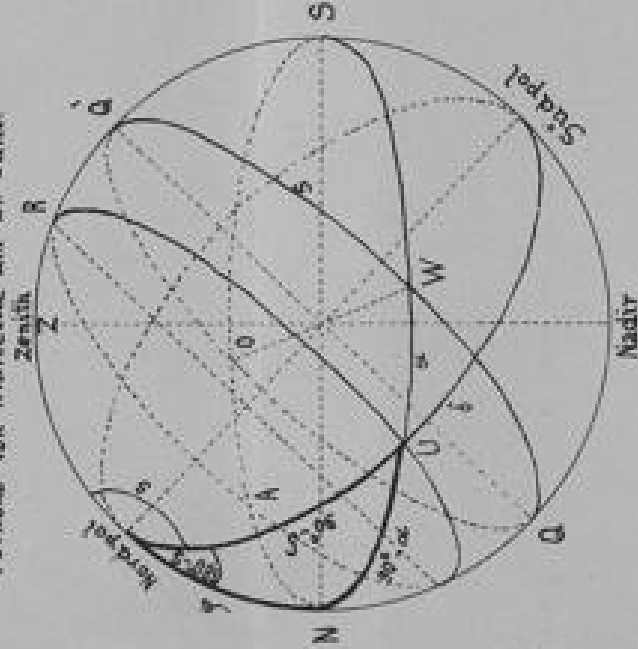
FIGUR V.

Pythas' Schattennmessung



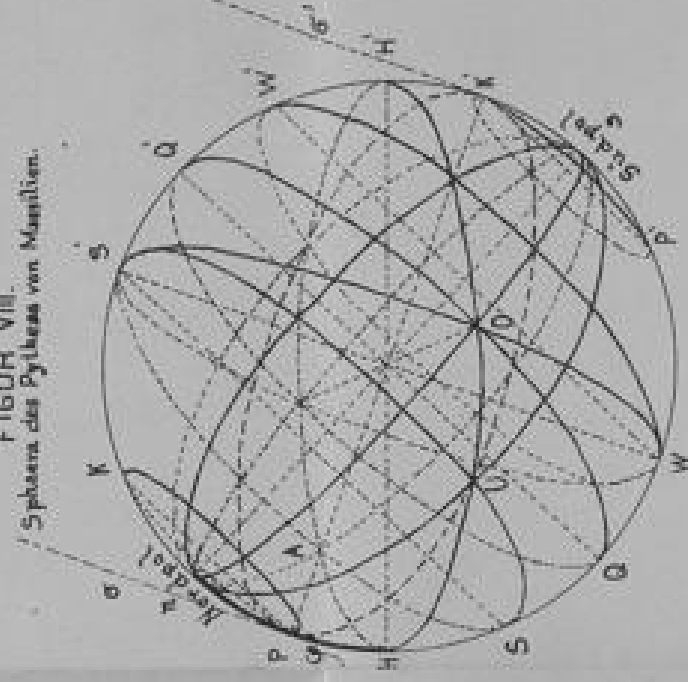
- G Gnomon (nach Süden umgelegt) zugleich Parallelkreis von Marseille
- S Schatten des Gnomons am 21 Juni 12<sup>h</sup> mittags in Marseille, zugleich Meridian von Marseille
- Su Schattenswinkel  $\alpha$  am 21. Juni 12<sup>h</sup> mittags in Marseille
- h Winkel der Sonnenhöhe am 21. Juni 12<sup>h</sup> mittags in Marseille
- $\alpha$  dem Schattenswinkel  $\alpha$  entsprechender Kreisbogen
- Ma Morgenweite am 21. Juni zu Marseille
- Aw Abendweite am 21. Juni zu Marseille

FIGUR VII.  
Berechnung der Tageslänge, der Abendweite und der Polhöhe von Marseille am 21. Juni.



- NZS Meridian von Marseille.
- NWS Horizont von Marseille.
- QWQ Aequator
- ARU Tagesbogen der Sonne am 21. Juni
- UR halber Tagesbogen der Sonne am 21. Juni, hierzu gehört  $s$ , der Stundenwinkel der vollengehenden Sonne, daher halber Tagesbogen.
- $s$  Abendweite SU Azimut.
- $\delta$  Deklination der Sonne am 21. Juni oder Schiefe der Ekliptik =  $24^\circ$ .
- $\varphi$  Polhöhe von Marseille = der einen Kathete des rechtwinkligen sphärischen Dreiecks.
- $90^\circ - \delta$  = Hypotenuse des rechtwinkligen sphärischen Dreiecks.
- $90^\circ - \alpha$  = der andern Kathete des rechtwinkligen sphärischen Dreiecks.

FIGUR VIII.  
Sphaera des Pythas von Massilien.



Nach den Fragmenten und Exzerpten aus Pythas' Schrift  $\pi\epsilon\rho\lambda\iota\tau\omega\upsilon\ \delta\iota\kappa\epsilon\delta\alpha\upsilon\delta\omega\upsilon$  rekonstruiert und auf den Horizont von Massilia (Marseille) für das Sommersestizium eingestellt von

Georg Mair.

- HH' Horizont
- QO Aequator
- SS Sommerwendekreis
- WW Winterwendekreis
- PK nördlicher Polarkreis
- PK' südlicher Polarkreis
- $\varphi$  Polhöhe von Marseille
- QNS Meridian von Marseille
- $\alpha$  parallele Sonnenstrahlen
- WOS Ekliptik
- PJK Schattengrenze der Erde am 21. Juni um 12<sup>h</sup> mittags
- MS Meridian der Abendweite, zugleich Höhe der Solstitien
- MS' Meridian der Morgenweite
- $\alpha$  Höhe der Aquinoctien, zugleich Morgen- und Abendweite der Aquinoctien =  $\phi$







