

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München

1919. Heft III

November- und Dezembersitzung

München 1919

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)



Die indirekten Ortsbestimmungsmethoden in der Entwicklung der Mathematischen Geographie.

Von Siegmund Günther.

Vorgelegt in der Sitzung am 15. November 1919.

Unter einer direkten Methode verstehen wir im folgenden eine Ablesung am Kreise selbst, wie sie in früherer und späterer Zeit für jede Festlegung eines Ortes die Regel bildete. Dem entsprechend wird ein Verfahren als indirekt zu bezeichnen sein, wenn die Ablesung an einer Geraden erfolgt, so daß erst durch Umrechnung der Winkel, auf den es ankommt, erhalten wird. R. Wolf¹⁾ nennt die hiezu dienenden Instrumente solche „mit Geradteilung“, allein dieses Wort kann leicht mißverstanden werden, und es wurde deshalb die obige, ihre Berechtigung in sich tragende Bezeichnung gewählt. Eine zusammenfassende Darstellung dieses Zweiges der Instrumentenkunde, der für die Lehre von der geographischen Ortsbestimmung in früherer Zeit ein sehr großes Interesse besitzt, scheint noch niemals ins Auge gefaßt worden zu sein, und es darf deshalb ein solcher Versuch um so mehr als zeitgemäß betrachtet werden, weil für gewisse Zeiträume in der Geschichte der Erdkunde, der Geodäsie und Astronomie die indirekte Verfahrungsweise ganz den Vorzug vor der direkten beanspruchen konnte. Sieht man vom Gnomon²⁾ ab, der strenge

¹⁾ R. Wolf, Geschichte der Astronomie, München 1877, S. 125 ff. Es wird erwähnt, daß der Dreistab gelegentlich auch parallaktisches Lineal oder Ptolemaeische Regel genannt wurde.

²⁾ Für diesen zwar primitivsten, aber doch nichts weniger denn wertlosen, heute noch unter dem didaktischen Gesichtspunkte beachtens-

genommen nicht in Betracht zu ziehen ist, weil es damals noch kein Ortsbestimmungsproblem in dem uns heute geläufigen Sinne gab¹⁾, so verbleiben wesentlich nur drei Instrumente der indirekten Ablesung übrig, nämlich der Dreistab des Ptolemaeus, das geometrische Quadrat und der Jakobsstab. Von den beiden ersteren soll nur kurz die Rede sein, weil sich über sie wenig neues aussagen läßt; um so eingehender dagegen werden wir uns mit dem dritten zu beschäftigen haben.

I. Dreistab und geometrisches Quadrat.

Das Triquetrum, wie es im Almagest des größten griechischen Astronomen geschildert wird²⁾, bestand aus einem festen Vertikalstabe AB , auf welchem die Punkte C und D (Fig. 1) fixiert waren, und um diese drehten sich in einer Vertikalebene zwei in gleiche Teile von beliebiger Größe geteilte Stäbe so, daß jeweils im Punkte E eine Durchdringung stattfand. Zwei auf CE angebrachte Absehen gestatteten die

werten Versuch, Erscheinungen am Firmamente messend zu verfolgen, liegt eine reiche Literatur vor, die an diesem Orte natürlich besonderer Berücksichtigung sich entzieht. Genannt mögen nur wenige inhaltreiche Belegstücke sein: J. Biot, *Mémoire sur divers points de l'astronomie ancienne*, Paris 1846; Drecker, *Gnomon und Sonnenuhren*, Aachen 1909; C. Schoy, *Der Gnomon*, Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, 1918, S. 279 ff. Zumal von Schoy wird das Auftreten des Schattenstabes bei den Ägyptern, Chinesen, Indern, Babyloniern — verhältnismäßig spät, wohl erst im 7. Jahrhundert v. Chr. —, Griechen und Römern erörtert, sein Gebrauch bei den alten amerikanischen Kulturvölkern hingegen als ganz unbeweisbar dargelegt.

1) Die Festlegung eines sphärischen Punktes durch zwei Koordinaten begegnet uns mit Sicherheit erst bei Hipparch (um 130 v. Chr.). Für die geographische Länge hatte die Antike kein anderes Mittel als die Mondfinsternisse zur Verfügung, was freilich zu schlimmen Fehlern, z. B. bei der Ermittlung der westöstlichen Ausdehnung des Mittelländischen Meeres, führen mußte; die geographische Breite hingegen wußte man durch Höhenmessungen im Meridiane schon ziemlich gut zu berechnen.

2) C. Ptolemaei, *Syntaxis Mathematica*, ed. Heiberg, lib. V, cap. 12, S. 403 ff.

Anvisierung eines Punktes S auf der Himmelskugel, dessen Höhe über dem Horizonte bestimmt werden sollte, wenn zuvor die Ebene CDE in die des Meridianes eingestellt war. Diese Höhe h ergänzte den $\sphericalangle DCE$ zu 90° , und nach heutiger Rechnung — Ptolemaeus selbst bediente sich bekanntlich nur der Sehnen — würde also

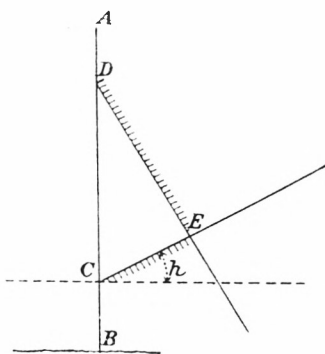


Fig. 1

$$\sin h = \frac{\overline{CD}^2 + \overline{CE}^2 - \overline{DE}^2}{2 \overline{CD} \cdot \overline{CE}}$$

zu setzen sein. Die Strecke CD ist konstant, CE und DE können unmittelbar an den beiden beweglichen Stäben abgelesen werden¹⁾.

Einen ausgedehnteren Wirkungskreis scheint das Instrument im Altertum selbst, dem es entstammt, nicht gefunden zu haben. Dafür hatte es die volle Beachtung des Copernicus gewonnen²⁾, der anscheinend kein anderes Beobachtungswerkzeug sein eigen genannt hat. Zwei der Stäbe waren gleich-

¹⁾ Gewöhnlich richtete man das Instrument so ein, daß das Dreieck CDE gleichschenkelig ward, obwohl hiezu keinerlei Notwendigkeit vorlag. Vgl. hiezu die Abbildung bei Montucla-Lalande (*Histoire des Mathématiques*, 1. Band, Paris an VII, S. 307). Es ist dann also $\sin h = \overline{CD} : 2 \overline{CE}$ zu setzen, und die Sehnenrechnung liefert ein so einfaches Ergebnis, daß das Verfahren für die Antike vollständig genügte.

²⁾ Vgl. hiezu P. Gassendi, *Nicolai Copernici Vita*, Paris 1654, S. 12 ff.; L. Prowe, *Nicolaus Copernicus*, 1. Band, 2. Teil, Berlin 1883, S. 48 ff.; R. Wolf, *Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur*, 3. Halbband, Zürich 1892, S. 25 ff. Bei Gassendi lesen wir: *Copernicus sibi confecit (et sua quidem, ut memorant, manu) vocatas Ptolemaicas Regulas, Parallacticumve Instrumentum ex ligno abiegnō*. Bei Kepler, der Copernicus Instrument wohl durch Tycho Brahe kennen gelernt hatte, der es aus des erstgenannten Nachlasse erwarb, sehen wir das Triquetrum, allerdings zusammen mit dem Jakobsstabe, auf dem Titelblatte der „*Tabulae Rudolphinae*“ (Ulm 1627) abgebildet.

lang und in je 1000 Teile geteilt, während diese Teilung beim dritten Stabe $1414 = 1000 \cdot \sqrt{2}$ Einheiten betrug¹⁾. Verwendet wurde dieses primitive Instrument, dessen Teilstriche mit Tinte aufgetragen waren, fast nur zur Messung von Zenitdistanzen. Über die zu erreichende Genauigkeit gab sich Copernicus keiner Täuschung hin, allein es ist gleichwohl die Polhöhe des wichtigen Beobachtungsortes Frauenburg (Ostprien) so ganz leidlich bestimmt worden²⁾. Auch das „Quadrum“ war ihm nicht unbekannt, ohne daß er es jedoch praktisch verwertet hätte.

Das geometrische Quadrat diente mehr zum feldmesserischen als zum astronomischen Gebrauche. Daß es eine Erfindung der Araber sei, ist behauptet, nicht aber bewiesen worden. Weißenborn ging sogar so weit³⁾, die drei Instrumente, denen diese Abhandlung gewidmet ist, als gleichartig hinzustellen; es seien lediglich verschiedene Bezeichnungen für die nämliche Sache. Dagegen wandten sich Eneström⁴⁾ und Curtze⁵⁾.

1) Auch Ptolemaeus ging von der Beschränkung aus, daß die beiden nicht mit Dioptern versehenen Seiten des ebenen Dreieckes gleiche Länge haben sollten. Notwendig ist indessen diese Annahme keineswegs. Ein gleiches gilt für eine gewisse arabische Abart des Instrumentes, auf welche E. Wiedemann aufmerksam gemacht hat (Über eine astronomische Schrift von Al Kindi, Sitzungsberichte der Physik.-Mediz. Sozietät zu Erlangen, 42. Band (1910), S. 294 ff.).

2) Bei Copernicus ist die geographische Breite seines Wohnortes $= 54^{\circ} 19' 30''$. Morsianus, den Brahe dorthin gesandt hatte, um eine Nachprüfung vorzunehmen, erhielt $54^{\circ} 22' 30''$, und heute gibt man $54^{\circ} 21' 34''$ an. Die Wahrheit liegt mithin ziemlich in der Mitte.

3) M. Weißenborn, Gerbert, Beiträge zur Kenntnis der Mathematik des Mittelalters, Berlin 1885, S. 150 ff.

4) G. Eneström, Besprechung hiezu, Bibliotheca Mathematica 2) 2. Band, S. 32.

5) M. Curtze, Über die im Mittelalter zur Feldmessung benützten Instrumente, ebenda, 10. Band, S. 65 ff. Daß Astrolabium und Quadrant auf verschiedenen Voraussetzungen beruhen, wenn gleich bei beiden die Art der Messung die gleiche, direkte ist, lehrt die Geschichte beider Apparate. Astrolabium und geometrisches Quadrat standen insofern in näherer Beziehung, als des ersteren Rückseite („postica“ oder „dorsum“) für die Bedürfnisse des Feldmessers eingerichtet war, wogegen für die

Mit Recht fragt ersterer, wo sich denn ein arabischer Gelehrter fände, der sich mit diesen Dingen literarisch befaßt habe. Und Curtze wendet sich insbesondere dagegen, daß Weißenborn sogar Astrolabium, Quadranten und Quadrat identifizieren möchte. Daß die Nomenklatur vielfach schwankend war, ist ja allerdings zuzugeben¹⁾. Mitunter kommt bloß einfach der

Höhenmessung des Astronomen ausschließlich die Vorderseite („antica“) in Betracht kam. Das Astrolabium ist eine arabische Erfindung, die wahrscheinlich dem vielseitigen Arzachel (AL ZARQALÎ) zu danken war (Steinschneider, *Études sur ZARKALI*, *Bullettino Boncompagni*, 20. Band, S. 573 ff.). Er nannte es Scheibe („Saphea“), und unter diesem Titel hat ein Bayer, Jakob Ziegler aus Landau a. I., die Schrift des spanischen Mauren den Deutschen übermittelt (Cöln a. Rh. 1504). Von Steinschneider wird diese Bearbeitung beschrieben (*Bibl. Mathem.*, (2) 4. Band, S. 11 ff.), und es ist auffallend, daß ein Gelehrter von so staunenswerter Literaturkenntnis erklärte, der Bearbeiter „Lateranus“ sei ihm unbekannt. Hinter dieser lateinischen Benennung steckte eben der erwähnte Ziegler (later = Ziegelstein, woher auch die geologische Bezeichnung Laterit). Zu einigen Bemerkungen über das Astrolabium wird uns auch noch der vierte Abschnitt dieser Abhandlung Anlaß geben. Die bedeutendste und umfassendste Arbeit über dieses Instrument rührt her von dem Jesuiten Clavius (*Astrolabium*, Rom 1593; vgl. J. Mascart, *Clavius et l'Astrolabe*, *Bulletin Astronomique*, 22. Band (1905), S. 86 ff., S. 166 ff., S. 215 ff., S. 499 ff.). Soweit die griechische Periode in Betracht kommt, ist zu verweisen auf den Artikel von Kauffmann in der zweiten Auflage von Pauly-Wissowa's „Enzyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft“. Monographisch behandelt hat das arabische Astrolabium neuerdings auch ein in dieser Sprache abgefaßtes Werk (Achmed Muchtar, *Ryiaz almuchtar*, Kairo 1887); mit ihm beschäftigt sich eingehend J. Würschmidt (*Die Bestimmung der krummen Stunden, der Deklination des Gebetskreises mittels des Astrolabs*, *Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften*, Nr. 82/83 (1919), S. 183 ff.). Vgl. ferner G. Eneström, *Le commentaire de Jakob Ziegler sur la „Saphea“ de Zarkali*, *Bibliotheca Mathematica* (2) 10. Band, S. 52 ff.

¹⁾ Eine erste Form des geometrischen Quadrates tritt uns schon bei Gerbert (Papst Sylvester II.) entgegen, der es aus vier gleichlangen Stäben zusammensetzte (M. Cantor, *Die römischen Agrimensoren und ihre Stellung in der Geschichte der Feldmeßkunst*, Leipzig 1875, S. 163 ff.); Dominicus de Clavasio hingegen (Curtze, a. a. O., S. 69) verlangte schon eine quadratisch zugeschnittene Metallplatte. Bei ihm

Name „instrumentum“ vor, wie erwähnt; ein Beleg dafür, daß es keine größere Auswahl gab.

Zum Hauptinstrumente der niederen Geodäsie erhob erst Peurbach das geometrische Quadrat, welches in der nunmehrigen Gestalt recht wohl aber auch zur Messung von Höhen und Höhendistanzen in einem Vertikalkreise Verwendung finden konnte. In Fig. 2, a, b, c ist diese Winkelbestimmung dargestellt. Das massive Quadrat $EFGH$ wird mit Hilfe eines Bleisenkels lotrecht eingestellt; die beiden Seiten FG und GH haben eine Teilung, und zwar soll der Abstand zweier konsekutiven Teilstriche $= m$ sein. Um E dreht sich eine mit zwei Dioptern versehene Alhydade, so daß man, wenn sich in E das Auge befindet, zwei beliebige, derselben Vertikalebene angehörige Punkte anvisieren kann¹⁾. Dieselben seien A_1 und

finden sich auch die Bezeichnungen „instrumentum gnomonicum“ oder kurzweg „instrumentum“. Was den Quadranten anlangt, so scheint zwischen einer älteren und einer erst später erfundenen Form ein Unterschied gemacht werden zu müssen (M. Steinschneider, Johannes Anglicus und sein Quadrant, Bibl. Math., (2) 10. Band, S. 102 ff.; P. Tannery, Magister Robert Anglicus in Montepessulano, ebenda, (2) 11. Band, S. 3 ff.). Der „quadrans vetus“ rührt her von einem Guilelmus Anglicus, der sicher im Jahre 1231 als Lehrer der Medizin und Sternkunde in Montpellier wirkte, während der „neue Quadrant“ kurz vor 1300 von Jakob ben Machir, genannt Prophatius, eingeführt wurde. Aber auch ein Engländer Richard Wallingford wird als Erfinder genannt (s. L. A. Birkenmajers Ausgabe des „Commentariolum super theorias novas planetarum Georgii Peurbachii in studio generali Cracoviensi“, 1482 verfaßt von Copernics späterem Lehrer Abertus de Brudzewo, Krakau 1900, S. 26 ff.). Dort ist auch bemerkt, daß man mit Rücksicht auf die Nationalität des Erfinders von einem „instrumentum Albion (Albeon)“ sprach, d. h. Autor und Instrument wechselte (Montucla-Lalande, Histoire des Mathématiques, 2. Aufl., I, Paris an VII, S. 529). Albert z. B. führt ohne Bedenken eine Äußerung „Albeons“ an, der zufolge Exzenter und Epizykeln nicht als Realitäten am Himmel, sondern als bloße geometrische Hilfsvorstellungen anzuerkennen seien. Die Vertauschung hat lange vorgehalten (vgl. Regiomontanus, De torqueto et astrolabio armillari ed. J. Schoener, Nürnberg 1544.

¹⁾ Es leuchtet ein, daß das Quadrat auf einem Statife angebracht werden mußte, wenn das Auge des Beobachters genau in die Verlängerung der Mittellinie der Alhydade gelangen sollte.

B_1 (Fig. 2 a), A_2 und B_2 (Fig. 2 b) und A_3 und B_3 (Fig. 2 c). Die Mittellinie der Sehlöcher schneidet FG in K_1 und J_1 (Fig. 2 a), FG und GH in K_2 und J_2 (Fig. 2 b), endlich GH in K_3 und J_3 ; die Winkel, welche die Alhydadenrichtung mit der horizontalen Quadratseite EF bildet, sollen α_1 und β_1 , α_2 und β_2 , α_3 und β_3 heißen. Die Strecken FK_1 und FJ_1 mögen durch $a_1 m$ und $b_1 m$, die Strecken FK_2 und HJ_2 durch $a_2 m$ und $b_2 m$, die Strecken HK_3 und HJ_3 durch $a_3 m$ und $b_3 m$ bezeichnet werden. Alsdann gelten die nachstehenden Formeln (l die Quadratseite):

$$\text{tang } \alpha_1 = a_1 m : l, \quad \text{tang } \beta_1 = b_1 m : l;$$

$$\text{tang } \alpha_2 = l : a_2 m, \quad \text{tang } \beta_2 = b_2 m : l;$$

$$\text{tang } \alpha_3 = l : a_3 m, \quad \text{tang } \beta_3 = l : b_3 m.$$

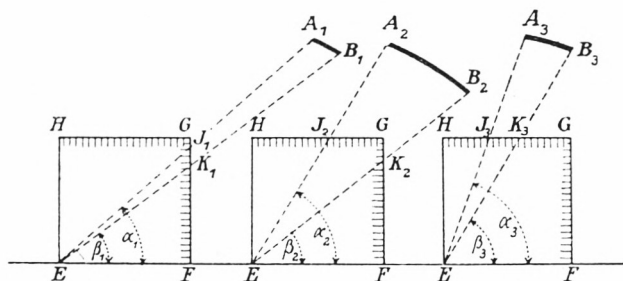


Fig. 2

Daß nach ihnen gerechnet werden konnte, war bereits ein beträchtlicher Fortschritt, bedingt durch Peurbachs Einführung der trigonometrischen Tangente¹⁾, für welche er eine

¹⁾ Diese Worte kannte weder Peurbach noch einer seiner Zeitgenossen. Man hielt sich vielmehr an die durch die Araber, speziell durch Abūl Wāfa (gest. 998), eingeführten Ausdrücke „Umbra recta“ (Tangente) und „Umbra versa“ (Kotangente), die beide der Sonnenuhrkunde entnommen waren, und die sich bereits im 12. Jahrhundert auch in Europa einzubürgern begonnen hatten (Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, 1. Band, Leipzig 1894, S. 704; A. v. Braunnmühl, Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie, 1. Teil, Leipzig 1900, S. 52 ff.). Das Originalwerk wird zumeist nach einer späteren,

eigene Tafel angegeben hatte. Eine ohne Zwischenstationen sich vollziehende Berechnung der Winkel A_1EB_1 , A_2EB_2 , A_3EB_3 war damals noch nicht denkbar; die Möglichkeit, Formeln anzuschreiben, wie sie hiezu erforderlich sind, nämlich

$$\begin{aligned}\operatorname{tang}(a_1 - \beta_1) &= lm(a_1 - b_1) : (l^2 + a_1 b_1 m^2), \\ \operatorname{tang}(a_2 - \beta_2) &= (l^2 - a_2 b_2 m^2) : l(a_2 + b_2), \\ \operatorname{tang}(a_3 - \beta_3) &= lm(b_3 - a_3) : (l^2 + a_3 b_3 m^2),\end{aligned}$$

war im 15. Jahrhundert noch nicht gegeben. Immerhin war durch Peurbach, den Lehrer Regiomontans, die Bestimmung der scheinbaren Distanz himmlischer und irdischer Objekte die Wissenschaft und die Praxis namhaft gefördert worden¹⁾, mag man auch Curtzes Äußerung (a. a. O.), das Quadrat

von dem kaiserlichen Mathematiker J. Stab besorgten Ausgabe zitiert (Quadratum geometricum praeclarissimi Mathematici Georgii Burbachii, Nürnberg 1516). Hier kommt auch der Name „Gnomon geometricus“ vor. Die Quadratseite ist in 1200 Teile geteilt. Vgl. auch A. G. Kästner, Geschichte der Mathematik, 2. Band, Göttingen 1797, S. 529 ff. Es wird auch daran erinnert, daß man das Quadrat durch Umlegen in die Horizontalebene auch als Distanzmesser verwenden konnte; von geodätischer Seite wird diese Verwendung besonders gewürdigt (C. M. v. Bauernfeind, Die Elemente der Vermessungskunde, 1. Band, München 1879, S. 390 ff.). Zu denjenigen Schriftstellern, welche das Rechnen mit den neuen, so häufig in weit bequemerer Weise statt des Sinus zu benützenden Größen systematisch behandelten, gehört vor allem der Italiener De' Beldomandi (vgl. A. Favaro, *Intorno alla vita ed alle opere di Prosdocimo de' Beldomandi*, *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche* (B. Boncompagni), 12. Band, S. 1 ff., S. 115 ff.; *Intorno ad un trattato anonimo sull' Astrolabio riconosciuto opera di Prosdocimo de' Beldomandi*, *Bibl. Math.*, (2) 4. Band, S. 81 ff.). Schon zu Anfang des 15. Jahrhunderts handelt derselbe von folgenden Aufgaben: „Ad cognoscendam umbram rectam et versam per solem; Ad mensurandam umbram versam per umbram rectam et e converso“ ($\operatorname{tang} a = 1 : \cotang a$). Für diesen letzteren Satz werden zwei verschiedene Beweise mitgeteilt. Durch Santritter und Liechtenstein wurden die Arbeiten de' Beldomandis auch in Deutschland bekannt.

¹⁾ Betreffs der Gleichberechtigung des Quadrates mit anderen Meßvorrichtungen gibt guten Aufschluß eine zu ihrer Zeit, Anfang des 16. Jahrhunderts, viel gebrauchte Schrift von J. Stoeffler und Ph. Weiß (Von künstlicher Abmessung aller Größe, ebene oder niedere, in die Länge,

sei jetzt ein Universalinstrument geworden, für zu weitgehend erachten. Ein solches stand bereits dem Altertum zur Verfügung¹⁾, aber die Mathematische Geographie hat anscheinend keinen Nutzen aus ihm gezogen. Und der späteren Zeit ging es ganz verloren, bis es unter der Ägide der Regiomontanschen Sahule seine Wiederauferstehung erlebte und schließlich als Theodolit die allgemeinste Anerkennung errang.

II. Der Grundgedanke des Jakobsstabes.

Dieses Instrument ist, wie wir sehen werden, im 14. Jahrhundert entstanden; man kann in ihm mit Fug eine der wenigen wissenschaftlichen Neuerungen erblicken, welche das Mittelalter der Folgezeit hinterließ. Wie uns jedoch die Geschichte der Erfindungen und Entdeckungen lehrt, tritt so gut wie niemals ein neuer Gedanke so in die Welt, daß nicht gewisse Vorläufer deutlich erkennbar wären, sobald man sich nach ihnen umsieht. Diese allgemeine Regel stellt sich auch in unserem Falle als durchaus zutreffend heraus. Griechen und Araber besaßen Hilfsmittel astronomischer Beobachtung, die

Breite, Höhe und Tiefe, Frankfurt a. M. s. a.; A. G. Kästner, Geschichte der Mathematik, 1. Band, Göttingen 1796, S. 652 ff.). Es werden hier Quadrant, Astrolabium und Geometrisches Quadrat ziemlich unterschiedslos verwendet; für das letztere dient eine sonst anscheinend seltene Bezeichnung („scala altimetrica“ oder „Mefleiter“).

¹⁾ Dies war die Dioptra des Heron von Alexandrien, nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Instrumente des Ptolemaeus, von dem nachher zu sprechen sein wird. Das Universalinstrument hat sehr eingehend studiert M. Cantor (Die römischen Agrimensoren usw., S. 20, 76; Vorlesungen usw., I, S. 356 ff.), der es unentschieden läßt, ob nicht Heron von dem älteren Dicaearchus beeinflusst war. Einen richtigen Einblick in das Wesen des Messungsverfahrens erhielt man erst in neuerer Zeit (*Ἡρώδης Ἀλεξανδρεὺς περὶ διάπτρας*, übers. von Vincent und Venturi, Notices et Extraits des Manuscrits de la Bibliothèque Impériale, XIX, 2, Paris 1858). Ein 4 Ellen langes Lineal mit zwei senkrecht darauf angebrachten, durchlöcherten Plättchen drehte sich frei um den Mittelpunkt einer horizontalen Kreisscheibe, „und eine vertikale Drehung war mit der Scheibe auf einem die ganze Vorrichtung tragenden Fuße ermöglicht.“

tatsächlich keiner großen Vervollkommnung bedurften, um in den Jakobsstab überzugehen. Allein vollzogen hat sich dieser Schritt, und das bleibt das maßgebende Moment, eben erst im späteren Mittelalter.

Der bloß auf praktische, d. h. chronologisch-astrologische Ziele abgestellten Himmelskunde der Babylonier und der wesentlich die Physik des Kosmos zu fördern bestimmten, spekulativen Tätigkeit der älteren griechischen Philosophen folgte das Zeitalter der exakten, lediglich auf wissenschaftliche Erkenntnis gerichteten Forschung, und als dessen ersten, zugleich jedoch einen der bedeutendsten Vertreter sehen wir vor uns Eudoxus aus Cnidus¹⁾. Leider wissen wir von ihm nur wenig, was als authentisch zu bezeichnen wäre, allein es sind uns doch so viele zuverlässige Nachrichten aus späteren Jahren überliefert worden, daß wir uns ein in der Hauptsache wohl korrektes Bild von seinen Leistungen zu entwerfen imstande sind. Und da scheint es zweifellos, daß Eudoxus die Beziehungen zwischen der scheinbaren und wahren Größe eines scheibenförmig erscheinenden Weltkörpers und seiner Erddistanz richtig auffaßte²⁾.

¹⁾ Es gab auch noch einen zweiten, annähernd gleichaltrigen, kleinasiatischen Gelehrten dieses Namens, Eudoxus aus Cyzicus, der sich hauptsächlich auf geographischem Gebiete betätigt haben soll. Für seinen Namensvetter steht uns eine sehr dankenswerte Programmabhandlung zu Gebote: H. Künßberg, Der Astronom, Mathematiker und Geograph Eudoxos von Knidos, 2. Teil, Dinkelsbühl 1890. Zur Messung des scheinbaren Durchmessers von Sonne und Mond griff Eudoxus, von dem auch eine Schrift „*γῆς περίοδος*“ verfaßt worden sein soll, wahrscheinlich auf die chaldäische Methode zurück, die Auf- und Untergangszeiten an Äquinoktialtagen mittelst einer Wasseruhr zu verfolgen. Ebenso handelten nochmals auch Cleomedes und Aristarchus. Ersterer will das Prinzip der Anwendung eines „*ὁδολόγιον*“ auf diesen Zweck den Ägyptern zuschreiben (Cleomedis de motu circulari corporum caelestium libri duo, ed. H. Ziegler, Leipzig 1891, S. 138 ff.).

²⁾ Über diesen ganzen Komplex von Untersuchungen äußert sich in folgender Weise F. Hultsch (Posidonius über die Größe und Entfernung der Sonne, Abhandlungen der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Philol.-Hist. Kl., (2) 1. Band (1896), S. 1: „Da die alten

Wie er freilich im Einzelfalle zu Werke ging, entzieht sich unserer Kenntnis.

Um so festeren Boden haben wir unter den Füßen bei Beurteilung der Methode, deren sich Archimedes bediente, um die Durchmesser der Sonnen- und Mondscheibe zu ermitteln. Sein „Arenarius“, dessen man gewöhnlich nur deshalb gedenkt, weil darin eine neue Zahlensystematik auseinander gesetzt wird, die auch vor der Schreibung der allergrößten Zahlen nicht zurückzuschrecken braucht, geht näher auf die eben genannte Methode ein, auf die uns bisher von den Geschichtswerken zu wenig Gewicht gelegt worden zu sein scheint¹⁾. Aus dem unten, nach Heiberg, gegebenen Texte²⁾ geht unmittelbar hervor, daß die instrumentelle Vorrichtung der Arche-

Astronomen bei ihren Beobachtungen lediglich auf die natürliche Sehkraft des Auges angewiesen waren, so ist es nicht zu verwundern, daß ihnen die richtige Einsicht in die Größen und Entfernungen der Gestirne verschlossen blieb. Dennoch haben sie Mittel und Wege gefunden, um wenigstens über Größe und Entfernung des Mondes und der Sonne Vorstellungen zu gewinnen, die sich mehr und mehr den wirklichen Verhältnissen näherten.“

¹⁾ Nicht trifft dies zu für A. G. Kästner (Geschichte der Mathematik, Göttingen 1796—1800, passim) und R. Wolf (Gesch. d. Astron., S. 169 ff.). Ersterer meint, dem Mathematiker, der die Vorschriften des Archimedes einhielt, dürfe es allerdings nicht darauf ankommen, blind zu werden. Über eine geschichtlich sehr beachtenswerte Andeutung bei Ramus s. u.

²⁾ Archimedis Opera Omnia cum commentariis Eutocii, ed. J. L. Heiberg, 2. Band, Leipzig 1881, S. 251 ff. „Itaque longa regula in pede perpendiculari posita, qui in ejusmodi loco collocatus est, unde sol oriens conspici posset, et cylindro parvo tornato et in regula posito perpendiculari statim post ortum solis, cum sol prope horizontem esset, et oculi ex adverso eum intueri possent, regula adversus solem conversa est, et oculus in extrema regula positus est; cylindrus autem in medio solis et oculi positus soli officiebat. cylindrus igitur, qui ab oculo sensim removebatur, ubi paululum solis in utraque parte cylindri adparere coepit, inhibitus est jam si oculus re vera ab uno puncto prospectaret, lineis ab externa regula, quo loco oculus positus erat, cylindrum contingentibus ductis angulus lineis ita ductis comprehensus minor esset angulo, cui sol aptatur verticem in oculo habenti, quia ex utraque parte cylindri pars solis conspiciebatur.“

typus des Jakobsstabes ist, und es mag auffallen, dieser Tatsache noch so wenig Erwähnung getan zu sehen. Natürlich kommt trigonometrische Rechnung nicht vor, die es im 3. vorchristlichen Jahrhundert noch nicht einmal in den Anfängen gab, aber durch sinnreiche Schlüsse, welche uns hier weniger angehen, wird der scheinbare Diameter der Sonne, d. h. der Winkel, unter dem sie ein Erdenbewohner sieht, gleich $\frac{1}{164}$ eines rechten gefunden¹⁾. Wir haben in Fig. 3

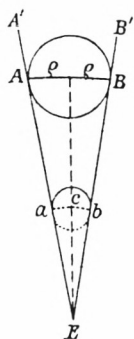


Fig. 3.

das Bild vor uns, wie es sich der Syrakusaner auf Grund seiner Beobachtungen gedacht hat. Der Kreiszyylinder ab wird auf der horizontalen Schiene, auf welcher er lotrecht aufsitzt, so lange verschoben, bis das in E befindliche Auge genau über a und b weg die Endpunkte A und B des horizontalen Sonnendurchmessers erblickt, so daß EA' und EB' Berührende des Kreises werden. c , der Mittelpunkt von ab , liegt dann mit E und mit dem Sonnenmittelpunkte C in einer geraden Linie. Es wäre sonach, wenn q der gesuchte Halbmesser ($= \sphericalangle aEc = \sphericalangle bEc$), $ac = bc = p$, $Ec = q$ gesetzt wird, angenähert $\tan q = q:p$. Auf diese Relation werden wir wiederholt zurückzukommen haben. Archimedes war sich übrigens darüber klar, daß in Wirklichkeit q ein wenig kleiner als $\sphericalangle aEc$ sein müsse.

Von den antiken Astronomen haben Ptolemaeus und Proclus das archimedische Problem ihrerseits in Angriff genommen. Ersterer tat es in einem Kapitel²⁾, welches nach der Verdeutschung von Manilius „Größenbetrag der scheinbaren Durchmesser der Sonne, des Mondes und des Schattens in den Syzygien“ überschrieben ist. Wasseruhren und von ihnen ab-

¹⁾ Schon die Alten setzten durchweg $q = \frac{90^\circ}{180}$, so daß eben $\frac{90^\circ}{164}$ zu groß erschien.

²⁾ Almagestum, lib. V, cap. 14; Claudius Ptolemaeus, Handbuch der Astronomie, deutsch von K. Manitius, 1. Band, Leipzig 1912, S. 305 ff.

hängige Zeitmessungen, führt er aus, können zu keinem befriedigenden Ergebnis führen. Wohl aber erzielt man ein solches, wenn man die von Hipparch erfundene Dioptra entsprechend anwendet. Ausführlicher wird der Nutzen dieser Dioptra, deren Verschiedenheit von derjenigen des Heron (s. o.) uns bekannt ist, von dem Kommentator Proclus dargelegt¹⁾; nach beiden Autoren hat Hultsch²⁾ die einschlägigen Fragen einer sorgfältigen Prüfung unterzogen. Er konstatiert zunächst, daß das archimedische Resultat, so richtig auch der zu ihm führende Weg war, gleichwohl an Genauigkeit das babylonische nicht erreichte, soweit wir uns von diesem letzteren eine deutliche Vorstellung zu machen in der Lage sind³⁾, und bemerkt sodann, daß wir von Proclus auch den Titel⁴⁾ der von Hipparch dem Instrumente gewidmeten Abhandlung erfahren. In Fig. 4 sehen wir die Dioptra vor uns, wie sie Proclus zur Darstellung bringt. Auf einem länglichen und schmalen rechteckigen Brette AB — wir behalten die griechischen Buch-

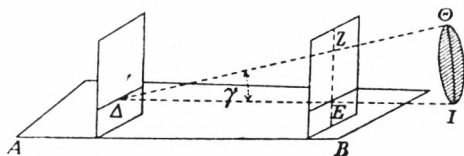


Fig. 4

1) Proclus Diadochus, *Hypotyposis astronomicarum positionum*, ed. Manitius, Leipzig 1899. Die zugehörige Figur ist nicht richtig, weil Proclus nicht wie Archimedes, den horizontalen, sondern vielmehr den vertikalen Scheibendurchmesser finden will. Unsere Zeichnung paßt sich der Vorlage genau an.

2) Hultsch, *Winkelmessungen durch die Hipparchische Dioptra*, Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik, 9. Heft, Leipzig 1899 (Cantor-Festschrift), S. 191 ff.

3) Als neuere Arbeiten über die Zeitrechnung des Zweistromlandes sind namhaft zu machen: L. Ideler, *Über die Sternkunde der Chaldäer*, Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften, Philol.-Hist. Kl., 1814/15, S. 214 ff.; Bilfinger, *Die babylonische Doppelstunde*, Stuttgart 1888, S. 21 ff.

4) Er lautete: „Πραγματεία τῶν ἐν κύκλῳ εὐθειῶν“.

staben bei — ist eine mit Beibehaltung ihrer vertikalen Stellung verschiebbare Platte angebracht, während eine feste, parallele Platte nahe dem beim Beobachter befindlichen steht. Das Sehloch A liegt in der vertikalen Mittellinie der festen Platte, und ihm entspricht das Sehloch E der beweglichen Platte, so daß also $AE \parallel AB$ verbleibt. ΘI ist der vertikale Sonnendurchmesser, durch dessen unteren Rand I die verlängerte Gerade AE berührend hindurchgeht. Die bewegliche Platte wird so lange verschoben, bis der Sehstrahl¹⁾, der nach dem oberen Sonnenrande Θ gezogen ist, durch eine senkrecht über E gelegene kleine Öffnung Z passiert. Wenn dann

$$\gamma = \sphericalangle EAZ = \text{arc } \Theta I$$

gesetzt wird, so ist, in der uns geläufigen Sprache ausgedrückt²⁾,

$$\text{tang } \gamma = \text{tang}(\text{arc } \Theta I) = EZ : AE.$$

Vergleicht man diese sofort aus der Figur hervorgehende Formel mit den Angaben unseres dritten Abschnittes, so kann man nicht umhin, mit aller Bestimmtheit auszusprechen: Die Dioptra der griechischen Astronomen klingt nicht nur an den Jakobsstab an, ist nicht allein ein verbesserungsfähiger Vorläufer desselben, sondern es ist dieser selbst.

Nach Hultsch (s. o.) haben wir uns die bewegliche Platte als mit Einschnitten versehen zu denken. Die Breite b derselben ist bei Proclus durch die Ungleichungen (in Daktylen) $\frac{5}{8} < b < \frac{7}{8}$ bestimmt, und da ein Daktylos zwischen 18,5 und 21,9 mm zu setzen ist, so kann der obigen Ungleichung die nachstehende substituiert werden: $13,9 \text{ mm} < b < 16,4 \text{ mm}$. Der einer normalen Beobachtung anhaftende Fehler wird im Mittel ungefähr $2'$ betragen haben. Ptolemaeus durfte den zu erreichenden Genauigkeitsgrad sogar unterschätzt haben.

¹⁾ Man hat sich dabei auch zu erinnern, daß die griechische Physik den Sehprozeß anders, als wir es tun, auffaßte. Sie vertrat den Standpunkt der Betastungstheorie; der Sehstrahl ging vom Auge und nicht vom Objekte aus, und das Sehen selbst war ein Herumfühlen an dem betrachteten Gegenstande.

Seine Nachfolger haben, den einzigen Proclus ausgenommen, die Dioptra nicht weiter beachtet, und so verschwindet sie dem Anscheine nach aus der Geschichte der die Beobachtung und Messung pflegenden Disziplinen.

Allein wie auch in so vielen anderen Fällen ein neu auftretendes Volk die Erbschaft der antiken Kulturvölker antrat, so geschah dies auch diesmal. Allerdings läßt uns das eigentlich wissenschaftliche Schrifttum der Araber im Stiche; sie, denen man das erste großzügig angelegte Kompendium der astronomischen Beobachtungskunst¹⁾ zu danken hat, sind nicht als Erben des Archimedes, Hipparch und Ptolemaeus aufgetreten, aber immerhin ergibt sich, daß in ihrem Bereiche der nämliche Gedanke Wurzel geschlagen hatte — ob spontan, ob von außen hereingetragen, das wird sich nicht mehr entscheiden lassen. Eine gewisse Spur zwar deutete an, daß auch Astronomen von Fach ein neuartiges Instrument für indirekte Winkelmessung gebraucht hätten²⁾. In einem biographischen Werkchen („Tod der Vornehmen“) des Ibn Chalikân wies Suter eine recht wohl in diesem Sinne zu interpretierende Stelle nach. In Frage kommt die Lebensskizze des Kamâl Ed-Din, der als hoch geachteter Lehrer der Mathematik gegen Ende des 12. Jahrhunderts in Arbela (Mosul am Tigris) lebte. Hier ist die Rede von seinem Zeitgenossen Scharaf Ed-Din aus der — bald nachher durch die Sternwarte des Nasr Ed-Din berühmt gewordenen — Stadt Tûs, und dieser Mann soll gegolten haben als Erfinder eines Linear-Astrolabiums, welches kurzweg Stab genannt wird. Bei Sédillot führt es den Namen „astrolabe linéaire ou baguette de Tousi“, und es ward dortselbst die Zusage gegeben, daß näheres darüber an der Hand einer Pariser Handschrift (M. S. 1148) mitgeteilt werden solle. Sonst wird das Instrument

1) Der Verfasser derselben war Abul Hassân aus Marokko. Wir besitzen L. A. Sédillots Bearbeitung: *Traité des instruments astronomiques des Arabes*, Paris 1834—35.

2) H. Suter, *Zur Geschichte des Jakobsstabes*, Biblioth. Mathem., (2) 9. Band, S. 13 ff.

von Dorn¹⁾ zwar zitiert, ohne daß jedoch das Zitat irgend eine Kennzeichnung enthielte. Man kann verstehen, daß Suter an den Jakobsstab dachte, doch bemerkt er selber, Guckin de Slane, der Herausgeber des Ibn Challikân, teile diese Ansicht nicht. Und auf denselben Standpunkt stellt er sich in einer zweiten Note²⁾. Carra De Vaux, der hervorragende Orientalist, hat das von Sédillot gegebene, nicht aber gehaltene Versprechen eingelöst und erkannt³⁾, daß der „Stab“ des Tusî nichts mit dem Jakobsstabe zu tun hat, daß er vielmehr nur eine Modifikation des Planisphärs⁴⁾ war, dessen Mittagslinie er ersetzen sollte. Am besten eignete sich die neue Vorrichtung, die, wie Suter zeigt, niemals sehr zuverlässige Daten liefern konnte, für die Messung der meridionalen Sonnenhöhen. Die Verschiedenheit der beiden dem Wortlaute nach leicht zu verwechselnden Beobachtungswerkzeuge wird allein schon durch den Umstand bezeugt, daß zu Scharaf Ed-Dîns „Stab“ notwendig auch ein Quadrant gehörte, daß er folglich direkte und indirekte Messung voraussetzte.

Was die arabische Astronomie im engeren Sinne vermissen ließ, das ersetzte ein Schwesterwissenschaftszweig, die Nautik. Zwar stammt die den besten Aufschluß gewährende, uns hier angehende Notiz aus einer sehr viel späteren Zeit, allein das Buch, aus welchem sich diese Kunde schöpfen läßt, will nur ein Sammelwerk sein, worin alles vereinigt ist, was damals, als es verfaßt ward, an älteren und neueren Errungenschaften

¹⁾ Dorn, Drei in der kaiserl. Bibliothek befindliche astronomische Instrumente mit arabischen Inschriften, St. Petersburg 1863.

²⁾ H. Suter, Nochmals der Jakobsstab, Bibl. Math., (2) 10. Band, S. 13 ff.

³⁾ Journal Asiatique, Mai-Juni-Heft 1895.

⁴⁾ Die Worte Planisphär und Astrolab werden nicht selten als identisch gebraucht. Es sollte eben das letztere zugleich die uns (s. o.) bekannte Vorderseite eines für direkte Messung bestimmten Kreises bedeuten, und das erstgenannte war eine stereographische Abbildung der wichtigsten Kreise der Himmelskugel (Wolf, Gesch. d. Astron., S. 163), durch welche einfache Aufgaben der Sphärik ohne Zuhilfenahme von Rechnung gelöst werden konnten.

der islamitischen Navigationskunde überhaupt vorlag¹⁾. Seidi 'Alī Ben Honein war unter Suleiman dem Großen Kapudan Pascha (Admiral). Als schriftgelehrter Mann — „Kâhib i Rûmî“, der rumelische Schreiber, war sein Beiname — starb 1562 und hinterließ zwei in ihrer Art bedeutende Werke, ein geographisches Lehrbuch („Spiegel der Länder“) und den „Seespiegel“, von dem bereits vor Jahrzehnten v. Hammer-Purgstall einige Abschnitte übersetzt²⁾, und über den die Gegenwart durch das Zusammenwirken eines Orientkenners (Bittner) und eines Geographen (Tomaschek) nähere Nachrichten erhalten hat³⁾. Das erste Kapitel trägt folgende Überschrift: „Orientierung, Messung des Himmelskreises und Berechnung der Sternhöhen“.

Die Polhöhen zu bestimmen, war damals wie jetzt eine hochwichtige Aufgabe des Seespiegels. Seidi mißt den Winkel nach „Fingern“, d. h. es wird der rechte Arm ausgestreckt, so daß er sich horizontal gegen den Meereshorizont im Meridiane richtet, und dann sucht der Beobachter den Daumen so senkrecht wie möglich zu stellen. Die Kulminationshöhe des Polarsternes wird dann in Daumenlängen („isba“) notiert. So war wenigstens die hergebrachte Art und Weise, aber die geschulten Seeleute sahen selbstverständlich ein, wie ungenügend dieses rohe Verfahren war, und ersetzten den Arm durch einen Stab von 32 Zoll 2 Linien Länge, an dessen Ende ein Grad-

1) Die christliche Wissenschaft ist nach Möglichkeit ausgeschlossen; arabische, persische, indische und, soweit angängig, türkische Berichte haben den Stoff zu dem Werke des wiederholt gegen die Westvölker im Kampfe gelegenen Seehelden geliefert. Vorzugsweise kommen Pilotbücher des Indischen Ozeans zur Geltung.

2) v. Hammer-Purgstall, *Extrait from the Mohit, Journal of the Bengal Asiatic Society*, 1834, S. 543 ff.; 1836, S. 441 ff.; 1837, S. 805 ff.; 1838, S. 767 ff. Es sind wesentlich die auf Mathematische Geographie bezüglichen Teile. Ergänzungen zu dieser Übertragung lieferte ein Aufsatz von J. Prinsep in der gleichen Zeitschrift vom Jahre 1836 (On Measurement of Arabic Quadrant).

3) M. Bittner-W. Tomaschek, *Die topographischen Kapitel des Indischen Seespiegels Mohit*, Wien 1897.

bogen gleich $\frac{1}{16}$ der Kreisperipherie angebracht war. In dieser Gestalt wäre das Winkelmeßinstrument also ebenso, wie das vorbeschriebene, ein Mittelding zwischen einem solchen für direkte und einem solchen für indirekte Messung gewesen. Das fühlte man offenbar als unzweckmäßig, und so ward wieder auf das Prinzip des Hipparch zurückgegriffen; daß das ptolemaeische Werk, dessen hohe Verehrung bei den Arabern allbekannt ist, den Anstoß gegeben habe, ist nicht unmöglich, aber keineswegs wahrscheinlich, da man es ja nur mit seemännischer Praxis und nicht mit wissenschaftlicher Bestrebung zu tun hat. „Als drittes Glied des Instrumentes trat ein dritter, am Visierpunkt beweglicher Stab hinzu, der bewegliche Radius, dessen Richtung durch die Höhe des Bärengestirnes geregelt wurde; zum Zwecke genauer Sicht wurde derselbe mit zwei Absehen versehen. So entstand naturgemäß ein dreigliedriges Instrument, der Vorläufer unseres Jakobstabes, dessen Erfindung vielleicht persisch-arabischen Piloten zugeschrieben werden darf. . . .“¹⁾ Diese nicht sehr klare Schilderung bedarf wohl einer gewissen Umdeutung; daß an dem nämlichen Längsstabe ein Gradbogen und dazu noch der Querstab angebracht gewesen wäre, ist doch kaum anzunehmen, sondern es waren dies zwei verschiedene Instrumente, deren eines zur direkten, deren anderes zur indirekten Messung der Höhe des Polarsternes diente. Dieser letztere ward demnach von den Seeleuten noch mit dem Pole selbst verwechselt, was bei der geringen Genauigkeit, auf die es im gegebenen Falle ankam, ausreichen mochte. Wie man freilich die Umrechnung in Fingerhöhen annahm, ist nicht genügend einleuchtend. Vermutlich mit Recht wird die Möglichkeit ausgesprochen²⁾, Marinus Tyrius und ihm folgend Ptolemaeus seien durch unrichtiges Verstehen des Begriffes der „Fingerhöhen“ zu ihrer Verzeichnung der Insel Taprobane (Ceylon) verleitet worden.

Das merkwürdigste nun ist gewiß, daß ein solches Werkzeug noch bis in die neueste Zeit herein im Indischen Ozean seine

¹⁾ Bittner-Tomaschek a. a. O., S. 15 ff.

²⁾ Ebenda, S. 20.

bescheidene Rolle als Orientierungsmittel spielt. A. Schück, der Ende 1918 in hohem Alter verstorbene, vielfach verdiente Historiker der Nautik, berichtete 1892¹⁾, durch die Herren Hübbe und Lüders in Hamburg sei dem dortigen Völkerkunde-Museum ein Exemplar des Höhenmessers zum Geschenke gemacht worden, welches Kapitän Doher von der Küste Koromandel (Ostseite des hindostanischen Dreieckes) mitgebracht hatte. Ein rechteckiges Holzplättchen ist im Mittelpunkte durchlocht, und durch diese Öffnung ist eine dünne Schnur mit 16 Knoten gezogen. Mit deren Hilfe soll die Polhöhe von 160 Orten, die tabellarisch gebucht sind, ermittelt werden, d. h. der Pilot findet nach seiner Art die Breite des Punktes, an dem er sich gerade befindet, und sucht in seiner Tabelle den Ort, dem er hinlänglich nahe gekommen zu sein glaubt. In Fig. 5 soll C das Auge, AB eine durch das Loch B gezogene Senkrechte sein, so daß $AB = BD$ wird. BC ist die Länge der Schnur, $AD : DC = \tan(\angle ACB)$. Insofern ist ein Fortschritt zu bemerken, als nicht mehr, wie früher, die Meridianhöhe des Polarsternes gemessen, sondern der Moment seiner größten azimuthalen Abweichung vom Meridian abgewartet wird.

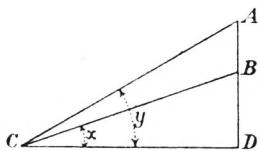


Fig. 5

Später ist Schück noch ausführlicher auf die Sache zurückgekommen²⁾. Im Jahre 1554, als der Mohit entstand, taucht

¹⁾ Schück, Ein altes indisches und arabisches Instrument zum Bestimmen der Polhöhe, Ausland, 65. Band, S. 814.

²⁾ Schück, Der Jakobsstab, München 1896 (Sonderabdruck aus dem Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft in München 1894/95), S. 130 ff. Diese Monographie kann als Muster einer geschichtlichen Arbeit gelten, doch beginnt sie erst mit der Erfindung des den bekannten Namen tragenden Instrumentes und verzichtet auf dessen Vorgeschichte, die für uns hier im Vordergrund steht. Nur chronologisch kommt auch das Verfahren der Indienfahrer zur Besprechung, welches wir vorauszunehmen genötigt waren, um die Basis klarzustellen, auf welcher sich die sozusagen offizielle Erfindung von 1542 vollzog.

für das arabisch-indische Werkzeug der Name Kamâl zuerst auf¹⁾, allein es kann kaum einem Zweifel unterliegen, daß die Methode, wenn man diese Bezeichnung auf eine ziemlich rohe Empirie anwenden will, weit älter ist und stark ins Mittelalter zurückgreift. Ist es doch bekannt, mit welcher Zähigkeit Leute der Praxis an Regeln festhalten, deren eigentlicher Sinn sich ihnen verbirgt, von denen sie jedoch zu wissen vermeinen, sie hätten sich als gut und nützlich von Generation zu Generation fortgepflanzt. Den Abendländern wurde erst ganz am Schlusse des 15. Jahrhunderts eine nur sehr schattenhafte Kunde von dieser Beobachtungsart, und sie haben offensichtlich damit nichts rechtes anzufangen gewußt. Der arabische Lotse nämlich, welchem der Sultan von Melinde die Geleitung der Expedition Vasco da Gamas an die indische Westküste anvertraut hatte (1498), zeigte den Portugiesen, wie er seine Besteckaufnahme nach landesüblicher Weise vorzunehmen pflege, und erregte dadurch ihr Erstaunen. Die Berichte der Europäer waren aber so undurchsichtig, daß Breusing²⁾, der vor Schücks Auftreten eifrigste Historiker der Seefahrtskunde, an das ptolemaeische Triquetrum (s. o. S. 300) dachte. Verschiedene Autoren³⁾ klei-

¹⁾ Ob dieses Wort irgendwie an jenen Kamâl Ed-Dîn erinnern soll, dessen oben (S. 313) Erwähnung getan ward, müssen wir hier dahingestellt sein lassen. Unmöglich wäre es eben nicht, denn von Mosul bis Basra, einem der meistbesuchten Häfen des orientalischen Mittelalters, ist auf dem Tigris kein allzu weiter Weg, und daß gerade der Persische Meerbusen besonders belebt von Fahrzeugen war, kann auch als sicher gelten.

²⁾ A. Breusing, Die nautischen Instrumente bis zur Erfindung des Spiegelsextanten, Bremen 1890, S. 36; im wesentlichen eine Rekapitulation früher ausgesprochener und lange für maßgebend gehaltener Ansichten (Zur Geschichte der Geographie, Regiomontanus, Martin Behaim und der Jakobsstab, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1869, S. 97 ff.). Unser nächster Abschnitt wird der Breusing'schen Namen-Kombination näherzutreten Ursache haben.

³⁾ So D. Kopke-A. da Costa Paiva, Roteiro da Viagem que fez Vasco da Gama en 1497, Oporto 1838, S. 28. Das für die Entdeckungsgeschichte wichtige Sammelwerk „Paesi novamente ritrovati“ (Vicenza 1507, lib. II, cap. 58), eine italienische Übertragung portugiesischer Vor-

deten die Mitteilung des Eingeborenen so ein, daß sie sagten, die Schiffer hätten Kompass, hölzerne Quadranten und Segelanweisungen genuesischen Musters (?) besessen, und erst hundert Jahre später fand Crescentio¹⁾, der anscheinend selbst Erfahrungen gesammelt hatte, den richtigen Ausdruck („con il fino in nodi conforme l'usano i Mori nell'India“). Es soll später auf diese Frage zurückgekommen werden, wenn wir uns mit der bewußten nautischen Anwendung des Instrumentes zu beschäftigen haben, welches den von den arabischen Seeleuten nur halb unbewußt angestreckten Zweck mit vollem wissenschaftlichen Verständnis zu erfüllen bestimmt war.

III. Levi Ben Gerschom und Regiomontanus.

Die Wissenschaftsgeschichte hat nicht selten die Tatsache zu registrieren, daß eine Neuerung, wie man zu sagen pflegt, in der Luft lag, daß alle Vorbedingungen für ihr Auftreten gegeben waren, und daß man sich eher wundern muß, weil ihr Erscheinen trotzdem so lange auf sich warten ließ. Hierher gehört auch das Höhenmeßinstrument, welches im Laufe der Zeiten mit einer üppigen Fülle abweichender Bezeichnungen gekennzeichnet wurde, als Jakobsstab dagegen sich wohl am meisten in der Fachliteratur eingebürgert hat²⁾. Man kann

lagen, spricht sich ähnlich aus; ebenda (cap. 61) nennt der Jude Gaspar „Quadranten aus Holz“.

¹⁾ Schück, Der Jakobsstab, S. 131; B. Crescentio, *Nautica Mediterranea*, Venedig 1607, S. 455.

²⁾ Die Entstehung des sonderbaren Ausdruckes dürfte Steinschneider (Miszellen zur Geschichte der Mathematik, *Bibl. Mathem.*, (2) 3. Band, S. 36 ff.) richtig gedeutet haben, indem er sich auf Genesis, lib. 30, V. 37 beruft. Eneström bemerkt hiezu, daß schon J. Bartsch, Keplers Schwiegersohn, auf die dort geschilderte Schlaueit des Erzvaters Jakob hingewiesen habe (*Planisphaerium stellatum*, Nürnberg 1692, S. 96), und daß auch der Württemberger Schickard spontan auf dieselbe Hypothese verfallen sei (W. Schickard sen., *Astroscopium nunc denuo in usum reipublicae literariae locupletius recusum*, ed. W. Schickard jun., Stuttgart-Leipzig 1698, S. 55 ff.). Zweifellos trifft diese Hypothese weit eher den Nagel auf den Kopf, als die neuerdings von Cohn — in seiner

für ihn die nachstehende Reihe von Namen anführen¹⁾: Ba-lestilha (portugiesisch), Baculo de Santiago oder Balestrilla oder Cruz geometrica (spanisch), Baton astronomique oder Flèche (französisch), Croß Staff (englisch), Graedboog (holländisch), Gradstock, Hammer (deutsch); aber auch als Radius astronomicus, als Radius geometricus, als Radius visorius kommt er in deutschen Schriften vor. Die apodiktische Behauptung Delambres²⁾, er sei arabischen Ursprunges, ist in dieser Form, wie wir wissen, unzutreffend; in Wirklichkeit war die Provence sein Vaterland.

Vielleicht war diese Gegend im 14. Jahrhundert, als Avignon den Mittelpunkt der römisch-christlichen Welt darstellte, ganz besonders dazu geeignet, wissenschaftliche Anregungen, die aus verschiedenen Gegenden stammten, zusammenzufassen und weiter auszugestalten. Noch war in Spanien, obwohl die arabische Herrschaft schon beträchtlich zurückgedrängt erschien, ein lebhaftes geistiges Leben nicht erloschen; der Handel Frankreichs und Deutschlands mit Lyon und Marseille war sehr lebhaft; und in dieser großen Seestadt verkehrten auch Männer, die mit den Fahrten nicht bloß im Mittelländischen, sondern auch im Indischen Meere wohl vertraut sein mochten. Zumal für einen geistig hochstehenden, das gelehrte Rüstzeug des Zeitalters voll beherrschenden Israeliten war die Gelegenheit gegeben, das Wissen des Altertums mit den praktischen Erfahrungen der Gegenwart zu vereinigen. Und ein solcher Mann ist Levi Ben Gerschom (oder Gerson) gewesen, der seit dreißig Jahren als tatsächlicher

später zu besprechenden Rezension der Schriften Bensaudes — aufgestellte. Ihm zufolge wäre an das Kreuz zu denken, welches die nach San Jago de Compostella in Spanien wallfahrenden Pilger trugen, und welches wieder auf den im Volksmunde so zubenannten „Jakobsstab“ der drei Sterne δ , ϵ , ζ im Gürtel des Sternbildes Orion zurückweise.

¹⁾ Einige, aber keineswegs alle Bezeichnungen findet man angeführt bei O. Peschel-S. Ruge, Geschichte der Erdkunde bis auf A. v. Humboldt und C. Ritter, München 1877.

²⁾ Delambre, Histoire de l'Astronomie au moyen-âge, Paris 1819, S. 284.

Erfinder des Jakobsstabes anerkannt ist¹⁾. Als eine polyhistorisch angelegte Natur war er vorher bereits bekannt²⁾; seine Hauptleistung soll uns nunmehr beschäftigen.

Über ihn liegt eine gründliche Monographie Steinschneiders³⁾ vor, die jedoch, wie erwähnt, gerade diesen Punkt noch nicht zu berücksichtigen in der Lage war. Levi, der wohl auch als Leo Hebraeus⁴⁾, Leo Judaeus und Ger-

¹⁾ Vgl. S. Günther, Die erste Anwendung des Jakobsstabes zur geographischen Ortsbestimmung, *Bibl. Math.*, (2) 4. Band, S. 73 ff.

²⁾ Eben mit Rücksicht auf seine Vielseitigkeit und sein Erfindertalent schreibt von ihm der konsequente Gegner der Sterndeuterei Pico von Mirandola (*Disputatio in Astrologiam Divinatricem*, Bologna 1496, lib. X, cap. 8: „Leo Hebraeus vir insignis et celebrer mathematicus, quasi veteribus parum fidens, excogitavit novum instrumentum, cujus vidimus canones, mathematica subtilitate praecellentes“. Auf diese Regeln kommen wir noch zu sprechen. In Deutschland haben, wie Th. v. Murr (*Notitia trium codicum autographorum Johannis Regiomontani*, Nürnberg 1881, S. 11 ff.) bemerkt, Kepler und Weidler schon des „Sepher Tegnuch“ Levis gedacht. Der Nürnberger Historiker hält Levi für einen Spanier, und dieser Irrtum hat sich dann bis in die jüngste Vergangenheit fortgepflanzt.

³⁾ Steinschneider, Levi ben Gerson (oder Gerschom), Allgemeine Enzyklopädie der Wissenschaften und Künste (von Ersch und Gruber), 2. Sektion, 38. Teil, Leipzig 1885, S. 370 ff. Der Autor beruft sich auch auf eine einschlägige Notiz des Fürsten B. Boncompagni, *Atti dell' Accademia (Pontificia) dei Nuovi Lincei*, 1863, S. 741 ff. Auf Steinschneider stützt sich selbstverständlich größtenteils die lesenswerte Schrift von J. Carlebach (Levi ben Gerson als Mathematiker, ein Beitrag zur Geschichte der Mathematik bei den Juden, Berlin 1910), wo insbesondere auch daran erinnert wird, daß Levi als Begründer der elementaren Kombinationslehre anzuerkennen sei. Wir wollen auch nicht vergessen, daß bei ihm zuerst der Gedanke erwachte, die Ablesung am Limbus in dem Sinne zu verbessern, wie dies nachmals durch Nonius und Tycho Brahe in umfassender Weise durchgeführt wurde (W. Lührs, ein Beitrag zur Geschichte der Transversalteilungen und des „Nonius“, *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 1910, Heft 7, 8, 9).

⁴⁾ Ungewiß ist es, ob Levi in späteren Lebensjahren zum Christentum übertrat und den Namen Leo empfing, oder ob da bloß, was wahrscheinlicher, eine willkürliche Latinisierung des Vornamens platzgegriffen hat. Jedenfalls trägt die Ingolstädter Handschrift die Aufschrift: „Et hic tractatus fuit translatus de Hebraeo in Latinum anno Christi 1342.

sonides in der Literatur auftritt, war 1287 oder 1288 in dem zwischen Avignon und Orange gelegenen Städtchen Bagnolos¹⁾ geboren und starb 1344; sein Leben spielte sich auf dem kleinen Raume ab, der soeben umschrieben ward. Er war Philosoph, Arzt, Astronom, selbstverständlich mit besonderer Hinneigung zur Astrologie. Ob er Latein verstand, ist ungewiß; wohl aber war er des Arabischen mächtig und übersetzte viele in dieser Sprache abgefaßte Bücher in die eigene, die hebräische. Handschriftlich gibt es von ihm mehrere Bibelkommentare, talmudistische Erläuterungen, Sonnen- und Mondtafeln, mathematische und optische Traktate²⁾, Prognostika und philosophische Betrachtungen³⁾. Als Astronom war er ein Gegner des Alpetragius, sonach jedenfalls ein Anhänger des Ptolemaeus. Sein bedeutendstes Werk war „Der Entschleierer der Geheimnisse“ (revelator secretorum), von welchem in Paris drei Kodizes existieren (Nr. 724 und 725 vollständig; ein weiteres Manuskript nur in Bruchstücken). Als Steinschneider dieses niederschrieb, konnte er noch keine Kenntnis haben von dem sehr bald nachher wahrgenommenen Umstande, daß ein Student der Universität Ingolstadt sich im Jahre 1610 einen Sammelband angelegt hatte (Cod. lat. Monac. 8089), worin neben den „Conclusiones Geometricae“ des Levi auch ein Bestandteil des „Relevator“ handschriftlich und mit Federzeichnungen enthalten ist, nämlich das uns hier angehende siebente

Pontificatu domini Clementis Papae VI. anno primo*. Im folgenden Jahre ist (s. o.) Levi verstorben.

¹⁾ Die Ortschaft liegt somit nicht, wie lange geglaubt ward, in Katalonien; sie gehört zum Departement Gard, zum Arrondissement Uzès.

²⁾ Levi hatte das Prinzip der Dunkelkammer wahrscheinlich zuerst erkannt, obwohl man die Idee derselben auch bei Alhazen (Ibn Haitham) vorgebildet aufzeigen kann, von dem sie dann auf G. Porta und D. Barbaro überging und für die Praxis verwertet ward (P. Liesegang, Vom Geisterspiegel zum Kino, Düsseldorf 1918). Desgleichen ist beizuziehen eine neue Abhandlung von Liesegang (Die Kamera obscura bei Porta, Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, Heft 80/81, 1919, S. 1 ff.).

³⁾ Vgl. J. Weil, Philosophie religieuse de Levi ben Gerson, Paris 1868.

Kapitel: „Structura Baculi Jacob, ex libro manuscripto“. Dessen Anfang, schon früher erwähntermäßen vom Schreiber dieser Zeilen veröffentlicht, geben wir seines hohen allgemeinen Interesses halber hier nochmals wieder.

„Fiat baculus unus cum superficiebus planis, et rectis, in uno capite illius ponatur una tabula quae aequaliter sit cornuta cujus alterutrum cornu experientiae tempore sit in alterutrum oculum collectum, et fiant in hoc tabulae diversarum quantitatum perforatae in medio, superficies rectas habentes, per quae foramina intrare possit baculus ante dictus, et sit altitudo earum super baculum aliquantulum depressior altitudine oculi, et duae earum simul ponantur in baculo uno latere inaequales, ita quod minor sit propinquior oculo, et ambae super baculum faciant angulos rectos, et sint parallelae. . . .“ In diesem Sinne soll die scheinbare (angulare) Entfernung zweier Sterne gemessen werden (cap. IX heißt: „Usus hujus instrumenti ad distantias Stellarum“). Daß Levi seinen Stab auch den nämlichen Messungen dienstbar zu machen bereit war, für welche das antike Analogon desselben bestimmt war, bekundet die Fassung von Kap. XIII: „Altitudinem Solis, Lunae et aliorum Siderum, eorum Diametrum, et loca; latitudinem cujuslibet stellae; item horas diurnas, et nocturnas beneficio hujus instrumenti indagare“¹⁾. Weiterhin wird der Gebrauch des Planisphärs (s. o. S. 303) für die Behandlung sphärischer Aufgaben auseinandergesetzt, wie man denn überhaupt die ganze Schrift als ein Kompendium der Sphärik zu bezeichnen ein Recht hätte.

In Fig. 6 geben wir den Jakobsstab Levis wieder, wie Curtze sein Wesen nach der soeben mitgeteilten Originalbeschreibung sich zurecht gelegt hatte¹⁾. Die beiden senkrecht zum Längsstabe angebrachten, in *A* und *B* perforierten Täfelchen tragen die Fortsätze („cornua“) C_1 und C_2 , D_1 und D_2 .

¹⁾ Schück (a. a. O., S. 108) denkt sich auf das Schubplättchen Spitzen als „Hörner“ aufgesetzt, um die Sterne möglichst scharf anvisieren zu können. In der Tat wählte auch Regiomontan (s. u. S. 327) zugespitzte Stäbe, die er auf dem Hauptstabe hin- und herschob.

Gemessen soll der Hauptkreisbogen zwischen den Sternen S_1 und S_2 werden. Das Auge¹⁾ bei O blickt nach den beiden Sternen, die bezüglich mit C_1, D_1 und C_2, D_2 in gerader Linie liegen. Dann gelten für $\sphericalangle S_1 O S_2 = \alpha$ die beiden Formeln²⁾:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{AC_1}{\sqrt{AO^2 + AC_1^2}} = \frac{BD_1}{\sqrt{BO^2 + BD_1^2}}.$$

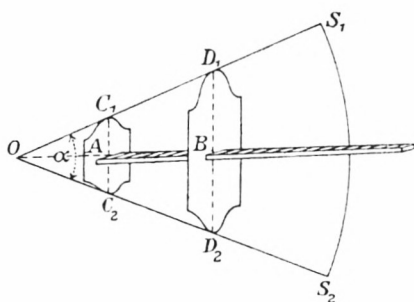


Fig. 6

Die Tangentenrechnung kannte Levi noch nicht, was einigermaßen wundernehmen möchte, wenn es sich so verhält, daß ihm das gelehrte Wissen der spanischen Mauren zu Gebote stand; es läßt sich indessen nicht leugnen, daß die Westaraber nicht alle die Fortschritte kannten

und verwerteten, welche bei den Ostarabern gemacht worden waren. Um so besser wußte Levi Bescheid mit der Sinus-

¹⁾ Daß O nicht hart am Stabende liegen kann, wußte der Beobachter recht wohl. Deshalb muß der Fehler ausgeglichen werden („Cap. XIV. Cautelae quaedam adhibentur, ne Error committatur in usu hujus instrumenti“).

²⁾ Selbstredend wäre nur ein einziger Querstab unentbehrlich. Werden aber zwei solche Stäbe verwendet, so wird die Gesichtslinie nach dem Sterne genauer werden, und zudem hat man den Vorteil, daß die eine der beiden Formeln für $\sin \frac{\alpha}{2}$ zur Kontrolle der anderen dient. Curtze war allerdings der Meinung, der kleinere Querstab habe lediglich zur Beseitigung des Augenfehlers dienen sollen, allein es scheint, da auch die Folgezeit mehrere Stäbe anwandte, die obige Auffassung manches für sich zu haben. So hielt ersterer auch dafür, das Wort „gehört“ beziehe sich bloß auf die Okularplatte, um den Stab bequem ans Auge legen zu können; das ist gewiß zutreffend, doch wird dadurch nicht ausgeschlossen, daß eine solche Gestalt auch bei den anderen Platten das Anvisieren erleichterte; Levi setzte je nach den Umständen, unter denen er beobachtete, sechs verschiedene Querstäbe außer $C_1 C_2$ auf.

rechnung¹⁾); es wird von ihm, einer Angabe v. Braunmühls zufolge²⁾, erstmalig der Sinussatz der ebenen Trigonometrie in klarer Wortfassung formuliert.

Stellen wir nun die Frage, ob der südfranzösische Jude einer ganz neuen Erfindung sich rühmen durfte, oder ob von anderer Seite ihm bereits derart vorgearbeitet war, daß es nur noch auf die Einsetzung eines Schlußsteines in ein nahezu fertiges Gebäude ankam, so dürfen wir sagen:

Gersonides mußte seiner ganzen Bildung nach mit dem „Almagest“ des Ptolemaeus bekannt sein, und er konnte sehr leicht auch davon wissen, daß eine Gruppe von Seeleuten zur Höhenmessung auf dem Meere eine Vorrichtung verwandte, welche bei aller Unvollkommenheit grundsätzlich mit der Dioptra des Hipparch übereinstimmte. Bei solcher Sachlage mußte sich das Instrument, welches „zur Entschleierung der Geheimnisse“ ausersehen war, ganz von selbst ergeben. Als einziges selbständiges, allerdings aber nicht zu unterschätzendes Verdienst bleibt das übrig, daß Levi sich nicht mehr engherzig an die Verwendung seiner Stäbeverbindung in der Meridian- oder doch in einer Vertikalebene hielt, sondern das Problem der sphärischen Distanzmessung in voller Allgemeinheit stellte und löste. Aus der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts liegt — vor Regiomontan — kein Beleg für die Annahme vor, Levis Erfindung sei in weitere Kreise durchgedrungen. Man müßte denn als eine historische Tatsache die in Walter Scotts Roman „Quentin Durward“ zu findende Notiz gelten lassen wollen, König Ludwig XI. von Frankreich habe seinem Hofastrologen einen Jakobsstab von Silber machen lassen.

¹⁾ Das erhellt auch aus den Kapitelaufschriften: „Cap. III. De Divisione Orbium, et Sphaerarum; Item quid dicatur arcus? quid Sinus, et quid Sagitta? Cap. IV. Declaratio Tabularum Sinuum.“ Die Sagitta ist soviel wie der Sinusversus.

²⁾ A. v. Braunmühl, Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie, 1. Teil, Leipzig 1900, S. 104 ff.

Ein moderner Leser könnte ja Anstoß daran zu nehmen geneigt sein, daß der mittelalterliche Erfinder ganz und gar keine Notiz von seinen Vorgängern nimmt, so daß, wer die Vorgeschichte des Instrumentes nicht näher kennt, an dessen spontaner Entstehung zu zweifeln keinen Grund hat. Der Begriff der Priorität und ihrer pflichtmäßigen Anerkennung ist jedoch eine Errungenschaft der Neuzeit. Erst sehr allmählich hat er sich in den gelehrten Kreisen durchgesetzt, und wir haben gleich nachher noch auf einen richtigen Plagiatfall Bezug zu nehmen, der schwerlich selbst dann, wenn er bekannt geworden wäre, Aufsehen erregt und Verurteilung gefunden haben würde.

Der Mann, welcher der Verwertung des Jakobsstabes in der gesamten Sternkunde, nicht bloß in der Astronomischen Geographie, die Bahn brach, war der große Reformator Johannes Regiomontanus (Müller aus Königsberg in Franken, 1436—1476). Da sein hierauf bezügliches Werk im Drucke erschien, so lag es nahe genug, daß man ihn, der eines Vorläufers nicht gedachte, als den Erfinder ansprach, wie dies vielleicht zuerst durch den berühmten Porfugiesen Nunes (Nonius)¹⁾ und späterhin von fast allen Schriftstellern, mit besonderer Energie zuletzt von Breusing (s. o. S. 318) geschehen ist. Doch ist zwischen Levi und Regiomontan noch eine Etappe zu bemerken; man kann feststellen, daß der Jakobsstab schon früher, in den vierziger Jahren des 15. Jahrhunderts, auch für die Aufgaben des Feldmessers verwendet worden ist²⁾. Jedenfalls hat der Nürnberger Gelehrte als der erste das Instrument einem Zwecke dienstbar gemacht, welcher bis dahin

¹⁾ Nonius, *De regulis et instrumentis*, Coimbra 1546, lib. II, cap. 6; *Opera cuncta*, Basel 1566, S. 73 ff.

²⁾ Ein Franziskaner Theodorich Ruffi gibt in einer zwischen 1445 und 1450 zusammengestellten Handschrift (Cod. lat. Monac. 11067) eine Anweisung, wie der „*baculus geometricus alias baculus Jacob*“ zur Messung linearer Entfernungen und vertikaler Abstände nutzbar gemacht werden kann (Günther, *Die Erfindung des Baculus Geometricus*, Bibliotheca Mathematica, (1) 1885, S. 137 ff.; Schüek, a. a. O., S. 104).

ganz außerhalb des Gesichtskreises der mit jenem umgehenden Astronomen und Praktiker gelegen war.

Regiomontan ist auch der Begründer der Kometen-astronomie; er war der erste, der die Beschäftigung mit den Schweifsternen, welche seit Aristoteles als Gebilde der sublunaren Welt angesehen wurden, aus der niedrigen Sphäre bloßer Spekulationen und Träumereien zu einer selbständigen wissenschaftlichen Spezialdisziplin erhob. Seine Kometenschrift ist allerdings erst lange nach seinem Scheiden zum Drucke befördert worden¹⁾, muß jedoch schon früher bekannt geworden sein. Er legte Gewicht darauf, die (scheinbaren) Größenverhältnisse eines im Jahre 1471 erschienenen großen Kometen zu ermitteln, und hiez zu konnte nur ein Meßwerkzeug gebraucht werden, welches sich mit einer beliebigen Ebene im Raume zur Deckung bringen ließ²⁾. Der Längsstab war in 1300 gleiche Teile geteilt, und von diesen gingen 210 auf die Volvella. Die berühmte „Tabula foecunda“, deren Berechnung zu Regiomontans Hauptverdiensten um reine und angewandte Mathematik gehört, wurde nach Wolfs Ansicht nicht für die Auswertung der Beobachtungen benützt, weil ja nicht der halbe, sondern der ganze Winkel angestrebt worden sei, allein das dürfte doch kaum zutreffen, und wir stimmen in diesem Punkte mehr Breusing (s. o.) zu, wenn er sagt, gerade hier habe sich die neue „fruchtbare“, d. h. Tangententafel besonders gut bewähren können. Übrigens bekundete der Jakobsstab seine Verwendbarkeit auch bei der Bestimmung der Entfernungen zwischen Planeten und Fixsternen, wie nachstehendes Beispiel erkennen läßt³⁾: „1471 Die 9 Septembris mane Mars ab humero dextro Orionis 210:674, a Capite Gemini praeced. et septentr. 210:662“. Wie wir erfuhren, hatte ja schon Leo

¹⁾ Regiomontanus, De cometae magnitudine longitudineque aede loco ejus vero problemata XVI, ed. J. Schoener, Nürnberg 1531.

²⁾ Vgl. dazu R. Wolf, Gesch. d. Astron., S. 125 ff.

³⁾ Vgl. auch Regiomontanus-Schoener (Schonerus), a. a. O., problema IX.

Messungen dieser Art auf sein Programm gesetzt, aber erst Regiomontan hat sie tatsächlich vorgenommen.

Da erhebt sich nun ganz von selbst die Frage: Wußte er etwas von seinem Vorläufer, oder ist er ganz aus eigener Kraft auf so wesentliche Verbesserungen der Instrumentaltechnik verfallen? Nun, es stellt sich — wir Angehörige einer neuen Zeit und Anhänger einer vervollkommenen literarischen Ethik müssen sagen leider — als Tatsache heraus: Der geniale Mann, dem die Wissenschaft so viel verdankt, und der es gewiß nicht nötig gehabt hätte, sich mit fremden Federn zu schmücken, war ein Plagiator¹⁾. Ohne von der Streitfrage, um die es sich in diesem Falle handeln kann, Kenntnis zu haben, ganz unabhängig und objektiv hat der Nürnberger Archivbeamte Petz bei seinen Untersuchungen über die große und zu einem erheblichen Teile verschleuderte Bibliothek J. Müllers die Wahrnehmung gemacht²⁾, daß dieser die Schrift Levis nicht etwa nur gekannt, sondern selbst besessen hat. Der Katalog, den der Schüler, Gehilfe und Freund des 1475 aus Nürnberg nach Rom gewanderten und dort sehr bald verstorbenen Astronomen über dessen hinterlassene Bücherschätze ausgearbeitet hat, und der glücklicherweise auf uns gekommen ist, verzeichnet unter den Autoren ganz unzweideutig den „Leo de Baneolis“. Damit ist der Nachweis erbracht, daß dem Regiomontanus das

¹⁾ Hierüber äußerte sich der Verf. seinerzeit (1903) in einem Vortrage, den er in Rom auf dem Internationalen Historischen Kongresse hielt, und der von keiner Seite aus dem Kreise der Zuhörer Widerspruch erfuhr. Vgl. S. Günther, *Lo sviluppo del celebre strumento astronomico-geodetico chiamato „Jakobsstab“ ovvero „radius astronomicus“*, *Atti del Congresso Internazionale di Science Storiche*, 12. Band, Rom 1904, S. 187 ff. Wie früher angedeutet, haftet einem Plagiate des ausgehenden Mittelalters nicht jener ominöse Beigeschmack an, der nach unserer jetzigen Auffassung damit verbunden ist, weil eben ältere Arbeiten als Gemeingut gelten — vorab dann, wenn etwa, wie hier der Fall, gewisse Verbesserungen nicht in Abrede zu stellen waren.

²⁾ J. Petz, *Mitteilungen des Vereines für Geschichte Nürnbergs*, 7. Heft, S. 123.

Verdienst zuerkannt werden muß, den Jakobsstab umfassender angewandt und der Nachwelt als ein Instrument von hoher Brauchbarkeit überliefert zu haben; Erfinder desselben dagegen, wie Breusing¹⁾ meinte und mit der an ihm erprobten Zähigkeit immer wieder betonte, ist er nicht gewesen.

IV. Der Jakobsstab im Entdeckungszeitalter.

Um die Zeit, in deren Spielraum sich der vorige Abschnitt bewegt, hatte sich bei den beiden iberischen Nationen die gewaltige Bewegung durchzuringen begonnen, für welche die Bezeichnung Ära der Entdeckungen herrschend geworden ist²⁾. Für die Kapitäne und Steuerleute, welche während der fruchtbaren Schaffensperiode Heinrichs des Seefahrers und gegen Ende des 15. Jahrhunderts im Gefolge Colóns und Vasco da Gamas tätig waren, stand die Notwendigkeit, zutreffende Bestimmungen der geographischen Breite zu erhalten, im Vordergrund, während ernsthafte Bemühung um die Meereslänge freilich noch lange ein frommer Wunsch bleiben mußte. Daß die Geschichtschreibung auf diesem Arbeitsfelde es nicht an sich hat fehlen lassen, ist bekannt, und da der Jakobsstab schon erfunden war, so lag die Frage ungemein nahe, ob derselbe bereits bei den Fahrten, welche nach Westafrika, Westindien und Hindostan gerichtet waren, seine Rolle gespielt habe. Die Vermutung, es möge sich so verhalten haben, lag an sich nahe, denn der große Vorzug, den eine frei in der Hand zu haltende Stabverbindung gerade auf hoher See gegenüber den Instrumenten mit Kreisteilung im herkömmlichen Sinne besitzt, ein nachmals auch für den Spiegelsextanten charakteristischer Vor-

¹⁾ Noch in einem Vortrage, den der Altmeister 1883 auf dem 3. Deutschen Geographentage in Frankfurt a. M. hielt, war er von seiner Behauptung nicht abzubringen, obschon ihm damals bereits Ruffis feldmesserischer Jakobsstab als Gegenbeweis vorgeführt werden konnte.

²⁾ Vgl. S. Günther, Das Zeitalter der Entdeckungen, 4. Auflage, Leipzig 1919.

zug liegt so klar zu tage, daß man ganz natürlich auf den Gedanken verfallen mußte, die portugiesischen und spanischen Seeleute müßten ein Instrument hoch geschätzt haben, das seinem Grundzuge nach doch schon bei ihren naiven Kollegen in den östlichen Meeren gebräuchlich war. Es wird sich indessen herausstellen, daß diese Annahme sich durch keinen erkennbaren Nachweis stützen läßt, wenigstens sofern derselbe ein literarisches Gepräge tragen soll. In unseren Tagen wäre ein solcher Nachweis etwas so selbstverständliches, daß mit seinem Fehlen die ganze Frage als erledigt angesehen werden dürfte. Ob auch für eine Zeit vor vier- bis fünfhundert Jahren derselbe Schluß durchaus gerechtfertigt erscheint, soll weiter unten einer besonderen Untersuchung unterstellt werden.

In den letzten Jahren hat man der Nautik zumal der Portugiesen eine gründliche Forschung zu teil werden lassen¹⁾, durch welche die in ihrer Art auch bereits sehr verdienstlichen Ergebnisse A. v. Humboldts²⁾ nach allen Seiten hin erweitert und vertieft worden sind. Während Prinz Heinrich lebte, war eine Vervollkommnung des Instrumentariums noch nicht so dringend notwendig, wie sie es später wurde, denn bis 1460 behalf man sich in der Hauptsache mit reiner Küstenschiffahrt, und erst recht langsam wagte man zur Hochseefahrt überzugehen. Erstere war mit einer Schätzung des erreichten Ortes auf rein terrestrischem Wege, d. h. durch Kurswinkel und Fahrtlänge, zufrieden, und nur aushilfsweise stellte man bei einer Landung eine Höhenmessung des Polarsternes mit Hilfe des Astrolabiums an; schon bald frei-

¹⁾ Über viele einschlägige Probleme, die nur zum Teile mit dem uns hier beschäftigenden unmittelbar zusammenhängen, orientiert in sehr eingehender kritischer Darlegung H. Wagner (Die Entwicklung der wissenschaftlichen Nautik im Beginn des Zeitalters der Entdeckungen, Annalen der Hydrographie, 46. Band (1918), S. 105—118, S. 153—173, S. 215—253, S. 276—281).

²⁾ A. v. Humboldt-L. Ideler, Kritische Untersuchungen über die Entwicklung der geographischen Kenntnisse von der Neuen Welt, Berlin 1852.

lich zeigte sich in Guinea, daß dieser Stern sich zu wenig über den Horizont erhob, um eine schärfere Höhenbestimmung zu ermöglichen, und daß man sehr betreten war, nach Überschreitung des Gleichers keine entsprechende Sternmarke am Südhimmel vorzufinden, ist bekannt. Die erste zielbewußte Polhöhenbestimmung hat anscheinend Diogo Gomes de Cintra 1462 vorgenommen¹⁾, als mithin der große Patron der afrikanischen Entdeckungen nicht mehr unter den Lebenden weilte²⁾. Die lusitanische Literatur über astronomische Seefahrtskunde datiert erst aus einem späteren Dezzennium, wird jedoch dann schon bald viel reichhaltiger, als dies noch vor kurzem allgemeiner geglaubt ward. Ein portugiesischer Schriftsteller, der

¹⁾ Mit Fug bemerkte L. Hugues (*Storia della geografia e delle scoperte geografiche*, Turin-Florenz-Rom 1891, S. 254 ff.), es sei auffallend, daß von Gomes in den Geschichtswerken nicht mehr gesprochen werde. Er weist hin auf die Münchener Manuskriptsammlung (s. u.), welche dem Valentim Fernandes ihre Entstehung dankt, und welche die beiden Reisen des Erstgenannten an die afrikanische Westküste ins Licht stellt. Kontrovers ist übrigens noch die Frage, ob Gomes der tatsächliche Entdecker der Kapverden war (vgl. J. Rackl, *Die Reise des Venetianers Cà da Mosto an der Westküste Afrikas*, Nürnberg 1898; Günther, *Geschichte der Erdkunde*, Wien-Leipzig 1904, S. 74).

⁴⁾ Den Einfluß des Infanten auf den eigentlich wissenschaftlichen Teil der Schifffahrt richtig abzuschätzen, ist nicht leicht. Als erfinderischen Kopf suchte ihn, gewiß mit Unrecht, R. Guimaraes (*Les Mathématiques en Portugal*, Coimbra 1909, S. 8 ff.) herauszuheben, allein das ist er nicht gewesen, wie Wagner (a. a. O.) dargetan hat. Seine Bedeutung lag stets auf dem weiten Felde der Organisation. Den Prinzen und seinen Hilfsarbeiter würdigte schon in früherer Zeit C. Lusitano, (*Vita do Infante Dom Enrique*, Lissabon 1758, S. 196 ff.) und in neuerer Hamy (*Cresques le Juheu; note sur un géographe juif Catalan de la fin du quinzième siècle*, Paris 1891). Daß 1438 der katalonische Jude Jafuda (Jaime) Cresques nach Sagres berufen ward, um dort die auf den Balearischen Inseln — er stammte von Mallorca — zu einer gewissen Blüte gediehenen Kenntnisse einzubürgern, ist allerdings wahrscheinlich (M. Kayserling, *Christoph Columbus und der Anteil der Juden an den spanischen und portugiesischen Entdeckungen*, Berlin 1894, S. 5 ff.). Man rühmte ihm, der zuvor in Barcelona gelebt hatte, Verdienste um die Anfertigung von Kompassen und Astrolabien nach; als Kartenzeichner stand er einzig da.

seine Studien auch in Deutschland gemacht hatte, wurde von seiner Regierung beauftragt, das gesamte gedruckte Material zu sichten und neu, größtenteils im Faksimile-Druck, herauszugeben. Drei der so der Gegenwart geschenkten Werke sind Inkunabeln; die drei übrigen reichen schon tiefer in das 16. Jahrhundert hinein¹⁾. Von ihnen handelt des näheren die genannte Wagnersche Monographie und eine ebenfalls bemerkenswerte Besprechung des Astronomen B. Cohn²⁾, die, soweit sie sich auf das Fach des Referenten bezieht, völlige Beherrschung des Stoffes bekundet, der Geschichte der Geographie dagegen offenbar zu ferne steht³⁾. Der Herausgeber

¹⁾ Wir geben nachstehend die sechs Werke an: I. *Regimento do Estrolabio-Tratado da Spera*, s. u. (Exemplar der Staatsbibliothek in München); II. Das nämliche Lehrbuch (Exemplar der Bibliothek von Evora, gewissen inneren Kennzeichen gemäß jünger als das Münchener); III. *Almanach perpetuum* des Abraham Zacuto, Leiria 1496; IV. Francisco Faleiro, *Tratado da Esphera y del arte de marear con el Regimento de las alturas*, Sevilla 1535; V. Pedro Nunes (s. o. S. 321), *Tratado da Esphera*, Lissabon 1537; VI. Valentim Fernandes, *Repertorio dos Tempos*, Lissabon 1563.

²⁾ B. Cohn, Rezension, Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, 51. Jahrgang, 1. Heft.

³⁾ Es wird die Art und Weise, wie die ältesten Druckvorlagen der Entdeckungsgeschichte die Breitenbestimmung sowohl durch Sonnen- als durch Polarsternhöhen schildern, allgemeinverständlich auseinandergesetzt; die erstere Methode ist durchaus die der Jetztzeit geläufige, während die zweite schon einer Erläuterung bedarf. Denn soviel wußte man, im Gegensatz zu der rohen Manier der indoarabischen Piloten (s. o. S. 315), daß eine gewisse, vom Stundenwinkel des Sternes abhängige Korrektur nicht umgangen werden kann, weil eben derselbe nicht mit dem Umdrehungspole zusammenfällt. Gleichzeitig mit der Höhe von Polaris wurden die Stellungen der „Wächter“, zweier Sterne im Kleinen Bären, beobachtet; nach A. Wolfen waren es β und γ Ursae minoris. Eine einfache Rechnung liefert sodann die gesuchte Höhe. Wenn Cohn im Hinblick auf die bereits vorhandenen älteren Schriften (s. o. S. 302) die Ansicht ausspricht (S. 51), Quadrant und Astrolabium müßten ziemlich frühzeitig in Portugal bekannt gewesen sein, so daß ein späterer Import aus dem Auslande sich erübrigt habe, so kann man ihm darin nur vollständig beipflichten. Desto mehr überrascht eine sich anschließende Bemerkung, „ein gewisser Pentlinger (sic!) sei es gewesen, der die

des Ganzen, Joaquim Bensaude, hat auch eine zusammenfassende Übersicht über seine mühsame Pfadfindertätigkeit gegeben¹⁾, geleitet von dem berechtigten Gefühle, daß ein Volk von so ungeheurer Tatkraft, wie es das portugiesische im Zeitalter Heinrichs, Johannis II. und Emanuels I. war, unmöglich so stümperhaft in der wissenschaftlichen Grundlegung des Explorationswerkes gewesen sein könne, wie es der Mangel an Handschriften und Frühdrucken wahrscheinlich machen konnte.

Nunmehr vermögen wir uns also ein Bild von den Kenntnissen und Hilfsmitteln zu machen, welche damals, als Bartolomeu Dias die Vorbereitungen zu seiner an das Kap der guten Hoffnung führenden Reise traf, ihm und der vaterländischen Marine zu Gebote standen. Der Jakobsstab befindet sich, so viel steht fest, nicht darunter. Und daß er bereits einer auserlesenen Schar von Fachmännern mitgeteilt worden sei, ist zwar früher ziemlich allgemein angenommen, niemals jedoch erwiesen worden.

Wir sind damit bei der viel umstrittenen, völliger Klärung wohl überhaupt unzugänglichen Behaimfrage angekommen²⁾.

Verbringung des „Regimento“ nach München veranlaßt habe. Sollte dem Rezensenten die für den Geographen so wichtige, wenngleich nicht etwa als kartographisches Denkmal hervorragende „Tabula Peutingeriana“ so sehr entgangen sein, daß sich die erwähnte Namensverstümmelung erklären läßt? Vgl. über die Tafel die zurzeit wohl inhaltreichste Schrift (A. Elter, *Itinerarstudien*, Bonn 1908), worin die drei dem 4. nachchristlichen Jahrhundert angehörigen Reisekarten verglichen und als wesentlich demselben leitenden Gesichtspunkte entstammend nachgewiesen werden.

¹⁾ J. Bensaude, *L'astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*, Bern 1912. Eine kurze deutsche „Einleitung“ liegt gleichfalls vor (München 1914).

²⁾ Was vor dreißig Jahren über diesen Mann auszumitteln war, vereinigt eine Schrift des Verf. (Martin Behaim, *Bayerische Bibliothek*, Band 13, Bamberg 1890). Nicht gelegnet kann werden, daß sich dieselbe zu sehr auf den fast allseitig eingenommenen und zumal von Breusing vertretenen Standpunkt gestellt und ihren Helden günstiger geschildert hat, als dies für unsere gegenwärtige, durch zahlreiche Einzel Forschungen geklärte und vertiefte Einsicht zulässig erscheint. In ein

Gewiß ist, daß König Emanuel zur Verbesserung der Nautik eine Kommission, die „Junta dos mathematicos“, niedersetzte, zu deren Mitgliedern jener Nürnberger Patrizier, dessen Charakterbild so stark in der Geschichte schwankt, gehört haben muß¹⁾. Die beiden Hauptpersonen waren die israelitischen Leibärzte des Fürsten, Josepe und Rodrigo. Anscheinend als auswärtiger Berater wurde zu ihren Arbeiten zugezogen der Bischof von Ceuta, ein geborener Spanier Diego Ortiz, der sich viel mit kosmographischen Dingen abgab²⁾. Eine nicht ganz übersehbare Stellung jener Junta gegenüber mußte Abraham Zacuto eingenommen haben, dessen zwar erst 1496 gedruckter, aber schon zwanzig Jahre (1473—1478) verfaßter „Ewiger Almanach“ bereits eine Tabelle der solaren Deklinationen δ in sich schloß, wie sie erforderlich war, um nach der Regel $\varphi = 90^\circ - h - \delta$ die Breite φ aus der Mittagshöhe h zu berechnen. Irgend eine Beeinflussung Zacutos durch Regiomontan ist³⁾ nicht erkennbar, wiewohl nicht

freilich noch weit ausgesprocheneres pessimistisches Extrem verfiel die umfängliche Biographie von E. G. Ravenstein (Martin Behaim, his Life and his Globe, London 1905).

1) Über die Zusammensetzung der „mathematischen Vereinigung“ berichten mehrere Autoren; so vor allem auch Guimaraës (a. a. O., S. 11 ff.). Die beiden jüdischen Ärzte hatten auch, unter Leitung eines Bischofs Calçadilha, die Herstellung jener Karten besorgt, mit denen Pedro da Covilão und Affonso da Paiva ausgerüstet wurden, als man sie 1487 zum „Presbyter Johannes“ nach Habesch entsandte. Ortiz und Calçadilha hatten Johann II. widerraten, sich auf das Projekt des Columbus einzulassen. Mestre Josepe hieß von Hause aus Vizinho; von ihm wird erzählt, er habe 1485 auf königlichen Befehl Polhöhen von Orten Guineas gemessen. Auch wird er der Übersetzer von Zacutos „Almanach“ gewesen sein.

2) Von einem Moses, der die Junta unterstützt haben soll (Schück, a. a. O., S. 129), wissen andere Quellen nichts.

3) Der Umstand (Cohn, a. a. O., S. 49), daß für die Schiefe der Ekliptik Regiomontan und Zacuto verschiedene Werte haben (jeweils $23^\circ 30'$ und $23^\circ 33'$), ist kaum von Bedeutung; denn es liegt auf der Hand, daß der Iberer bei einem maurischen Astronomen, etwa bei Arzachel, sich leicht eine Zahl verschafft haben konnte, von welcher sein deutscher Fachgenosse nichts wußte. Auf die Beziehungen zwischen

grundsätzlich von der Hand zu weisen. Es ist demnach sehr wohl denkbar, daß der Lissaboner Ausschuß die ihm zugeschriebene Aufgabe, eine Tafel für die den einzelnen Tagen entsprechenden Meridianhöhen der Sonne auszuarbeiten, gelöst hat, indem er sich an den als Astronomen gut berufenen Zacuto wandte, der zwar damals noch nicht in Portugal wohnte¹⁾, immerhin aber als eine Art auswärtiges Mitglied der Kommission um Rat gefragt worden sein konnte.

Behaims gewiß nicht gleichgiltige Stellung am Lissaboner Hofe wurde von verschiedenen Autoren damit in Verbindung gebracht, daß man ihm die Übermittlung des Jakobsstabes und der Müllerschen „Ephemeriden“ beilegte. Beide Errungenschaften einer damals äußerst jungen Vergangenheit sollte er aus der Heimat, aus Nürnberg, mitgebracht haben, wo er angeblich Privatunterricht durch den Meister empfing. Ausgeschlossen ist das ganz und gar nicht, denn die großen ratsfähigen Familien der Reichsstadt waren gewiß nicht ohne Einfluß auf die Entschlüsse des Gelehrten, der seinerseits an dem aufgeweckten Jüngling von 15 bis 16 Jahren Gefallen gefunden haben mag. Allein alles ist nur Hypothese²⁾,

Zacuto und Regiomontan uns einzulassen, sind wir an diesem Orte um so weniger verpflichtet, weil durch Wagner (a. a. O., S. 113 ff.) diese Frage bereits vollständig aufgeheilt worden ist.

1) Zacuto mußte infolge einer der üblichen Moriskenverfolgungen Spanien verlassen und 1492 nach Portugal fliehen; freilich nur um 1502 daselbst einer neuen Hetze anheimzufallen. Er starb 1515 in seinem letzten Exil, in Kleinasien.

2) Soviel demnach auch an Behaims vermeintlichen Leistungen gestrichen werden mußte, so wird gleichwohl gegen die herabsetzende Art Ravensteins nach wie vor entschiedene Einsprache zu erheben sein. Auch anderwärts (Peschel-Ruge, a. a. O., S. 215; Cohn, a. a. O., S. 50) begegnet man immer dem Tadel, der berühmte Globus, den jetzt noch das Germanische Museum in Nürnberg verwahrt, weise eine Anzahl ganz falscher geographischer Breiten auf, und es wird daraufhin sogar geschlossen, Behaim habe gar nicht an der Fahrt Diogo Caës zur Kongomündung teilgenommen. Dieser Vorwurf zerfällt in nichts, wenn man sich der Umstände erinnert, unter denen der „Erdapfel“ zustande kam. Dessen Verfertiger war 1493 nach Nürnberg gekommen.

und wenn doch der Jakobsstab verhältnismäßig früh im Westen der Pyrenäischen Halbinsel Eingang gefunden haben sollte, so kann nur Zacuto, nicht aber Behaim der Vermittler gewesen sein.

um dort eine schwierige Erbschaftsregulierung durchzuführen. Das ist urkundlich beglaubigt (Günther, M. Behaim, S. 33 ff.), und daß er da in seinem Koffer die authentischen Daten mitgeführt hätte, zu denen die verschiedenen Guineafahrten seinem Adoptiv-Vaterlande verholfen hatten, wird nicht leicht jemand glauben. In der Heimat sich geographisch zu betätigen, lag ihm gänzlich ferne, und nur dem Andringen der obersten Beamten Nürnbergs war das Werk zu danken, welches aus dem Stegreif entstehen mußte und trotzdem seinen Meister lobt. Eine Möglichkeit allerdings, wie Behaim durch einen ungefähr dem gleichen Zeitabschnitte angehörigen Wiegendruck zu falschen Eintragungen in die Karte Afrikas veranlaßt worden sein könnte, deutet Pater J. Fischer an („Der Deutsche Ptolemaeus aus dem Ende des 15. Jahrhunderts“, Straßburg i. Els. 1910, S. 45). Aber auch der sogenannte Münzer-Brief spricht gegen die Annahme, Behaim habe in Portugal nur eine ganz untergeordnete Rolle gespielt. Über jenes Schreiben wurde man erstmalig durch eine Denkschrift Kunstmanns unterrichtet (Hieronymus Münzers Bericht über die Entdeckung von Guinea mit einleitender Erklärung, Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Histor. Klasse, VII, 2, S. 289 ff.). Der Mitteilung, welche der weitgereiste Nürnberger Arzt Münzer (Monetarius), ein geborener Vorarlberger aus Feldkirch, an König Johann II. richtete, war Kunstmann auf die Spur gekommen, aber über den genauen Wortlaut und Zusammenhang hat uns erst die neueste Zeit unterrichtet (R. Stauber-O. Hartig, die Schedelsche Bibliothek, Freiburg i. B. 1908; O. Hartig, Der Brief des Dr. Hieronymus Münzer vom 14. Juli 1493 über die Westfahrt nach Kathay in portugiesischen Druckwerken, Histor. Jahrbuch der Görres-Gesellschaft, München 1908, S. 834 ff.; H. Grauert, Die Entdeckung eines Verstorbenen zur Geschichte der großen Länderentdeckungen, ebd., 1908, S. 304 ff.). Die für uns bedeutsame Stelle, die auch Harrisse (The Discovery of North-America, Paris-London 1892, S. 393 ff.) seiner Aufmerksamkeit gewürdigt hat, ist diese (verdeutschte): „Wenn Du diese Expedition“ — wie sie Columbus bereits geplant hatte — „aber durchführst, wird man Dich wie Gott erheben oder wie einen zweiten Hercules, und Du wirst, wenn es Dir beliebt, für diese Fahrt auch einen von unserm Könige Maximilian abgesandten Begleiter haben, den Herrn Martin Behaim . . .“. Letzterer beendigte eben damals seinen fast zweijährigen Aufenthalt in Nürnberg, und man wird mit Grauert und

Denn daß ersterer den Levi ben Gerschom gekannt hat, ist als sicher zu betrachten¹⁾, und wenn es sich so verhielt, so mußte er, der sich in Salamanca eine gute wissenschaftliche Bildung geholt hatte, den hohen Wert des Instrumentes unbedingt begriffen haben. War er doch auch kein Spanier von Geburt, sondern ein Südfranzose, des Gersonides richtiger Landsmann. Aus dem uns bekannten Artikel Steinschneiders in der „Enzyklopädie“ (s. o. S. 321) geht hervor, daß Zacuto den „Revelator“ gekannt und demzufolge auch den Jakobsstab als ein für den Seemann ausnehmend geeignetes Winkelmessinstrument erkannt haben muß.

So läßt sich denn also eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür nicht abstreiten, daß bereits in den letzten Dezennien des 15. Jahrhunderts die seemännische Welt Portugals in der Lage gewesen wäre, Beobachtungen mit einem Instrumente vorzunehmen, dessen hohe Verwendbarkeit auf dem Meere sich ganz von selbst verstand, dessen Überlegenheit im Vergleiche mit dem Astrolabium oder dem mittelalterlichen Quadranten gar nicht in Zweifel gezogen werden konnte. Wie sollte man es dann aber erklären können, daß die nautisch-astronomischen Lehrbücher, deren Inhalt jetzt klar vor uns liegt, kein Wort darüber enthalten? Freilich keinerlei Gewißheit, wohl aber die Möglichkeit einer Deutung der so sonderbar anmutenden Tatsache würde die von uns gleich in unserer ersten Veröffentlichung²⁾ ausgesprochene Vermutung gewähren, daß die Verheimlichungspolitik der

E. do Canto (Archivio dos Azores, Ponte Delgada 1878—1880, S. 447 ff.) anzunehmen berechtigt sein, daß der an den portugiesischen Hof zurückgekehrte Ritter Behaim das wichtige Schriftstück selbst in des Königs Hände gelegt hat. Unbegreiflich dünkt es uns, daß man aus dieser so ehrenvollen Empfehlung hat den Schluß ziehen wollen, vor seiner Deutschlandreise sei die Stellung des Zurückgekehrten keine besonders geachtete gewesen — desselben Mannes, den schon 1494 Johann II. mit einer diplomatischen Sendung nach Belgien betraute (Günther, M. Behaim, S. 44 ff., S. 79).

¹⁾ Schück, a. a. O., S. 128.

²⁾ Günther, Die erste Anwendung usw., S. 78.

Lissaboner Staatsmänner den Gebrauch des Jakobsstabes als Staatsgeheimnis gehütet hätte. Mit allem, was wir über die Engherzigkeit jener Zeit wissen, würde sich dieser Gedanke sehr wohl vereinbaren lassen. Insonderheit wird die nationale Eifersucht gegenüber dem größeren und kontinental mächtigeren Staate der Pyrenäischen Halbinsel das Abschließungssystem noch verschärft haben, denn Spanien wußte noch ziemlich viel später nichts von dem Meßapparate, der ihm, als es selber in die Reihe der Conquistadorenstaaten eintrat, von größtem Nutzen gewesen sein mußte¹⁾. Daß hernach die Spanier es nicht anders machten, wird ja jedermann begreiflich finden²⁾. Man muß sich gegenwärtig halten, daß

¹⁾ Von R. Monléon (*La nao Santa Maria, capitana de Cristóbal Colón en el descubrimiento de las Indias Orientales, reconstituida por iniciativa del Ministerio de Marina, Madrid 1892*) wird behauptet, damals seien schon allgemein mehrere astronomische Instrumente im Gebrauch gewesen, so auch „balestilla, báculo ó radio astronómico“. Daß das nicht zutrifft, betont Gelcich in seiner Rezension (*Ausland*, 65. Band, S. 799 ff.). Keiner der zeitgenössischen und späteren Schriftsteller weiß davon etwas. Auf Diogo Ribeiras Karte seien alle üblichen Beobachtungswerkzeuge abgebildet, der Jakobsstab dagegen nicht. Pigafetta, des Magellan astronomischer Berater bei der ersten Erdumseglung, kennt die Balestilla so wenig wie der zeitlich erste spanische Kompendiograph der nautischen Geographie („*Suma de Geografia*“, Sevilla 1519), der durch seinen Prozeß gegen Balboa, den Entdecker der Südsee, ziemlich unvorteilhaft in der Geschichte erscheinende Rechtsverständige Encisco.

²⁾ E. Gelcich (*Beiträge zur Geschichte der ozeanischen Schifffahrtsregeln und Segelanweisungen, Ausland*, 65. Band, S. 792) macht nach dieser Seite hin eine beachtenswerte Mitteilung: „Der Neid und die Eifersucht, welche zwischen Spaniern und Portugiesen gegenseitig und zwischen diesen und den nordischen Seenationen bestanden, hatten die Folge, daß die Errungenschaften des einen seefahrenden Volkes nicht gleich auch den anderen zugute kamen; jedes hatte sogar auf die Ausfuhr von Seekarten, Segelanweisungen usw. die Todesstrafe gesetzt.“ Das wertvolle Werk des Asturiens Juan Escalante de Mendoza durfte nach Navarrete (*Biblioteca marítima española*, 2. Band, Mailand 1851, S. 559) laut Verfügung des Indienrates noch 1557 nicht an die Öffentlichkeit treten, „porque temió el gobierno et hacerla ostensible á les extranjeros“. Die koloniale Zentralstelle in Sevilla, „Casa de Contratación“ genannt, trieb unter diesem Gesichtspunkte schändlichen Mißbrauch mit

solches Versteckenspielen mit wissenschaftlichen Neuerungen fast bis in unsere Tage herein den Staatslenkern eine Notwendigkeit dünkte, und daß so auch dem Landkartenwesen, weil man einem Feinde das Eindringen in das eigene Land tunlichst zu erschweren gedachte, schwerer Nachteil zugefügt ward¹⁾. Tritt man im Besitze dieser geschichtlichen Tatsachen, deren schriftliche Fixierung aus einleuchtenden Gründen unterblieb, an die Prüfung der hinsichtlich des neuen Instrumentes sich erhebenden Zweifel heran, so stellt sich manches in anderem Lichte dar. Des Nonius Werke (s. o. S. 326) sind die ersten von einem portugiesischen Gelehrten geschriebenen, welche eine im übrigen Europa längst verbreitete Erfindung dem eigenen Volke übermitteln.

V. Das 16., 17. und 18. Jahrhundert.

Man darf sagen, daß der Jakobsstab sich durch drei Jahrhunderte in der Geltung behauptete, die er sich, wie wir sahen, nicht ohne gewisse Schwierigkeiten, um die Wende des 15. Jahrhunderts zu erringen begonnen hatte. Zwar hätte man mutmaßen dürfen, daß ihm durch die Erfindung der Spiegelinstrumente der Rang endgiltig abgelaufen worden wäre²⁾, allein so verhielt es sich bei dem zäh-konservativen Charakter der Seeleute keineswegs, und erst seit 1750 setzte sich der Oktant bei der britischen Marine allgemein durch. Zunächst war es auch vorzugsweise der geometrische Visierstab, der in den Kreisen der Praktiker sich viele Freunde erwarb;

der ihr staatlicherseits überwiesenen Aufgabe der Instrumentprüfung (Geleich, Beiträge zur Geschichte der Entdeckungen, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1885, S. 14 ff.).

¹⁾ Nach E. Oberhummer (Die Entstehung des Kartenbildes von Niederösterreich, Monatshefte des Vereins für Landeskunde von Niederösterreich, 1918, Nr. 9) durfte die „josephinische Landesaufnahme“ erst 1787 der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden!

²⁾ J. Newton und J. Hadley hatten das Prinzip dieser Apparate schon viel früher erkannt (s. Gleich, Die geschichtliche Entwicklung der nautischen Winkelmeßinstrumente, Wien 1885, S. 8 ff.).

der astronomische folgt erst etwas später nach. Angesichts der enorm fleißigen Darstellung Schücks¹⁾ wird eine gedrängte Übersicht mit ein paar Ergänzungen genügen.

Für terrestrische Höhenmessungen aptierten G. Reysch²⁾, der Verfasser eines enzyklopädischen Werkes von größter Verbreitung, und J. Köbel³⁾, in seinem außerordentlich verbreiteten Leitfaden der Feldmeßkunst das Prinzip des Jakobsstabes in ihrer Weise; trigonometrische Rechnung durften sie ihren Lesern nicht zumuten, und so behelfen sie sich mit ähnlichen Dreiecken). Ein Stab von beliebiger Länge wird in gleiche Teile geteilt, und jeden Teilstrich bezeichnet ein Spalt, in dem man einen kürzeren Stab von bekannter Länge festmachen kann. Den Längsstab horizontal gegen das Objekt haltend, dessen Höhe zu bestimmen ist, bringt man das Auge an das eine Ende und visiert über die beiden Enden des Querstabes hinweg, bis man die Spitze des Turmes, den Gipfel des Baumes usw. über dem Stabende erblickt. Hierauf entfernt man sich von dem Gegenstande, zieht das Stäbchen aus

¹⁾ Schück, a. a. O., S. 113 ff.

²⁾ Gr. Reysch, *Margaritha Philosophica*, Freiburg i. B. 1503, lib. VI, tract. II, cap. 4. Verstanden hat der gelehrte Sammler das Verfahren nicht, welches er zu lehren versuchte. Aus der „Margaritha“ schöpfte auch ein Manuskript des schwedischen Bischofs Månsson (*Sur trois petits traités mathématiques du savant suédois Peder Månsson*, ed. Eneström, *Bibl. Mathem.* (2) 2. Band, S. 17 ff.). Der Autor schrieb um 1515 in Rom und starb 1534.

³⁾ J. Köbel, Jakobs Stab künstlich un̄ gerecht zu machen und zu gebrauchen, Frankfurt a. M. 1531; vgl. Schück, a. a. O., S. 113 ff. Der Querstab wird in zwei Varianten benutzt; einmal ist die Beobachtungsweise die gewöhnliche, so daß der Querstab durch die Mittellinie des Längsstabes halbiert wird, und ein andermal wird nur der halbe Querstab verwendet. Noch ziemlich lange nachher war die unvollkommenere Form nicht beseitigt. Daniel Schwenter, der für seine *„Deliciae Physico-Mathematicae“* (Nürnberg 1636) ein analoges Werkzeugen des Franzosen Leurechon bearbeitete, nennt dessen Höhenmessungsvorschrift eine Entlehnung aus Reysch und bemerkt dazu (a. a. O., S. 153 ff.): „Ist also besser, wenn man das Stulbein auf- und niederschieben kann, und practiziert, wie es mit dem Jacobsstab gebräuchlich.“

der Spalte und steckt es in den nächsten, um gleich die zweite Visierung abzuschließen; wenn a die Länge eines Abschnittes ist, so sind an und $a(n+1)$ die so erhaltenen Abstände der Stellung des Querstabes vom Auge. In Fig. 7 sehen wir die Messung selbst vor uns, in Fig. 8 das Bild des Rechnungsschemas. AB ist die zu ermittelnde Höhe; das Auge befindet sich zuerst in D und nachher in H . Die gleichgroßen Strecken JK und LM (senkrecht auf EH , wenn E den Mittelpunkt von AB bezeichnet) entsprechen den Querstäben bei beiden Messungen; DF und CH sind parallel AB . Die Figur ergibt $\triangle ABD \sim \triangle JKD$ und $\triangle ABH \sim \triangle LMH$, womit auch die Proportionen $AB:JK = BF:an$ und $AB:LM = (BF + CF):a(n+1)$ gegeben sind. Mit Hilfe dieser Proportionen läßt sich dann leicht AE und, da CH bekannt ist, auch $AB = AE + CH$ erhalten.



Fig. 7.

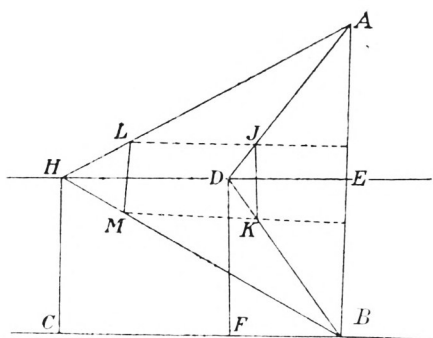


Fig. 8.

So ziemlich jedes Lehrbuch der praktischen Geometrie bis tief in die Neuzeit herein betrachtet den Jakobsstab als unentbehrliches Requisit des Feldmessers¹⁾, ohne daß im allge-

¹⁾ Eine bemerkenswerte terrestrische Verwertung des Instrumentes lernen wir ungefähr um 1570 kennen, als der damals in Wien dozierende Botaniker Ch. Clusius (De l'Écluse) mit dem kaiserlichen Hofmathematiker J. Fabricius die niederösterreichische Gebirgswelt bereiste. Letzterer maß nämlich in der uns bekannten Weise von den Berggipfeln

meinen irgend namhafte Veränderungen ein anderes als das uns geläufige Bild entstehen lassen. Sehr gründlich befaßt sich mit dem Stabe der geachtete, in der Bartholomäusnacht ermordete Mathematiker Pierre de Rameé¹⁾, ein Forscher von ausgebreitetem geometrisch-geschichtlichen Wissen, welches sich in unserem Falle durch merkwürdige Notizen zu erkennen gibt²⁾. Den ersten Vorschlag, die Gefahr des Geblendetwerdens durch farbige Gläser abzuhalten, scheint gegen Ende des Jahrhunderts der Belgier Coignet³⁾ gemacht zu haben. Ob und

aus Azimutwinkel; man wird nur vermuten können, daß das zum Zwecke der Herstellung von Panoramen geschah. S. hiezu J. v. Aschbach, Geschichte der Wiener Universität, 3. Band, Wien 1888, S. 121.

¹⁾ Petrus Ramus, Geometriae libri septem et viginti (posthum), Basel 1599, S. 63. Das Buch wurde von zwei angesehenen niederländischen Geometern in ihre Sprache übertragen: Meetkonst in XXVII boeken vervat, uit het Latijn in't Neerduyts overgheset van D. Houtman, oversien en verklaert door W. Snellium, Amsterdam 1622. Der Jakobsstab ist hier „ein Winkelhaken mit ungleichen Beinen“; „this een seer oudt Instrument, ende wordt ghemeenly de stock Jacobs“ genannt, als wäre es vom Patriarchen Jakob selber erfunden.

²⁾ Eine ähnliche Vorrichtung werde schon bei Hipparch, Plinius, Virgil, ja zuerst bei Archimedes erwähnt, komme auch bei den Arabern und dem Rabbiner Levi vor, sei jedoch allerdings erst durch die Deutschen — Ramus war ein Verehrer unseres Volkes — auf den gegenwärtigen Stand gebracht worden. Man sieht, daß eine gewisse Vertrautheit mit den wahren historischen Vorgängen aus diesen Worten spricht. Von Archimedes wird gesagt: „In arenae numero simile quidpiam notavit.“ Auch auf Thales' Distanzmesser, den er im Hafen von Milet aufgestellt haben soll, wird hingewiesen, aber dieses Instrument hatte ganz gewiß mit dem Radius nichts zu tun, denn das rechtwinklige Dreieck, welches zur Bestimmung der Entfernungen gedient zu haben scheint (M. Cantor, Vorlesungen, I. Band, S. 134), entbehrt jeder verschiebbaren Kathete. Bemerkt zu werden verdient, daß Ramus dem Jakobsstabe auch eine gewisse Verwendbarkeit in der Artilleriekunst zusprechen zu sollen glaubte.

³⁾ M. Coignet, Instruction nouvelle des poinctes plus excellentes et necessaires touchant l'art de naviguer, Antwerpen 1581; Schück, a. a. O., S. 141. Die erste Erwähnung der Blendgläser in der Instrumentaltechnik findet man bei Apian (s. Siegm. Günther, Peter und Philipp Apian, zwei bayerische Mathematiker und Kartographen, Prag 1882, S. 46).

wann gegebenenfalls daran gedacht worden ist, den Längsstab durch Einsetzen von Linsengläsern zum Fernrohre umzugestalten, weiß man nicht; nur eine gewisse bildliche Darstellung¹⁾ spricht dem Anscheine nach dafür, daß es versucht wurde.

Derjenige Gelehrte, der eine tiefer greifende Vervollkommnung des „Radius observatorius“ — einen anderen Namen hat er nicht — angestrebt und erzielt hat, war J. Werner²⁾. Sein Gedankengang war einfach der: Wäre nicht zweckmäßiger als eine Teilung in gleiche Teile, die durch Rechnung erst ihres wahren Nutzens teilhaftig werden kann, eine andere Teilung, welche ohne weiteres den gesuchten Winkel selbst ablesen ließe? Da eine einmalige Rechnung hiefür ausreicht, so ist in der Tat die Arbeit des Beobachters wesentlich erleichtert. Es könne dies schon mittelst einer Sinustafel geschehen, aber ungleich einfacher sei die Verwendung der Regiomontanschen Tangententafel (s. o. S. 327). Wie dies zu machen sei, lehrt er umständlicher, als es nach unseren Ansichten vielleicht erforderlich wäre; man darf jedoch nicht vergessen³⁾, daß man es mit der ersten zielbewußten Ausnützung einer wichtigen mathematischen Neuerung zu tun hat, die sich erst langsam einbürgerte.

Als Kommentator Werners ist Peter Apian (Ingolstadt) aufgetreten, ohne indessen mehr als eine etwas übersichtlichere

¹⁾ Wir denken hiebei an ein Porträt des Kometen-Entdeckers P. J. B. Cysatus S. J. in v. Braunmühls Scheiner-Biographie (Bamberg 1891, S. 38). Der Gehilfe Scheiners hält in einer Hand den Jakobsstab, dessen Längsstab den Eindruck eines zylindrischen Fernrohres macht.

²⁾ Werner, In primum librum Geographiae Claudii Ptolemaei argumenta, Nürnberg 1514, annot. III. Vgl. auch S. Günther, Johannes Werner von Nürnberg und seine Verdienste um Mathematische und Physikalische Geographie, Halle a. S. 1878.

³⁾ Daß Werner als der Erste die Tangenten nach der „Fruchtbaren Tafel“ Regiomontans (s. o., S. 327) geschickt benützte, bezeugt A. v. Braunmühl (Vorlesungen usw., 1. Teil, S. 133).

Konstruktion der Teilung zu Wege zu bringen¹⁾. Doch begte der weitsehende Astronom bereits den richtigen Plan einer Längenbestimmung durch Mondsdistanzen mit Hilfe des Jakobsstabes²⁾. Die Nautik als solche war dem Binnenländer selbstverständlich nur literarisch bekannt, und so verblieb die erste umfassende Einführung des Instrumentes in die Praxis einem Niederländer Gemma Frisius. Seine in drei Auflagen erschienene Anleitung³⁾ entsprach ihrem Zwecke vollauf. Gleichwohl konstatiert man bei ihm schon eine Hinneigung⁴⁾ zu gewissen Künsteleien, die nachmals sich mehr und mehr häufen.

Gegen die Mitte des Jahrhunderts lassen auch im Südwesten Europas die Druckwerke den Schleier fallen, der sie aus dem einen oder anderen Grunde zurückgehalten hatte, die Wahrheit zu verkünden. Daß Nonius 1546 in diesem Sinne handelte, haben wir oben (S. 326) erfahren. Um dieselbe Zeit jedoch sehen wir auch Spanien die neue Bahn betreten, und Breusings Aussage⁵⁾, dort habe man um 1550 noch nichts

¹⁾ Petrus Apianus, *Introductio Geographica in doctissimas Veneri Annotationes*, Ingolstadt 1532. Schon das Titelblatt macht mit verschiedenen astronomischen und geodätischen Verwendungen des Jakobsstabes bekannt. Die Apiansche Modifikation erscheint unter folgendem Titel: „*Compositio et Usus Radii Astronomici, qui ad omnem mensurationem geometricam adhiberi potest, partim jam recens a Petro Apiano inventus.*“

²⁾ Die Apiansche Idee, durch Messung des Abstandes eines Fixsternes vom Mondrande die Meereslänge zu finden, war theoretisch richtig und hat viel später zu schönen Erfolgen bei See- und Landreisen verholfen. Der Jakobsstab genügte zur Verwirklichung freilich nicht, und ebenso hat es sich (Wagner, a. a. O., S. 278 ff.) als eine Fabel herausgestellt, daß schon 1499 Amerigo Vespucci in Vorwegnahme des Gedankens eine leidliche Längenbestimmung ausgeführt habe.

³⁾ Gemma Frisius, *De radio astronomico et geometrico liber*, Löwen 1545, 1558, 1566. Vgl. dazu A. Quetelet, *Histoire des sciences mathématiques et physiques chez les Belges*, Brüssel 1871, S. 87. Der Friese schilderte die Nützlichkeit des von ihm teilweise wohl überschätzten Instrumentes in einem dem Vergil entlehnten Hexameter, der freilich nur gewaltsam für den Zweck hergerichtet werden konnte, den das 16. Jahrhundert im Auge hatte.

⁴⁾ Schück, a. a. O., S. 120 ff.

⁵⁾ Breusing, a. a. O., S. 39.

von der seemännisch doch schon wichtig gewordenen Erfindung gewußt, trifft nicht zu. Die beiden bedeutendsten Kompendien der kastilianischen Literatur aus dieser Epoche geben entsprechende Auskunft; dasjenige von Medina¹⁾ und dasjenige von Cortez²⁾. Von jenem ist als Besonderheit zu berichten, daß er, falls die natürliche Kimm sich dem Auge entzieht, einer Art künstlichen Horizontes sich bedient, um mit „einer kleinen Balestilla“ die Höhe des Nordsternes zu messen³⁾. Cortez ist Inhaber einer neuen und bequemerer Methode, die Grade auf den Längsstab aufzutragen⁴⁾. Im letzten Drittel des 16. Säkulums fangen auch die germanischen Seevölker an, die bequemste und zuverlässigste Messung in ihren Schriften zu lehren; Bourne⁵⁾, Hood⁶⁾, Blaggrave⁷⁾, der Grönlandfahrer Davis⁸⁾ vertreten das in Einzelheiten nicht immer übereinstimmende Prinzip. Die am meisten eingreifende Änderung

1) P. De Medina, *Arte de navegar*, lib. V, cap. 2, Sevilla 1540; *Regimiento de Navegación*, Sevilla 1563, lib. III, cap. 5.

2) M. Cortez, *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar*, Sevilla 1551.

3) Schück, a. a. O., S. 135.

4) Die Schrift von Cortez hat mehrfach zu Übersetzungen Anlaß gegeben. Die geometrische Regel zur Gradauftragung modifiziert etwas R. Çamorano: *Compendio de la arte del navegar*, Sevilla 1581; auch A. G. De Cespedes (*Regimiento de Navegación*, Sevilla 1606) lehrt eine Teilung durch Lineal und Zirkel. Von Cortez ist (Schück, a. a. O., S. 145) ganz abhängig auch das vielleicht erste auf amerikanischem Boden gedruckte Werk (D. G. De Palacio, *Instrucción Nauthica, para el buen vïo y regimiento de las Naos ou traça y gobierno conforme à la altura de Mexico*, Mexico 1587).

5) W. Bourne, *A Regiment for the Sea*, London 1573; Schück, a. a. O., S. 137 ff.

6) The Hood, *A Dialogue touching the Use of the Crosse Staffe*, London 1590; *A Dialogue touching the Use of the Jacobs Staffe*, London 1590. Der Kreuzstab geht zunächst nur den Astronomen, der Jakobsstab nur den Geodäten an.

7) J. Blaggrave, *Baculum Familiare, Catholicon sive Generale*, London 1590; Schück, a. a. O., S. 446 ff.

8) J. Davis, *The Seamans Secrets*, London 1607; Schück, a. a. O., S. 148 ff.

rührt auch von dem letztgenannten her¹⁾. Zumal die Niederländer betraten mit Vorliebe den vorgezeichneten Weg: Houtman, Andreas Metius, W. J. Blaeu, C. J. Lastman, E. De Decker, Th. Jacobs, J. van Breen, O. F. De Groot, C. J. Voogt²⁾ u. a. Von Engländern sind namentlich der als Geomagnetiker bekannte H. Gellibrand, N. Colson und J. Harris³⁾, von Spaniern ein Admiral José Gonzalez⁴⁾, von Italienern G. Albrizzi⁵⁾ anzuführen. Das bedeutendste französische Lehrbuch der Nautik aus der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, das von Bouguer⁶⁾, behilft sich, da der Autor die Unvollkommenheit des ganzen Verfahrens wohl erkannt hat, mit einigen Künsteleien, die kaum einen wesentlichen Fortschritt bedeuten.

Auffallen muß, daß ein so gründlicher Forscher, wie Schück, des Deutschen nicht gedenkt, der seinerzeit gewiß der hervorragendste nautisch-astronomische Schriftsteller war, des Greifswalder Professors Röhl⁷⁾. Aus seiner Darstellung geht hervor, daß im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts die Anforderungen an die Schärfe der Winkelmessung doch schon genügend sich gesteigert hatten, um den Jakobsstab, der so lange Zeit seine Aufgabe in einer den Praktikern erwünschten Weise erfüllt hatte, auf den Aussterbeetat zu setzen. Derselbe sei, so meint Röhl bereits 1769, mehr und mehr „vom englischen Quartier verdrungen“ worden. Dieses Wort kenn-

1) J. Davis, *The Seamans Secrets*, London 1607; Schück, S. 148.

2) A. Metius, *Primum mobile, astronomice nova methodo explicatum*, Amsterdam 1631; Schück, S. 151 ff.

3) J. Harris, *A Treatise of Navigation*, London 1735; Schück, S. 167.

4) J. Gonzalez, *Navigación especulativa y practica*, Manila 1734; Schück, S. 168.

5) G. Albrizzi, *Introduzione all' Arte Nautica*, Venedig 1715; Schück, S. 166 ff.

6) P. Bouguer, *Méthode d'observer sur mer les hauteurs des astres*, Paris 1729; *Traité complet de la Navigation*, Paris 1746; Schück, S. 167 ff.

7) H. L. Röhl, Einleitung in die astronomischen Wissenschaften, 2. Teil, Greifswald 1769, S. 27 ff.; Anleitung zur Steuermannskunst, Greifswald 1778, S. 256 ff.

zeichnet jedoch noch nicht das Spiegelinstrument, sondern den Davisschen Quadranten. Erst neun Jahre nachher erscheint „der Hadleysche Oktant“ nicht nur als gleichberechtigt mit jenem und dem „Gradstock“, sondern als das beste Instrument, welches er ja auch ist.

In den nordischen Meeren hat sich der Jakobsstab jedoch sicher als sehr zählebig erwiesen¹⁾. Und nicht minder lange behauptete er sich im Mittelländischen Meere²⁾. Im allgemeinen dürfte wohl die Jahrhundertwende als der Zeitpunkt zu gelten haben, von dem ab er in regelmäßiger Verwendung zu sein aufhörte und der Geschichte anzugehören begann. Staunenswert lange ist seine Lebensdauer somit auf alle Fälle gewesen; über viereinhalb Jahrhunderte spielte er seine maßgebende Rolle als Hauptinstrument der geographischen Ortsbestimmung. Späterhin ist das indirekte Messungsverfahren aus der Beobachtungskunst verschwunden; man müßte denn die Distanzmessung mittelst des Heliometers noch einbeziehen wollen.

¹⁾ Einen sprechenden Beweis hiefür liefert die Geschichte jener vier russischen Seeleute, welche sechs Jahre lang (1743—1749) auf der Insel Ostspitzbergen, wohin ein Sturm ihr Schiff verschlagen hatte, ein Robinsonleben zu verbringen gezwungen waren (O. Torell-A. E. Nordenskiöld, Die schwedischen Expeditionen nach Spitzbergen und Bären-Eiland, deutsch von L. Passarge, Jena 1869, S. 354 ff.). Der Steuermann Himkof erwidert auf die Frage, wie er sich denn über die Örtlichkeit seiner Gefangenschaft orientiert habe, er sei sofort darauf bedacht gewesen, sich aus dem aufgefundenen Holze „einen Stab“ herzustellen, dessen er sich dann zu denselben Beobachtungen bedient habe, die ihm aus seiner Tätigkeit geläufig gewesen seien. Daß dies der Jakobsstab war, wird keinem Zweifel unterliegen können. S. auch: W. M. Conway, No Mans Land, a History of Spitzbergen from its discovery in 1596 to the beginning of the Scientific Exploration of the County, Cambridge 1906.

²⁾ F. X. v. Zach, Monatliche Korrespondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde, 15. Band, S. 198.

Namen-Index.

- Abûl Hassân 312.
 Abûl Wâfa 305.
 Achmed Mukhtar 303.
 Albion (Albeon) 304.
 Albrizzi 346.
 Alhazen (Ibn Haitham) 322.
 Alkindî 302.
 Alpetragius 322.
 Apian (Peter) 343. 344.
 Apian (Philipp) 343.
 Archimedes 309. 310. 311. 313. 342.
 Aristarchus 308.
 Aristoteles 327.
 Arzachel 303. 334.
 v. Aschbach 342.
 Barbaro 322.
 Bartsch 319.
 v. Bauernfeind 306.
 Behaim (Martin) 318. 333. 334. 335.
 336. 337.
 Beldomandi (Prosdocimo) 306.
 Bensaude 320. 333.
 Bilfinger 311.
 Biot 300.
 Birkenmajer 304.
 Bittner 315. 316.
 Blaeu 346.
 Blagrove 345.
 Boncompagni (Fürst) 308. 321.
 Bouguer 346.
 Bourne 345.
 Brahe (Tycho) 301. 302. 321.
 v. Braunmühl 305. 325. 343.
 van Breen 346.
 Breusing 318. 326. 327. 329. 333. 345.
 Brudzewo (Albert von) 304.
 Cà da Mosto 321.
 Calçadilha (Bischof) 304.
 Çamorano 346.
 Canto (de) 327.
 Cantor 303. 305. 307. 311. 342.
 Carlebach 321.
 Caô (Diogo) 335.
 Carra de Vaux 314.
 Cespedes (de) 346.
 Clavasio (de) 303.
 Clavius 301.
 Clemens (Papst) 322.
 Cleomedes 308.
 Cohn 319. 322. 334. 335.
 Coignet 342.
 Colón (Columbus) 329. 331. 338.
 Colson 346.
 Conway 347.
 Copernicus 301. 302.
 Cortez (Martin) 345.
 Costa Paiva (de) 318.
 Covilão (de) 334.
 Crescentio 319.
 Cresques (Jafuda) 331.
 Curtze 302. 303. 323. 324.
 Davis 346. 347.
 Decker (de) 346.
 Delambre 320.
 Dicæarchus 307.

- Dias (Bartolomeu) 333.
 Doher 317.
 Dorn 314.
 Drecker 300.
 Durward 325.
 Elter 333.
 Emanuel I. (König) 333. 334.
 Enciso 338.
 Eneström 302. 303. 319. 340.
 Enrique (Prinz) 329. 330. 331. 333.
 Ersch 321.
 Eudoxus (von Cnidus) 308.
 Eudoxus (von Cyzicus) 308.
 Fabricius 342.
 Faleiro 312.
 Fernandes (Valentim) 331. 332.
 Fischer 336.
 Gama (Vasco da) 318. 329.
 Gaspar 319.
 Gassendi 301.
 Geleisch 338. 339.
 Gellibrand 346.
 Gemma Frisius 344.
 Gerbert 302. 303.
 Gersonides (s. Levi).
 Görres 336.
 Gomes de Cintra 331.
 Gonzalez 346.
 Grauert 336.
 Groot (de) 346.
 Gruber 321.
 Guckin de Slane 314.
 Günther 321. 326. 328. 331. 337. 346.
 Guilelmus Anglicus 304.
 Guimarães 331.
 Hadley 339. 347.
 Hamy 331.
 v. Hammer-Purgstall 315.
 Harrisse 386.
 Hartig 336.
 Heiberg 300. 309.
 Heinrich der Seefahrer s. Enrique.
 Heron 307.
 Himkof 347.
 Hipparchus 300. 311. 313. 316. 342.
 Hood 345.
 Houtman 342. 346.
 Hübbe 317.
 Hugues 331.
 v. Humboldt 320. 330.
 Hultsch 308. 311. 312.
 Ibn Challikân 322.
 Ibn Haitham s. Alhazen.
 Ideler 311.
 Jacobs 346.
 Jakob (Patriarch) 319. 342.
 Jakob Ben Machir 304.
 Johann II. (König) 333. 336. 337.
 Johannes (Presbyter) 334.
 Johannes Anglicus 304.
 Josepe (Arzt) 334.
 Kästner 306. 307. 309.
 Kamâl-Ed-Dîn 313. 318.
 Kauffmann 303.
 Kayserling 331.
 Kepler 301. 319. 321.
 Köbel 340.
 Kopke 318.
 Künßberg 308.
 Kunstmann 336.
 Lalande 301. 304.
 Lastman 346.
 Lateranus s. Ziegler.
 Leurechon 340.
 Leo Judaeus s. Levi.
 Levi Ben Gerschom 319. 320. 321.
 322. 323. 324. 325. 326. 327.
 Lichtenstein 306.
 Liesegang 322.
 Ludwig (König) 325.
 Lüders 317.
 Lührs 321.
 Lusitano 331.

- Magellan 338.
 Manilius 310. 311.
 Månsson 340.
 Marinus Tyrius 316.
 Mascart 303.
 Maximilian I. (Kaiser) 336.
 Medina (De) 345.
 Mendoza (De) 338.
 Metius (Andreas) 346.
 Miranda (Pico de) 321.
 Monetarius s. Münzer.
 Monléon 338.
 Montucla 301. 304.
 Morsianus 302.
 Moses 334.
 Müller s. Regiomontanus.
 Münzer 336.
 v. Murr 321.

 Nasr-Ed-Din 313.
 Navarrete 338.
 Newton 339.
 Nonius 321. 326. 332. 339. 344.
 Nordenskiöld 347.
 Nunes s. Nonius.

 Oberhummer 339.
 Ortiz (Bischof) 334.

 Paiva (de) 334.
 Palacio (de) 346.
 Passarge 307.
 Pauly 303.
 Peschel 320. 335.
 Petz 328.
 Peurbach 304. 305. 306.
 Peutinger 332. 333.
 Pigafetta 338.
 Plinius 342.
 Porta 322.
 Posidonius 308.
 Prinsep 315.
 Proclus 310. 311. 312. 313.
 Prophatius s. Jakob Ben Machir.

 Prowe 301.
 Ptolemaeus 299. 300. 301. 302. 307.
 310. 313. 316. 322. 325. 336. 343.

 Quetelet 344.

 Rackl 331.
 Ramus (de Ramée) 309. 342.
 Ravenstein 334. 335.
 Regiomontanus 306. 307. 318. 319.
 323. 325. 326. 327. 328. 334.
 335. 343.
 Reysch 340.
 Ribeira 338.
 Ritter 320.
 Rodrigo (Arzt) 334.
 Röhl 346. 347.
 Ruffi 326. 329.
 Ruge 320. 335.

 Santritter 306.
 Scharaf-Ed-Din 313. 314.
 Schedel 336.
 Scheiner 345.
 Schickard jun. 319.
 Schickard sen. 319.
 Schoener 304. 327.
 Schonerus s. Schoener.
 Schoy 300.
 Schück 317. 318. 319. 322. 326.
 334. 337. 339. 340. 342. 344.
 345. 346.
 Schwenter 340.
 Scott (Walter) 325.
 Sédillot 312. 314.
 Seidi 'Ali (Admiral) 315.
 Snellius 312.
 Stab 306.
 Steinschneider 304. 319. 320. 322.
 327.
 Stoeffler 306.
 Suleiman (Sultan) 315.
 Suter 313. 314.
 Sylvester II. (Papst) s. Gerbert.

Thales 342.	Weiß 306.
Tomaschek 315. 316.	Weissenborn 302. 303.
Torell 347.	Werner 345. 346.
Venturi 307.	Wiedemann 302.
Vespucchi (Amerigo) 344.	Wissowa 303.
Vincent 307.	Wolf 299. 301. 309. 314. 327.
Virgilius (Vergilius) 342. 344.	Wolfer 332.
Vizinho 334.	Würschmidt 303.
Voogt 346.	v. Zach 347.
Wagner 330. 331. 332. 335. 344.	Zacuto 332. 334. 335. 337.
Wallingford 304.	Zarkali s. Arzachel.
Weidler 321.	Ziegler (H.) 308.
Weil 322.	Ziegler (J.) 303.

Inhalt.

	Seite
I. Dreistab und geometrisches Quadrat	300
II. Der Grundgedanke des Jakobsstabes	307
III. Levi Ben Gerschom und Regiomontanus	319
IV. Der Jakobsstab im Entdeckungszeitalter	329
V. Das 16., 17. und 18. Jahrhundert	339
