

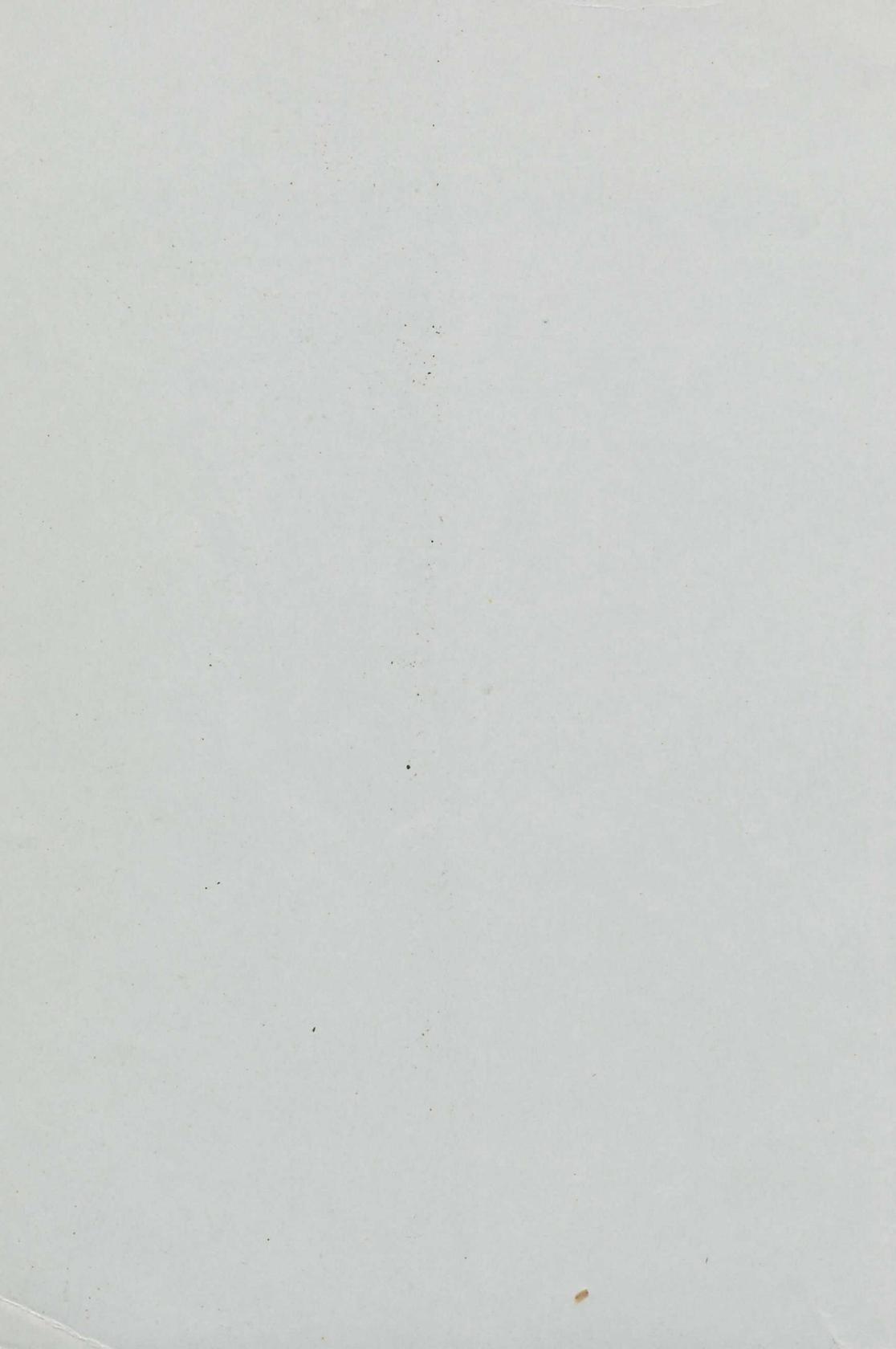
VERÖFFENTLICHUNGEN
des
Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salons

- Forschungsstelle -
Dresden - Zwinger

BAND 3



I 386 DEUTSCHER VERLAG DER WISSENSCHAFTEN



VERÖFFENTLICHUNGEN
des
Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salons
- Forschungsstelle -
Dresden - Zwinger

Herausgeber: H. Grötzsch, Direktor des Staatl. Math.-Phys. Salons

Mitarbeiter: J. Schardin, Ch. Böttger

BAND 3

Dr. Hans-Günther Körber:

Zur Geschichte
der Konstruktion von Sonnenuhren und Kompassen
des 16. bis 18. Jahrhunderts

(Unter besonderer Berücksichtigung der im Geomagnetischen Institut Potsdam und im
Staatl. Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden vorhandenen Instrumente)



VEB DEUTSCHER VERLAG DER WISSENSCHAFTEN

BERLIN 1965

J 386

Bibliothek
Staatlicher Mathematisch-
Physikalischer Classen
Dresden A 1, Zwinger

Inv. = Verz. 3319

ES 48 A

Technische Herstellung durch den VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften
108 Berlin, Taubenstraße 10
Lizenz-Nr. 206 · 435/61/65

Gesamtherstellung: Druckerei Fortschritt Erfurt, Werk II

VORWORT

Es gehört zu den Zielen dieser Veröffentlichungsreihe des Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salons, nach Möglichkeit alle naturwissenschaftlich-technischen Fachgebiete, die mit dem Museum und seinen verschiedenartigen Sammlungen und mit der Forschungsstelle und ihren Aufgabenstellungen in Verbindung stehen, bei der Publikation neuer Forschungs- und Arbeitsergebnisse zu berücksichtigen.

Nachdem sich die ersten Bände ausführlich mit dem wohl bedeutendsten mathematischen Meßinstrument des 16. Jahrhunderts, dem „Quadratum geometricum“ von CHR. SCHISSLER, und mit den ersten Forschungsergebnissen der Globusinventarisierung in der Deutschen Demokratischen Republik beschäftigt haben, wird heute eine Arbeit aus einem Teilgebiet der Chronometrie veröffentlicht.

Herr Dr. H.-G. KÖRBER hat seit Jahren an der Geschichte der Konstruktion der Sonnenuhren und Kompassse gearbeitet, so daß es nach seinen Untersuchungen an den Instrumenten des Geomagnetischen Institutes in Potsdam nahe lag, die Sonnenuhren des Math.-Phys. Salons noch in seine Betrachtung einzubeziehen und die Arbeit entsprechend zu erweitern. Dabei konnte gleichzeitig in einer zusammenfassenden kurzen Besprechung mit den dazu gehörenden Bildtafeln ein erster Überblick über die Sonnenuhren des Math.-Phys. Salons gegeben werden, die mit den schönsten und interessantesten mechanischen Uhren aus den verschiedenen Gruppen der Zeitmeßinstrumente zu den größten und bedeutendsten Sammlungen der Chronometrie gehören.

Wenn heute dieser Band 3 als Beitrag einer gemeinsamen wissenschaftlichen Arbeit unserer Museen an die internationale Fachwelt übergeben werden kann, so muß besonders dem Staatssekretariat für das Hoch- und Fachschulwesen und den verantwortlichen Mitarbeitern des Fachsektors für die finanziellen Voraussetzungen und für die großzügige Unterstützung bei diesen Veröffentlichungen der verbindlichste Dank ausgesprochen werden.

Dresden—Zwinger, März 1964

HELMUT GRÖTZSCH



Blick in die Uhrensammlung des Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salons
im Dresdner Zwinger

BAND 3

Zur Geschichte
der Konstruktion von Sonnenuhren und Kompassen
des 16. bis 18. Jahrhunderts

(Unter besonderer Berücksichtigung der im Geomagnetischen Institut Potsdam und im
Staatl. Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden vorhandenen Instrumente)

Von Dr. Hans-Günther Körber

Mit 54 Bildern aus beiden Instituten
und einem Vorwort von H. Grötzsch

INHALT

I. Einführung	9
II. Über die Sonnenuhren	14
1. Zum Aufbau der Reisesonnenuhren (Kompaß-Sonnenuhren)	23
a) Klappsonnenuhren	24
b) Äquatoriale und horizontale Reisesonnenuhren	29
2. Über Entwurf und Genauigkeit einiger Reisesonnenuhren	34
III. Über die Kompassse	46
1. Zum Aufbau der Kompassse	49
2. Zur Berücksichtigung der magnetischen Deklination und magnetischen Inkli- nation bei Kompassen	66
a) Magnetische Deklination	66
b) Werte der magnetischen Deklination nach einzelnen Instrumenten und Be- stimmung unbekannter Geräte mittels Deklinations- und Polhöhen	72
c) Magnetische Inklination	75
IV. Über Besonderheiten chinesischer und arabischer Kompassse und Kompaß- Sonnenuhren	77
1. Zum Aufbau chinesischer Instrumente	77
a) Chinesische Kompassse	81
b) Chinesische Kompaß-Sonnenuhren	89
c) Hersteller und Herstellungsorte der betrachteten chinesischen Instrumente	94
2. Zum Aufbau arabischer Instrumente	97
a) Ein persischer Gebetskompaß	98
b) Eine persische Kompaß-Sonnenuhr	105
V. Tabellen und Verzeichnisse	109
Tabelle 1a. Werte der magnetischen Deklination und der Polhöhen nach Her- stellungsjahr der Instrumente	109
Tabelle 1b. Vergleichswerte der magnetischen Deklination nach Kompassen auf Stichen des 16. bis 17. Jahrhunderts	112
Tabelle 2. Werte der magnetischen Deklination und der Polhöhen nach Her- stellungsort der Instrumente	113
Kurze Beschreibung der Sonnenuhren und Kompassse im Geomagnetischen Institut Potsdam und im Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden	114
Abbildungsverzeichnis und Abbildungen	144
Literaturverzeichnis	187
Namenverzeichnis	201

I. EINFÜHRUNG

Die folgenden Betrachtungen zur Geschichte der Konstruktion von Sonnenuhren und Kompassen beruhen auf Untersuchungen, die an Instrumenten dieser Art im Geomagnetischen Institut Potsdam der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin und im Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden ange stellt wurden. Bei den Potsdamer Geräten handelt es sich um eine kleine, repräsentative Instrumentensammlung, die 63 Geräte, vorwiegend Reisesonnenuhren und Kompass, umfaßt. Sie entstand als Privatsammlung des bedeutenden Meteorologen und langjährigen Direktors des damaligen Preußischen Meteorologischen Instituts Berlin, Prof. Dr. GUSTAV HELLMANN (1854—1939). Er war einer der hervorragendsten Kenner seines Fachgebietes und der Geschichte der von ihm vertretenen Disziplinen, der Meteorologie und des Erdmagnetismus (vgl. [117 bis 125]¹⁾). Seine wissenschaftlichen Leistungen sind daher mehrfach gewürdigt worden (vgl. K. KNOCH 1924 und 1956 [147, 148], A. DEFANT 1939 [60] und J. CHR. POGGENDORFF [201, Bd. 7a, 2, S. 436]). Nach seiner Pensionierung (1922) schenkte HELLMANN diese Instrumentensammlung dem Berliner Meteorologischen Institut. Die Kollektion wurde der erdmagnetischen Abteilung dieses Instituts übergeben und gelangte so in den Besitz des Geomagnetischen Instituts Potsdam. Die Instrumentensammlung wurde vom Verfasser des vorliegenden Beitrages bearbeitet. Die Ergebnisse wurden in einer Dissertation [152] niedergelegt, die unter Leitung des Direktors des Karl-Sudhoff-Instituts für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften der Karl-Marx-Universität Leipzig, Prof. Dr. G. HARIG, und des Direktors des Geomagnetischen Instituts Potsdam der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Prof. Dr. G. FANSELAU, entstand.²⁾ Die nachfolgenden Betrachtungen beruhen auf dieser Dissertation und sind teils ein wörtlicher, teils ein bearbeiteter und erweiterter Auszug.³⁾

Als Erweiterung wurden in dem vorliegenden Beitrag die Sonnenuhren und Kompass aus dem Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden untersucht und auch diese Instrumente als Beispiele für die Betrachtungen über die Konstruktion solcher und ähnlicher Geräte benutzt. Der Dresdener Mathematisch-Physikalische Salon gehört zu den bedeutendsten Sammlungen wissenschaftlicher Instrumente in der Welt. Kunstschätze vergangener Jahrhunderte

¹⁾ Die Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis.

²⁾ Herrn Prof. Dr. G. HARIG, Leipzig, und Herrn Prof. Dr. G. FANSELAU, Potsdam, ist der Verfasser für ihre freundliche und stete Förderung zu aufrichtigstem Dank verpflichtet.

³⁾ Gilt zugleich als „Mitteilung aus dem Geomagnetischen Institut Potsdam der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Nr. 126“.

haben im Dresdener Zwinger eine ebenso schöne wie auch sorgsame Aufstellung gefunden, die beispielhaft ist. Das umfangreiche und äußerst wertvolle Inventar, leider durch die Kriegsverluste in seinem ursprünglichen Bestand etwas beeinträchtigt, ist in der Literatur mehrfach beschrieben worden, so von A. DRECHSLER (1874) [67] und M. ENGELMANN (1913ff.) [71—76]. Auch als Grundlage für Spezialabhandlungen dienten die Geräte des Mathematisch-Physikalischen Salons, wie die Arbeiten von H. WUNDERLICH (1954/55) [277, 278] und H. GRÖTZSCH (1963) [99] zeigen. Dazu gehört der vorliegende Beitrag ebenfalls. Er wurde auf Anregung des Direktors des Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salons Dresden, H. GRÖTZSCH, in die Veröffentlichungsreihe des Dresdener Salons aufgenommen. Herrn Direktor H. GRÖTZSCH und den Mitarbeitern des Dresdener Salons, besonders Herrn J. SCHARDIN, schuldet der Verfasser herzlichen Dank für ihre liebenswürdige und freundliche Hilfe bei der Bearbeitung der Instrumente aus dem Dresdener Salon und bei der Drucklegung des vorliegenden Bandes, wobei zugleich auch dem Verlag besonderer Dank gebührt.

Bei seinen Untersuchungen erhielt der Verfasser wertvolle Auskünfte und Hinweise von Fachgelehrten, denen auch an dieser Stelle aufrichtig gedankt sei.¹⁾

Eine Betrachtung von Instrumenten vergangener Zeiten ist für die Geschichte der Wissenschaft und Technik in vielfacher Hinsicht aufschlußreich, aber am bedeutendsten wohl deshalb, weil dadurch die engen Verbindungen und Zusammenhänge verfolgt werden können, die zwischen Natur und Gesellschaft bestehen, und damit der erreichte Grad der Naturbeherrschung am einzelnen Objekt gezeigt werden kann. So verraten Zweck, Aufbau und Entwicklung der Instrumente nicht nur die menschlichen Bedürfnisse, die mit den Geräten erfüllt werden sollten, sondern erhellen zugleich auch den Stand der wissenschaftlich-technischen Kenntnisse in der jeweiligen Epoche und deren Umsetzung in die Praxis. Das läßt sich an den einzelnen Instrumenten qualitativ und quantitativ nachprüfen. Die Geräte für wissenschaftliche und sonstige Zwecke gewinnen dadurch neben den überlieferten literarischen Dokumenten als Quellen für die Geschichte der Wissenschaft und Technik eine besondere Bedeutung.

¹⁾ Besonders dürfen hier die Herren Privatdoz. Dr. H. BECK (Bonn), Dr. K.-R. BIERMANN (Berlin), Prof. Dr. H. ERTEL (Berlin), Dr. H.-J. FELBER (Potsdam), Dr. Z. HORSKÝ (Prag), Prof. Dr. K. KNOCH (Offenbach), F. G. LANGE (Berlin), Prof. Dr. O. LUCKE (Berlin), Dr. F. MADDISON (Oxford), Prof. Dr. J. NEEDHAM (Cambridge), Dr. K. PÄTZ (Berlin), Prof. Dr. D. J. PRICE (New Haven), Prof. Dr. B. STICKER (Hamburg) und Prof. Dr. E. ZINNER (Bamberg), der den Verfasser liebenswürdigerweise bei der Bearbeitung der Hellmannschen Sammlung beraten hat, sowie die Sinologen bzw. Orientalisten Frau Dipl.-Phil. R. VIOLET und Herr E. YANG (Berlin) bzw. die Herren Prof. B. ALAVI, Dr. W. DUDZUS, Dipl.-Phil. V. ENDERLEIN, Dr. H. GIESECKE und Dr. W. SUNDERMANN (alle Berlin) genannt werden. Bei der Herstellung der Bildunterlagen u. ä. erhielt der Verfasser freundliche Hilfe von Fräulein E. HOFFMANN, Herrn Dr. H. KAUTZLEBEN, Herrn G. NAITHA und Herrn G. PASCHKE, (alle Mitarbeiter des Geomagnetischen Instituts Potsdam), denen auch besonders gedankt sei.

So unterschiedlich Sonnenuhren und Kompass auch sind, so liegt ihnen doch die Beobachtung ein und desselben geophysikalischen Phänomens zugrunde. Es ist die Rotation der Erde. Sie liefert die natürliche Einheit der Zeit, den Tag, also die Zeitperiode, die durch zwei Meridiandurchgänge der Sonne oder eines Fixsterns bestimmt wird. Die Eigenrotation der Erde ist es auch, die die Massentransporte im Erdinneren verursacht, die nach neueren Vorstellungen zur Entstehung des geomagnetischen Hauptfeldes führen, wie im einzelnen aus den Arbeiten von S. CHAPMAN und J. BARTELS [48], S. K. RUNCORN (1956) [212, insbes. S. 522 bis 532], O. LUCKE (1959) [170, insbes. S. 453—472], O. LUCKE und H. STILLER (1963) [171] und anderen Autoren entnommen werden kann (vgl. dazu [79]).

Die beiden an die Erdrotation geknüpften Erscheinungen, d. h. der Wechsel zwischen Tag und Nacht und die Wirkung des erdmagnetischen Feldes auf natürliche und künstliche Magnete, haben schon frühzeitig das Interesse der Beobachter gefunden. Es ist daher nicht zufällig, daß diese Phänomene in Form einfacher Instrumente für die Zeit- und Richtungsbestimmung ausgenutzt wurden. Wann das zeitlich etwa anzusetzen ist, darüber existieren keine einheitlichen Vorstellungen. Erschwerend kommt noch hinzu, daß die Anfangsentwicklung der Instrumente nur aus den wenigen überlieferten Geräten erschlossen werden kann. Schriftliche Aufzeichnungen fehlen meist. Auch waren in den seltensten Fällen die Instrumentenmacher zugleich die Autoren von Gerätebeschreibungen, wie das z. B. für die antike Technik belegt ist (vgl. dazu F. M. FELDHAUS [80]). Außerdem haben die vorwiegend mündliche Form der Überlieferung oder gar die Existenz von Berufsgeheimnissen die genaue Erfassung des historischen Sachverhalts erschwert.

Für die Lehre von den Sonnenuhren, die Gnomonik, läßt sich kaum eine genaue zeitliche Grenze angeben, wann diese Uhrenform zuerst nachgewiesen werden kann. Wahrscheinlich reichen die Kenntnisse darüber bis in vorgeschichtliche Zeiten zurück.

Bezüglich der Anwendung magnetischer Erscheinungen ist die Situation etwas anders. Belege für die Benutzung von Kompassen oder kompaßähnlichen Geräten liegen beispielsweise für China etwa aus dem 1. Jahrhundert, für Europa jedoch erst wesentlich später aus dem 12. Jahrhundert und der folgenden Zeit vor. Doch scheinen auch auf diesem Gebiet die Kenntnisse älter zu sein, als aus den überlieferten Quellen geschlossen werden kann. In diesem Zusammenhang schrieb A. NIPPOLDT an R. HENNIG (zit. [126, S. 42]): „Im ganzen neige ich zu der Vermutung, daß der Kompaß zu den Frühgütern der heute als zivilisiert bezeichneten Nationen gehört, daß er aus einer Zeit stammt, wo die heutigen Europäer, die Ägypter und die Chinesen räumlich und kulturell näher standen. . . . Ich neige der Auffassung zu, daß der Kompaß praeter propter so alt ist wie die Eisenzeit, daß ihn die Zentralasiaten der Urzeit gemeinsam kennenlernten, daß er dann mit ihnen nach allen Himmelsrichtungen wanderte, daß ihn die Landbewohner mehr als Dosen-, die Seefahrer mehr als Schwimmkompaß ausbildeten.“

Andere Autoren, wie etwa A. SCHÜCK [238, 240], nehmen eine unabhängige Entwicklung dieses Instruments bei den einzelnen Völkern an. Noch andere Verfasser, wie E. O. VON LIPPMANN [165] u. a., neigen mehr zu einer Priorität der Nord-europäer. Eindeutige Antworten dürften darauf wohl nur archäologische Forschungen geben können.

In der zeitlich sehr viel späteren Epoche des 16. bis 18. Jahrhunderts, die im vorliegenden Beitrag betrachtet wird, sind die Instrumente selbst und auch schriftliche Belege in ausreichender Zahl vorhanden, um die Geschichte der Konstruktion solcher Geräte im einzelnen verfolgen zu können.

Es muß daran erinnert werden, daß der genannte Zeitraum ökonomisch durch den Übergang zu frühkapitalistischen Produktionsweisen und dem damit verbundenen Wachstum von Handel und Verkehr, insbesondere durch die Eroberung überseeischer Märkte u. ä. charakterisiert ist. Auf dem Gebiet der Wissenschaften entstanden in dieser Periode die Grundlagen der modernen Naturwissenschaften und führten zu der „größten progressiven Umwälzung, die die Menschheit bis dahin erlebt hatte“, wie F. ENGELS (1875) [77, S. 8] schrieb.

Während die Entwicklung der Astronomie, wie sie durch die epochalen Leistungen von NIKOLAUS KOPERNIKUS (1473—1543), JOHANN KEPLER (1571—1630), ISAAC NEWTON (1643—1727) und anderen Forschern bestimmt wurde, nur mittelbaren Einfluß auf die Gnomonik, etwa im Sinne einer Verschärfung der Methoden, ausübte, war die Ausbildung wissenschaftlicher Vorstellungen über den Erdmagnetismus, die besonders auf WILLIAM GILBERT (1544—1603) zurückgehen, von unmittelbarer Bedeutung für die Konstruktion magnetischer Instrumente, so z. B. der Inklinatorien. (Vgl. über die allgemeine Wissenschaftsentwicklung beispielsweise F. DANNEMANN [57, 58] bzw. über die Instrumentenentwicklung E. GERLAND und F. TRAUMÜLLER [91] sowie E. GERLAND [90] und D. J. PRICE in [288].)

Gleichzeitig mit der Vertiefung und Erweiterung der wissenschaftlichen Erkenntnisse, die dem Bau einzelner Instrumente zugrunde gelegt wurden, erhöhten sich auch die Anforderungen, die an die Instrumente, speziell an die so wichtigen Hilfsmittel für Zeit- und Richtungsbestimmungen, die Sonnenuhren und Räderuhren sowie die Kompass, von Seiten der Praxis gestellt wurden. Diese Instrumente wurden daher weiter vervollkommen. So war etwa mit der Renaissance, in der die neueren Naturwissenschaften begannen, bei den Sonnenuhren der Übergang vom Polstab als dem wichtigsten Konstruktionselement vollzogen und bei den Kompassen die auch heute noch gebräuchliche Form ausgeprägt. Etwa in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts existierte dann auch die moderne Form der Räderuhr, die Pendeluhr, der ebenfalls eine geophysikalische Erkenntnis, die Zeitkonstanz von Pendelschwingungen (bei kleinen Auslenkungen) im Schwerfeld der Erde, zugrunde liegt. Diese Uhrenform, die hier nicht betrachtet wird, beruht besonders auf Untersuchungen von CHRISTIAAN HUYGENS (1629—1695), in denen Vorstellungen der Mechanik GALILEO GALILEIS (1564—1642) weiter entwickelt wurden.

Nach der mittelalterlichen Wissenschaftssystematik gehörte die Herstellung von Instrumenten zu den sogenannten freien Künsten, die neben dem „Trivium“, das Grammatik, Dialektik und Rhetorik umfaßte, aus Musik, Geometrie, Arithmetik und Astronomie bestanden und als „Quadrivium“ gezählt wurden. Die Instrumentenmacher waren daher in der Regel nicht an eine Zunft gebunden. Ihre Ausbildung erfolgte meist bei einzelnen der Mathematik und Astronomie kundigen Gelehrten, die oft selbst „Virtuosi“, Künstler, waren, die ihre wissenschaftlichen Instrumente eigenhändig fertigten oder die Herstellung persönlich verfolgten. Auch in Ausbildungsstätten atlantischer Länder, in denen Seeleute unterwiesen wurden, befaßte man sich mit dem Bau von Instrumenten u. ä. Auf diese Weise entstand, wie J. D. BERNAL [23, S. 283] es ausdrückte, „eine neue Schicht intelligenter, mathematisch versierter Handwerker, die Kompass, Karten und Instrumente herstellten“. BERNAL sieht darin den Beginn einer wissenschaftlich gebildeten Öffentlichkeit überhaupt. Außer den Handwerkern, die Instrumente oder andere mechanische Kunstwerke und ähnliches fertigten, beschäftigten sich auch noch zahlreiche Liebhaber mit dem Bau von Instrumenten, besonders aber mit dem Entwurf von Sonnenuhren. Öfter entstanden die Instrumente auch in kollektiver Arbeit. So lieferten z. B. bei den Sonnenuhren die Mathematiker den Zifferblattentwurf, die Instrumentenmacher bauten das Gerät, und Künstler, wie Kupferstecher und andere, sorgten für die äußere Ausstattung.

Im Zuge der ökonomischen Entwicklung jener Jahrhunderte bildeten sich in Europa einzelne Herstellungszentren aus, in denen die Angehörigen verschiedener Gewerbe, wie der Uhrmacher, der Schlosser und verwandter Berufe, oder gar der Kompaßmacher, die in Nürnberg in einer besonderen Zunft organisiert waren, sich an der Herstellung von Instrumenten beteiligten, soweit diese nicht von freien Künstlern, also meist Kunsthandwerkern und ihren Schülern, übernommen wurde. Die Konzentrierung dieser Fertigung erfolgte dabei in den Handelsmetropolen, wie Augsburg, Nürnberg, Antwerpen, Paris usw., die die wirtschaftlichen Voraussetzungen für die Herstellung und für den Absatz gewährleisten konnten. Auch waren in diesen Zentren meist die handwerklichen Traditionen vorhanden, die die Fertigung von Instrumenten günstig beeinflussten (vgl. [246] und [291]).

Obgleich es sich bei den in der vorliegenden Arbeit betrachteten Geräten vorwiegend nur um einfache Gebrauchsinstrumente handelt, lassen auch sie oft die große handwerkliche Kunst und die meisterhafte Beherrschung von Material und Form erkennen, die die jeweiligen Instrumentenmacher mehr oder minder besaßen. Damit gewinnen die behandelten Instrumente über ihren Zweck als wissenschaftliches oder sonstiges Hilfsmittel hinaus auch Bedeutung als Kunstgegenstände. Sie gehören, soweit es die untersuchten Geräte betrifft, in ihrer äußeren Gestaltung zur Spätrenaissance und zum Barock und sind charakteristisch für die Ornamentik in diesen beiden Kunstrichtungen. (Über die vielfältige Gestaltung solcher Ornamente vgl. F. S. MEYER [179] und P. A. KIRCHVOGEL in [290]).

II. ÜBER DIE SONNENUHREN

Die Beobachtung, daß ein von der Sonne oder dem Mond beleuchteter Gegenstand einen von der Höhe dieses Gestirns über dem Horizont abhängigen längeren oder kürzeren Schatten wirft, gehört zu den Naturerscheinungen, die seit den frühesten Zeiten der menschlichen Geschichte zur Zeitbestimmung und zur Ausführung einfacher Vermessungsaufgaben ausgenutzt wurden. Handelte es sich dabei lediglich um die Messung der Schattenlänge, so mußte für die Zeitmessung Richtung und Länge des Schattens bestimmt und damit eine Winkel- und Streckenmessung ausgeführt werden. Diese zweifache Messung war erforderlich, weil die Sonnenuhren des Altertums und des Mittelalters nur einen zur Zifferblattebene senkrechten Schattenzeiger, einen Gnomon, besaßen. Daraus ergaben sich zwei Eigentümlichkeiten in der Konstruktion. Einmal war es neben der einfachen Gnomenspitze der Lochgnomon, der schon bei den Chinesen Jahrhunderte vor der Zeitenwende bekannt war (vgl. R. WOLF (1877) [274, S. 122] und J. NEEDHAM (1954ff.) [189, Bd. 3, S. 310]) und der bei den Griechen besonders in Form des sphärischen Lochgnomons angewendet wurde (vgl. J. DRECKER (1925) [68, S. 24]). Durch das Loch am Ende des Gnomons wurde die Bestimmung des Schattenendes erleichtert und der Übergang vom Kern- zum Halbschatten am Gnomonende genauer fixiert. (Über die einzelnen Bedingungen, die bei einer zuverlässigen Schattenmessung erfüllt sein müssen, wie lotrechte Aufstellung des Schattenstabes, Bestimmung der Stabhöhe u. ä., besonders im Hinblick auf vermessungstechnische Zwecke vgl. F. SCHMIDT [222, S. 194—197].) Zum anderen erklärt sich aus der Verwendung des Schattenstabes für Zeitmessungen die Bevorzugung kugelförmiger Auffangflächen für die Sonnenuhren der Antike, speziell der sogenannten „Skaphe“, die auf den Chaldäer BEROSUS (7. Jahrhundert v. u. Z.) zurückgehen. Da bei der Benutzung eines Gnomons die gleichförmige scheinbare Bewegung der Sonne mit einer ungleichförmigen des Schattenendes, also eines Schattenpunktes verglichen werden muß, wurden in der Antike für die Zifferblätter der Sonnenuhren oft Auffangflächen gewählt, die als Spiegelbild des Himmels betrachtet werden konnten. Durch Verwendung dieser sphärischen Flächen ergab sich eine gleichmäßige Bewegung des Schattenpunktes (vgl. [274, S. 5], [68, S. 24] und E. ZINNER (1956) [282, S. 8—14]). Außerdem wurden auch ebene Flächen benutzt. Eine Gegenüberstellung von einer antiken und einer neueren Hohlsonnenuhr (von 1561) findet sich z. B. bei E. VON BASSERMANN-JORDAN [17, Abb. 7 und 8], wobei es sich bei der Sonnenuhr von 1561 um ein Gerät des Mathematisch-Physikalischen Salons Dresden (D I 12)¹⁾ handelt.

¹⁾ Die Geräte aus den untersuchten Sammlungen werden im folgenden nach den Inventarisierungsnummern zitiert; dabei bedeuten Nr. 1ff. Potsdamer Instrumente, D I 1ff. u. ä. Dresdener Instrumente.

Weitere Einzelheiten enthält die umfangreiche Literatur über die antiken und mittelalterlichen Sonnenuhren. Sie sind außer von E. ZINNER [282] speziell von L. BORCHARDT [36] für die Ägypter und von J. DRECKER [68] für die Griechen und Römer genauer untersucht und von diesem Autor auf ihre mathematische Theorie hin betrachtet worden. Die Konstruktion solcher alten Sonnenuhren zeigt einen beachtlich hohen Entwicklungsstand, insbesondere die, die direkt von oder unter Anleitung von griechischen Mathematikern hergestellt wurden (E. ZINNER [282, S. 12]). So waren die Hauptformen der Sonnenuhren, wie Horizontalsonnenuhren, Vertikalsonnenuhren nach den verschiedenen Richtungen u. ä., schon damals bekannt. Auch die Benutzung der Sonnenuhren in Form ortsfester oder beweglicher Geräte (Reisesonnenuhren) läßt sich auf Grund archäologischer Funde für das Altertum bereits nachweisen. (Vgl. z. B. die Abbildung einer schinkenförmigen antiken Reisesonnenuhr bei E. VON BASSERMANN-JORDAN [17, S. 59, Abb. 53].)

Neben Sonnenuhren waren ebenfalls Stundentafeln in Gebrauch, die aus Tabellen der Schattenlängen für die einzelnen antiken Stunden bestanden und für die Praxis eine einfache Zeitbestimmung ermöglichten. So fügte der Römer PALLADIUS (um 400 u. Z.), der Latifundien im Gebiet von Neapel und auf Sardinien besaß, seiner Schrift über Landwirtschaft einen Anhang mit monatlichen Stundentafeln bei. Sie enthalten die Länge des Körperschattens ausgedrückt in Fußlängen für die einzelnen antiken Stunden, wobei die Regel benutzt wurde, daß Körper- und Fußlänge des Menschen in dem annähernd konstanten Verhältnis von 1:6 stehen. Für die Zeit des Sommersolstitiums schwanken die von PALLADIUS mitgeteilten Werte im Laufe eines Tages zwischen 22 Fuß in der hora prima, der ersten Stunde nach Sonnenaufgang, und 2 Fuß in der hora sexta, der antiken Mittagsstunde, sowie für die entsprechenden Stunden während der Zeit des Winter-solstitiums zwischen 29 und 9 Fuß (vgl. G. BILFINGER [29, S. 62 u. 67] und [30, S. 76—78]). Diese einfache Methode zur Zeitabschätzung hat sich bis gegen Ende des 19. Jahrhunderts in der Praxis erhalten. So berichtete H. S. SPACKMAN in einem Buch über Sonnenuhren (1895), daß in Pennsylvanien der Bauer sein Feld verließ, wenn er seinen Fuß bis zum Schatten seines Kopfes setzen konnte (zit. nach H. LÖSCHNER (1906) [167, S. 22]). Diese Angabe der Schattenlänge deckt sich etwa mit der von PALLADIUS gegebenen für die Mittagszeit während des Sommersolstitiums (2 Fuß Schattenlänge), die wahrscheinlich durch Schattenmessungen in Gebieten von ziemlich gleicher geographischer Breite (Neapel und Sardinien) wie Pennsylvanien, etwa 40° — 42° N, gewonnen wurde.

Das für die Sonnenuhren der Neuzeit charakteristische Konstruktionselement ist der Polstab, der Polos, d. h. der in Richtung der Erdachse gestellte Schattenstab. Sein wesentlicher Vorteil gegenüber dem Gnomon, dem zur Zifferblattebene senkrechten Schattenstab, liegt darin, daß mittels des Polstabes die zweifache Schattenmessung auf eine einfache Winkelbestimmung, die des Schattenwinkels, zurückgeführt werden kann. Der Polos war, wenn man die Mehrdeutigkeit dieses griechi-

sehen Wortes berücksichtigt (vgl. J. DRECKER [68, S. 76]), bereits im Altertum bekannt. Angewendet wurde er jedoch nicht. E. ZINNER [282, S. 55] bringt dazu folgendes Beispiel: Nach PTOLEMÄUS (etwa 90—160 u. Z.) besaß die sogenannte Quadratische Halle in Alexandria einen äquatorialen Ring zur genauen Bestimmung der Äquinoktien. Ihr Eintritt wurde festgestellt, wenn die Ringinnenfläche durch die Sonne gleichmäßig von oben und unten beleuchtet wurde. Falls dabei, wie E. ZINNER folgert, ein Polstab im Ringzentrum und eine äquidistante 24-Teilung auf dem Ring angebracht worden wären, hätte sich der Zeitpunkt des Eintritts der Tag- und Nachtgleiche bis auf eine Minute genau angeben lassen. Davon wurde jedoch in der Zeit von 162 bis 128 v. u. Z. kein Gebrauch gemacht. HIPPARCH VON NIZÄA (180—125 v. u. Z.), der ebenfalls über das Instrument berichtete, gab die mit diesem Gerät erhaltene Zeit der Äquinoktien nur auf die Stunde genau an. In diesem Zusammenhang ist die Frage von Interesse, wie der Polstab vom Altertum bis zur Neuzeit übermittlelt wurde. Entsprechend dem allgemeinen Weg, auf dem das Wissen der Antike zu uns gekommen ist, also im wesentlichen durch die Vermittlung arabischer Gelehrter (vgl. dazu etwa G. SARTON (1927 ff.) [213, insbes. Bd. 2] und bezüglich der mathematischen Kenntnisse A. P. JUSCHKEWITSCH und B. A. ROSENFELD [137]), wird auch vom Polstab angenommen, daß die Araber diesen trotz des Vorherrschens des Gnomons „kultiviert“ hätten (zit. R. WOLF [274, S. 141—142]). Diese Ansicht ist von C. SCHOY [232] und J. DRECKER [68] und anderen bezweifelt worden. Allerdings veröffentlichte C. SCHOY 1924 Übersetzungen spätarabischer Handschriften über die Herstellung von Sonnenuhren [233], wo der Polstab verwendet worden ist, und zwar durch den ägyptischen Astronomen SIBT AL-MĀRIDĪNĪ (gest. 1495 in Kairo). J. DRECKER, E. ZINNER und andere Autoren nehmen in dieser Frage eine weitgehende Unabhängigkeit in der Entwicklung an. J. DRECKER [68, S. 79] weist dabei auf das Fehlen von Cotangententafeln in Europa hin, die erst durch REGIOMONTAN (1436—1476) Verbreitung und Anwendung in der Gnomonik erfuhren, in der arabischen Welt jedoch Jahrhunderte früher bekannt waren. Bei der Übernahme des Polstabes aus arabischen Quellen wären wahrscheinlich nach J. DRECKER diese Tafeln mit verwendet worden. E. ZINNER betont [282, S. 54—55], daß der Gebrauch der Armillarsphäre, eines Gerätes zur Demonstrierung der Planetenbewegung mit Äquatorring und zu den Himmelspolen zeigender Drehachse, möglicherweise zu der Beobachtung geführt haben könnte, wie der Schatten der Drehachse (Äquatorachse) unabhängig von der Jahreszeit gleiche Abschnitte des Äquatorringes überstreicht, wenn diese Achse als Schattenstab wirken kann. Die wichtigsten Gründe aber, die für eine weitgehende Unabhängigkeit in dieser Frage zwischen Orient und Okzident sprechen, sind vorwiegend praktischer Natur.

Schon in der Antike gab es für die Zeitbestimmung in der sonnenscheinlosen Zeit Wasser- und Sanduhren, die auf Messung der aus einem Gefäß ausfließenden Flüssigkeits- oder Stoffmenge beruhten. Auch Öl- oder Kerzenuhren waren in

Gebrauch. In Europa wurden um die Mitte des 14. Jahrhunderts die Räderuhren eingeführt (vgl. etwa J. CHR. POGGENDORFF (1879) [202, S. 593—616]), bei denen der zeitliche Ablauf eines mechanischen Vorganges, wie das Herabsinken eines Gewichtes oder das Entspannen einer Feder, für die Zeitbestimmung ausgenutzt wurde. Die mechanischen Uhren waren gegenüber den Sonnenuhren weitgehend witterungsunabhängig und besaßen damit Vorteile, die sich vor allem in den mittleren und höheren geographischen Breiten mit ihrer geringen wirklichen Sonnenscheindauer im Vergleich zur astronomisch möglichen auswirkten. So beträgt z. B. die wirkliche Sonnenscheindauer von München nur ein Drittel der möglichen Dauer, die sich auf Grund der Tageslängen ergibt. Die neue Form der Uhren, die Räderuhren, wurden zuerst in den Zentren des damaligen gesellschaftlichen Lebens, in den Städten benutzt, wo ein besonderes Bedürfnis bestand, die Tageseinteilung genau und zuverlässig festzulegen. Das galt auch für die Klöster der damaligen Zeit, in denen ebenso wie in den Städten öffentliche Schlaguhren meist in Form von Turmuhren angebracht wurden. Die Ausbildung frühkapitalistischer Formen im Handel und Verkehr erforderte die Verwendung dieser neuen Hilfsmittel zur Zeitbestimmung. Öffnungszeiten der Stadttore, Innehalten der Marktzeiten und andere zeitliche Festlegungen, unter denen auch die Gebetsstunden u. ä. eine besondere Rolle spielten, wurden mittels Räderuhren bestimmt und geregelt. Mit der Entwicklung der Räderuhren bildete sich auch eine besondere Handwerkerzunft aus. Ihre Mitglieder, die Uhrmacher, befaßten sich speziell mit der Herstellung mechanischer Uhren. (Vgl. dazu besonders E. VON BASSERMANN-JORDAN [15—18] und A. CHAPUIS [51] sowie als Bibliographie M. LOESKE [168].) Ihre Verbreitung blieb nicht ohne Rückwirkung auf die Sonnenuhren und ihre Konstruktion. Dies geht aus Untersuchungen von E. ZINNER [282, S. 52—54] hervor, der alte Sonnenuhrregeln für den Entwurf von Zifferblättern überprüfte und dabei Korrekturen in der Lage der Stundenlinien (an vergleichbaren Wandsonnenuhren einer mittelalterlichen Kirche, dem Braunschweiger Dom, etwa aus der Zeit um 1345) feststellte. Diese Änderungen in der Lineatur der Zifferblätter beruhen nach E. ZINNER offensichtlich auf Verbesserungen, die bei diesen mittelalterlichen Sonnenuhren durch Verwendung von Zeitangaben der Räderuhren angebracht wurden.

Aller Wahrscheinlichkeit nach wurde die Entwicklung von Sonnenuhren mit Polstab anstelle des Gnomons, wie ihn die antiken und mittelalterlichen Sonnenuhren noch besaßen, durch die Ausbreitung der Räderuhren beschleunigt. Diese Uhren waren auf die Anzeige gleichlanger Stunden eingerichtet. Die Zifferblatteinteilung hatte damit den Vorteil, dem Ablauf mechanischer Vorgänge mit ihrer gewöhnlich gleichförmigen Bewegung besser zu entsprechen. Die Verwendung von Zifferblättern mit der Teilung in die ungleichlangen Stunden hätte ein komplizierteres Uhrwerk erfordert. (Dies betrifft nur die Schlaguhren. Bei Uhren ohne Stunden-schlag hätten sich die Temporalstunden, also die jahreszeitlich veränderlichen

Stunden, durch entsprechendes Auswechseln der Zifferblätter berücksichtigen lassen. (Vgl. dazu z. B. J. HARTMANN [112, S. 100].) Durch die Benutzung des Polstabes als Schattenzeiger war auch bei den Sonnenuhren die Teilung in gleichlange Stunden möglich.

Für die allgemeine Praxis der Zeitbestimmung bedeutete dieser Übergang von den ungleichlangen Stunden der Antike und des Mittelalters zu den gleichlangen Stunden der Neuzeit eine einschneidende Änderung, die sich nicht sofort durchsetzte. Bis zum Ende des 14. Jahrhunderts etwa wurden von den Geschichtsschreibern daher noch die Zeitangaben in der alten und neuen Teilung angeführt, um Mißverständnisse zu vermeiden (E. ZINNER [282, S. 17]). Die Teilung der Zeit in gleichlange Einheiten erscheint heute selbstverständlich. Das ist jedoch nur ein Ergebnis der mit der gesellschaftlichen Entwicklung zunehmenden Bedürfnisse nach genaueren und zuverlässigeren Zeitangaben und entsprechenden Zeiteinteilungen. Für die vielen Jahrhunderte vor der Einführung der mechanischen Uhren war die Teilung des Tages und der Nacht in je zwölf Stunden maßgebend. Ihre Längen waren je nach Größe des Tagesbogens der Sonne unterschiedlich und damit von der Jahreszeit abhängig. Das kommt auch in der alten Redewendung „die Stunden werden kürzer“ zum Ausdruck (Vorrede zum „Ulenspiegel“ 1515 [257]). Die praktische Bedeutung dieser Temporalstunden lag darin, daß die Einteilung eines Tages sich nach dessen Länge richtete. Dies war hinsichtlich der damaligen einfachen Beleuchtungstechnik ein besonderer Vorteil.

Neben den ungleichlangen Stunden wurden im Altertum auch die gleichlangen Stunden, allerdings nur für astronomische Zwecke benutzt. Nur beim Eintritt der Äquinoktien waren die ungleichlangen Stunden mit den gleichlangen identisch und stimmten mit den Stundenwinkeln der Sonne überein. Dann hießen diese Stunden Äquinoktialstunden. In entsprechender Weise wurden auch die Sonnenuhren bezeichnet. (F. WOEPCKE, der 1842 eine antike Sonnenuhr untersuchte, glaubte dabei die Verwendung von Äquinoktialstunden und damit ein Novum für antike Sonnenuhren feststellen zu müssen. Diese Folgerungen bestätigten sich jedoch nicht, da F. WOEPCKE seinen Berechnungen eine falsche Aufstellung dieser antiken Sonnenuhr zugrundegelegt hat, wie durch J. DRECKER [68, S. 25—34] nachgewiesen wurde.)

Die in der Antike benutzte Zwölftteilung des Tages und der Nacht wird gewöhnlich auf babylonische Einflüsse zurückgeführt (vgl. J. HARTMANN [112] und F. K. GINZEL [94]). L. BORCHARDT [36, S. 4] vertritt dagegen die Ansicht, daß diese Zwölftteilung altägyptischen Ursprungs war, während die Babylonier wegen ihres Sexagesimalsystems nur eine Sechsteilung des Tages bzw. der Nacht hatten. Die Zwölftteilung wurde auch bei den Sonnenuhren der Neuzeit und bei den mechanischen Uhren beibehalten oder in Form einer durchgehenden 24-Zählung benutzt. Dabei wurden als *große* oder *ganze* Uhr die 24 Stunden, als *kleine* oder *halbe* Uhr die 12 Stunden gezählt. Unterschiede finden sich vorwiegend nur in bezug auf den

Anfangspunkt dieser Zählung, also hinsichtlich des Tagesbeginns. Die Astronomen rechneten diesen seit altersher von Mittag zu Mittag, um die nächtlichen Beobachtungen aus praktischen Gründen unter einem Tagesdatum vereinen zu können. Die Zählung von Mitternacht zu Mitternacht war ebenfalls im Altertum schon bekannt. Sie ist auch der auf langen Traditionen beruhende Tagesbeginn der Chinesen. Am verbreitetsten war jedoch damals die Zählung eines Tages von Morgen zu Morgen. Damit ergab sich eine Stundenzählung von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang (1—12) und eine nochmalige für die Nacht von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang, falls nicht eine durchgehende Stundenzählung verwendet wurde. Über diese Fragen hat G. BILFINGER [31, insbes. S. 15—16] eingehende Literaturstudien angestellt und entsprechende Belege mitgeteilt. So begannen u. a. die Babylonier, Perser und Chaldäer den Tag mit Sonnenaufgang, die Ägypter und Juden mit Sonnenuntergang. Griechen und Römer hatten als Zählungsbeginn ebenfalls den Sonnenaufgang.

Die unterschiedlichen Zählungen haben sich auch auf die Konstruktion der neuzeitlichen Sonnenuhren, so der des 16. bis 18. Jahrhunderts, ausgewirkt. Die verschiedenen Anfangspunkte für die Stundenzählung eines Tages fanden in Form von Nebenzifferblättern Berücksichtigung. Diese enthalten in der Regel nur *gleichlange*, nicht mehr ungleichlange Stunden mit unterschiedlichem Beginn. So gibt es Zifferblätter für die *italienischen* oder *böhmischen* Stunden (*horae ab occasu solis*), die *babylonischen* oder *griechischen* Stunden (*horae ab ortu solis*) und die *Nürnberger* Stunden (*horae norimbergenses*). Letztere wurden von Sonnenaufgang und von Sonnenuntergang aus gezählt. Sie entsprachen daher bei Tag den babylonischen und bei Nacht den italienischen Stunden, die mit Sonnenaufgang bzw. Sonnenuntergang begannen und von 1—24 zählten. Eine Zusammenstellung dieser verschiedenen Möglichkeiten hat z. B. in der neueren Literatur M. BOBINGER (1954) [34, S. 82—84] gegeben. Daraus ist zu erwähnen, daß die Teilung in *Planetenstunden*, d. h. die Teilung des Tages und der Nacht in je zwölf ungleiche Stunden, aufschlußreich über die Kenntnisse der Sonnenuhrhersteller ist, soweit es etwa das 16. Jahrhundert betrifft. Wie schon PETER APIAN (1495—1552) in seinem Instrument-Buch (Ingolstadt 1533, 9. Kap.) erwähnte, sind die Planetenstunden bei voneinander verschiedener Tages- und Nachtlänge nicht in sich gleich (im Gegensatz zu den antiken Stunden). Für den astrologischen Zweck der Planetenstunden, gleiche astrologische Häuser anzugeben, wurden die Planetenstunden so geteilt, daß die von der Jahreszeit abhängige Differenz zwischen der letzten Nachtstunde und der ersten Tagstunde möglichst klein gehalten wurde. Gleichheit herrscht daher bei den Planetenstunden nur zwischen den symmetrisch zum Meridian gelegenen Stunden. Dies blieb jedoch nach APIANS Urteil in der Konstruktion der Sonnenuhren unberücksichtigt. Die damaligen Hersteller nahmen für ihren Entwurf eines solchen Zifferblattes einfach die Angaben über die Temporalstunden, die antiken Stunden. Die Unterschiede zwischen diesen Stunden und den Planeten-

stunden müssen daher nicht allgemein bekannt gewesen sein, wie M. BOBINGER [34, S. 84] folgert. Ähnliches gilt für manche der untersuchten Geräte (vgl. die Instrumentenbeschreibung, z. B. Gerät Nr. 4). Die angeführten Nebensonnenuhren weisen meist einen kleinen Gnomon als Schattenstab auf und geben außerdem die Tageslänge an. Diese Zusatzsonnenuhren sind daher Jahreszeitenuhren. (Unter dieser Bezeichnung sind sie auch in der Instrumentenbeschreibung aufgeführt.)

Kehrt man zu der einleitend gestellten Frage nach der Einführung des Polstabes zurück, so ergibt sich aus dem Bisherigen, daß die Verwendung von Räderuhren die Konstruktion der Sonnenuhren in verschiedenen Punkten beeinflußt hat. Die Anbringung des Polstabes bei den Sonnenuhren gehört dazu wie der Übergang zur gleichlangen Stundenteilung und wie das Hinzufügen von Nebenzifferblättern, die ja im wesentlichen nichts anderes ermöglichen als die Beibehaltung alter Gewohnheiten bei der Zeiteinteilung. Sie waren durch die Verwendung mechanischer Uhren und damit einer von der Jahreszeit unabhängigen Zeitanzeige weitgehend vereinheitlicht worden.

Ungeachtet der zunehmenden Verbreitung der Räderuhren hielten sich die Sonnenuhren bis ins 18. Jahrhundert als wichtiges Zeitmeßgerät für die Praxis. Nach E. VON BASSERMANN-JORDAN [17, S. 43—44] war bis zu Anfang des 19. Jahrhunderts der allgemeine Sprachgebrauch so, daß unter „Uhren“ Sonnenuhren verstanden wurden, ganz im Gegensatz zum späteren Sprachgebrauch. Die vorherrschende Stellung der Sonnenuhren war bis zum 18. Jahrhundert nicht nur durch die verhältnismäßig hohen Kosten für eine Räderuhr bedingt, sondern auch durch die Notwendigkeit der Zeitkontrolle. Dieses zutreffende Argument für die Herstellung von Sonnenuhren findet sich in der Gnomonik seit dem 15. Jahrhundert bis fast zur Gegenwart hin. Noch H. LÖSCHNER [167, S. 6—7] sprach sich in dieser Weise für den Bau von Sonnenuhren aus und brachte als Begründung Beispiele für die Zeitdifferenzen, die er oft zwischen „Bahnzeit“ und „Ortszeit“ in verschiedenen Orten beobachtete. (Die „mitteleuropäische Zeit“ MEZ, d. h. die Zonenzeit, die der Ortszeit des 15. Längengrades östlich von Greenwich entspricht, wurde in Deutschland erst vom 1. 4. 1893 gesetzlich eingeführt.) Die Eignung der Sonnenuhren zur Zeitkontrolle folgt aus ihrer Eigenschaft als absolute Zeitmesser. Damit konnten die Räderuhren auf ihren Gang untersucht und ihre Fehler in der Zeitangabe ermittelt werden. Wie ein älterer Autor, J. G. LEUTMANN (1667—1736), in seiner Gnomonik vom Jahre 1722 schrieb, kann mittels einer „justen“ Sonnenuhr die notwendige „Probiruhr“ überprüft und können nach dieser andere Räderuhren gestellt werden (zit. nach [167, S. 76]). E. VON BASSERMANN-JORDAN [17, S. 110, Abb. 106] gibt z. B. die Abbildung einer Standuhr von DAVID BUSCHMANN aus Augsburg, um 1660, auf der eine Vertikalsonnenuhr zur Zeitkontrolle angebracht ist. Aufschlußreich ist auch der von diesem Autor [18, S. 20, Abb. 29] wiedergegebene Stich von PETIT, auf dem nach einem Gemälde von FRANÇOIS BOUCHER (1703—1770) eine junge Dame zu sehen ist, die ihre Taschenuhr nach einer Sonnen-

uhr (12^h wahrer Sonnenzeit) stellt. Auch in der berühmten Arbeit von CHRISTIAAN HUYGENS über die Pendeluhr (1673) [135, S. 16—17] wird u. a. die Sonnenuhr für die Zeitkontrolle vorgeschlagen.

Bezüglich der „Sonnenkompass“, also der Reisesonnenuhren mit Kompaß, ist E. GERLAND [90, S. 231] der Auffassung, daß mit der Einführung von Räderuhren mit regulierbarer Unruhe das Bedürfnis nach solchen Sonnenkompassen aufgehört habe. Das gilt jedoch nur, soweit es die allgemeinen Vorteile der Räderuhren gegenüber von Sonnenuhren betrifft. Als Vergleichs- bzw. Kontrollinstrument waren auch die Taschen- oder sonstigen Reisesonnenuhren geeignet und daher auch noch bis ins 18. Jahrhundert hinein gefragt.

Das Anbringen von Minuten- und Sekundenzifferblättern auf den Räderuhren, das etwa für die Zeit des 16. Jahrhunderts belegt ist (vgl. etwa E. ZINNER [282, S. 14 bis 31, insbes. S. 29—31] und H. VON BERTELE [24]), blieb nicht ohne Rückwirkung auf die Konstruktion der Sonnenuhren. Auch sie wurden etwa in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts auf Minutenablesung eingerichtet und erfüllten damit Forderungen nach erhöhter Genauigkeit. In diesem Zusammenhang erfolgt auch die Übernahme spezieller Bauelemente der Räderuhren, so beispielsweise von mechanischen Zeigern für die Einstellung der Sonnenuhren auf die gewünschte Polhöhe (vgl. dazu die Instrumentenbeschreibung, Gerät Nr. 8) oder für die Anzeige der Stunden und Minuten. (Vgl. die Instrumentenbeschreibung, Gerät Nr. 15, sowie die Abbildungen bei A. ROHDE [209, S. 29—36, insbes. Abb. 34—37], wo Sonnenuhren von CLAUDE DUNOD aus Düsseldorf (um 1700) und von dem auch in den Dresdener und Potsdamer Sammlungen vertretenen JOHANN WILLEBRAND, Augsburg (gest. 1726), mit diesen Konstruktionsmerkmalen vorhanden sind.)

Eine andere Methode, die Ablesegenauigkeit zu erhöhen, ergab sich durch die Benutzung der Transversalteilung. TYCHO BRAHE (1546—1601) verwendete sie in Form punktierter, JOST BÜRGI (1552—1632) in Form ausgezogener Linien. Durch diesen erlangte dieses Teilungsverfahren allgemeinere Verbreitung (vgl. E. GERLAND und F. TRAUMÜLLER [91, S. 99, insbes. Fig. 88]). Gewöhnlich wurde bei den Sonnenuhren die Einteilung des Zifferblattes nach Fünfminuteneinheiten durchgeführt. Der innere und der äußere Ring der Bezifferung waren um diesen Betrag gegeneinander versetzt. Die Schnittpunkte der gezogenen Transversalien von den entsprechenden Einheiten des inneren und des äußeren Kreises mit den vier dazwischen liegenden Kreisen ergaben die abzulesenden Minuten. Die Form dieser Teilkreise war in der Regel elliptisch, seltener genau kreisförmig. (Zur Geschichte dieses Verfahrens vgl. M. FIORINIS und S. GÜNTHER [82] und besonders W. LÜHRS [172]. Eine zeitgenössische Konstruktionsanleitung befindet sich z. B. bei J. F. PENTHER 1760 [198].) Die transversalgeteilten Instrumente sind seltener anzutreffen als die ohne eine solche Teilung. Von den untersuchten Geräten besitzen Nr. 12, D I 56, D I 66 und D I 73 transversalgeteilte Zifferblätter. Sie stammen alle aus dem 18. Jahrhundert. Auch andere in der Literatur erwähnte Instrumente

mit Transversalteilung gehören diesem Entstehungszeitraum, also einer verhältnismäßig späten Epoche in der Entwicklung der „modernen“ oder neueren Sonnenuhren an. (Vgl. A. ROHDE [209, Abb. 39] und M. HABACHER [108, Abb. 7], die transversalgeteilte Sonnenuhren von FRANZ LUBACH (gest. 1726) abgebildet haben.)

Im Laufe des betrachteten Zeitraumes wurden die Räderuhren, besonders durch die gesteigerten Forderungen nach Genauigkeit und Zuverlässigkeit für den wissenschaftlichen Gebrauch weiter entwickelt. (Vgl. dazu [282, S. 29—31] und H. VON BERTELE [24], der auf Räderuhren mit Kreuzschlag, die JOST BÜRGI konstruierte, als Vorform der Huygensschen Pendeluhren (1657) eingeht. Zum Prioritätsstreit zwischen ROBERT HOOKE (1635—1703) und CHRISTIAAN HUYGENS über die Pendeluhr vgl. etwa G. HARIG [110, insbes. S. 421].) Die Verbesserungen der Räderuhren blieben nicht ohne Auswirkung auf die Konstruktion von Sonnenuhren. Sie sollten ebenfalls größere Genauigkeit erhalten. Inwieweit das in der Praxis der Fall gewesen ist, wird noch an dem Beispiel dreier Instrumente aus der Hellmannschen Sammlung gezeigt werden. Hier darf zunächst festgehalten werden, daß in der Entwicklung beider Instrumententypen, der Räderuhren und der Sonnenuhren, gegenseitige Beeinflussung und Wechselwirkungen in der Konstruktion vorliegen. Das war nicht zuletzt auch durch die Tatsache bedingt, daß die Hersteller von Sonnenuhren und Räderuhren oft ein und dieselben Meister gewesen sind. Ihr Arbeitsprogramm schloß häufig Kunstuhren ebenso ein wie astronomische Geräte, Kompassse und andere mathematisch-physikalische Instrumente, z. B. Maßstäbe, Proportionalzirkel u. ä. (Vgl. dazu FR. W. BESSEL [25], J. A. REPSOLD [207], M. DAUMAS [59] und E. ZINNER [282] oder die Einzelstudien von P. A. KIRCHVOGEL [143], M. BOBINGER [34], A. CHAPUIS [51] u. a.) In dieser Hinsicht sind besonders die Angebotslisten der Instrumentenmacher und Mechanikerwerkstätten aufschlußreich, so z. B. die von dem englischen Meister NAIRNE (1761—1806), der von Brillen und Fernrohren bis zu Sonnenuhren und Kompassen die verschiedenartigsten optischen und mechanischen Instrumente fertigte (vgl. das Faksimile des Verkaufsangebotes in R. T. GUNTHER [107, S. 122]). Von dem Hofoptiker zu Kassel, ERNST MATHIAS STOLTZ, existiert ein gedruckter Verkaufskatalog vom Jahre 1787 (Cassel 1787), der an die Berliner Akademie der Wissenschaften geschickt wurde und in dem z. B. „Reisesonnenuhren“ mit „12 Thalern“ und „Boussolen verschiedener Größe“ mit „20 Thalern“ pro Stück angegeben werden.¹⁾ Im Vergleich zu den Preisen, die CHRISTOPH SCHISSLER der Markgräfin von Brandenburg 1626 (vgl. [34, S. 133]) für „drey Instrument zur Sonen, stundt undt bey Nacht durch die Sternen die Rechte Stundt zuerfahren, die großen Zwey Eins umb 6 thaller, undt das kleine 5 thaller“ berechnete, ist das ein verdoppelter Nennwert.

¹⁾ Akte I: V, 6 fol. 162—165 des Akademie-Archivs Berlin.

1. Zum Aufbau der Reisesonnenuhren (Kompaß-Sonnenuhren)

Neben den ortsfesten Sonnenuhren, den Haus- oder Wandsonnenuhren (vgl. dazu E. ZINNER (1963) [284]), waren als Reisegeräte die beweglichen Sonnenuhrtypen, die Tisch- und Taschensonnenuhren, in Gebrauch. In den Katalogen einzelner Instrumentensammlungen, wie z. B. in Dresden (vgl. A. DRECHSLER [67] sowie S. 131) und Kassel (vgl. A. COESTER und E. GERLAND [52]) sind solche Geräte zahlreich verzeichnet. Für die Sammlungen beispielsweise in Moskau und Leningrad gilt Entsprechendes (vgl. die Übersicht von E. ZINNER [283] und die Spezialstudien von V. L. ČENAKAL (TSCHENAKAL) [39—44]). Die Kollektionen in London enthalten nach einer Aufstellung von W. A. FRANKS (1896) [84] allein 150 Sonnenuhren aus dem 16. bis 18. Jahrhundert, in Oxford sind es sogar 800 Sonnenuhren antiker und neuerer Konstruktion. Für diese Spezialsammlung wurde von K. HIGGINS (1953) [128] eine besondere Systematik aufgestellt. Die fürstlichen Kunstkammern jener Jahrhunderte besaßen oder besitzen ebenfalls viele mathematisch-physikalische Instrumente, darunter auch Sonnenuhren (vgl. etwa J. VON SCHLOSSER [220], A. ROHDE [209], A. LHOTSKY [163] und V. L. ČENAKAL [43, 44]). Auch in kleineren Sammlungen fehlen kaum Sonnenuhren (vgl. etwa R. A. MULTHAUF [187] und A. RABENALT [204] sowie [288] und [290]).

Die Verbreitung dieser und ähnlicher Instrumente muß auf Grund der heute noch vorhandenen Stücke besonders in der Zeit des 16. bis 18. Jahrhunderts verhältnismäßig groß gewesen sein. Sie waren als Hilfsmittel der Reisenden und der Seeleute ebenso sehr wie auch später als eine Form der Reiseandenken begehrt. Die Verwendung von Klappsonnenuhren oder ähnlicher Instrumente noch im 18. Jahrhundert zeigt sich beispielsweise an einer kleinen elfenbeinernen Taschensonnenuhr (etwa in der Art wie Gerät Nr. 7), die CARL VON LINNÉ (1707—1778) besaß und die zu dem Instrumentarium seiner Lapplandreise (1732) gehörte. (Das Gerät ist im LINNÉ-Haus in Uppsala/Schweden ausgestellt.)

Während es sich hier um ein relativ spätes Beispiel für die Benutzung von Reisesonnenuhren handelt, geben die in Nürnberg und Augsburg besonders im 16. und 17. Jahrhundert gefertigten Geräte Aufschluß über die Zeit ihrer größten Verbreitung.

Die Herstellung von astronomischen Instrumenten und Gebrauchsgeräten, die z. B. auch von REGIOMONTAN (JOHANNES MÜLLER aus Königsberg in Franken, 1436—1476) als Programm seiner Nürnberger Werkstatt angekündigt wurde (vgl. [282, S. 483]), gehörte zu den Spezialitäten von Nürnberg, Augsburg und anderen süddeutschen Städten. Sie hatten als Handelszentren großen Zulauf von Fremden, wie es in der zeitgenössischen Terminologie hieß, so daß sich Absatzmöglichkeiten für solche Gebrauchsinstrumente, wie Sonnenuhren, Räderuhren, Kompass usw., ergaben. (Vgl. darüber etwa E. GERLAND und F. TRAUMÜLLER [91, S. 95—98] (Nürnberger Mechaniker) sowie G. STEINHAUSEN [246, Bd. 2, S. 48ff.])

Die Fertigung mathematisch-physikalischer oder astronomischer Instrumente zählte, wie eingangs erwähnt, zu den freien Künsten. Die Instrumentenmacher waren daher zunftfrei oder oft auch in Diensten eines Fürsten. (Vgl. etwa M. HABACHER [108]. Diese Autorin hat die Mechaniker am Wiener Kaiserhof von 1650—1750 betrachtet.) Falls die Instrumentenmacher in Zünften organisiert waren, gehörten sie gewöhnlich nur verwandten Gewerben, wie den Goldschmieden, Uhrmachern u. ä., an. Daraus ergaben sich teilweise Schwierigkeiten mit den Handwerkern der betreffenden Berufe. Von solchen Differenzen haben in der neueren Literatur z. B. M. BOBINGER [34, S. 29—34] über CHRISTOPH SCHISSLER d. Älteren (gest. 1609) und A. ROHDE [209, S. 31—32] über JOHANN MARTIN (1642—1720) berichtet.

Für Nürnberg ist eine eigene Zunft der Kompaßmacher belegt. Diese suchten noch 1510 erfolglos beim Rat der Stadt um eine Zunftordnung nach. Erst für das Jahr 1535, also für die Zeit nach den Bauernkriegen (1525) existiert dann eine solche Vorschrift. (Inwieweit sich die damaligen politischen Ereignisse auf die Erteilung einer solchen Zunftgenehmigung ausgewirkt haben, bleibt offen.) Der Antrag von 1510 wird auch von J. G. DOPPELMAYR (1730) [66, S. 9] in seinem biographischen Werk über die Nürnberger Mathematiker und Künstler erwähnt. Einzelheiten über die Zunftordnung von 1535 sind erst später (1901) von H. WAGNER [259] nach Auskünften von Nürnberger Archivaren mitgeteilt worden. Danach sind für die Zeit von 1484—1490 in Nürnberg acht Kompaßmacher namentlich bekannt. Ihre Berufsbezeichnung folgt aus dem im 15. Jahrhundert und in der Folgezeit noch verwendeten Namen „Kompaß“ für alle Sonnenuhren, die einen Kompaß besaßen, durch den die Sonnenuhr in die Richtung des Meridians gestellt werden konnte, auch „Sonnenkompass“ genannt. Ende des 19. Jahrhunderts gab es Zweifel, ob mit der Bezeichnung „Kompaßmacher“ nicht die Zirkelmacher gemeint sein könnten, analog zum französischen „compas“ (Zirkel, Kompaß). G. HELLMANN (1897) [120], dann H. WAGNER (1901) [259] und später E. ZINNER (1939) [281] haben diese Zweifel entkräftet und auf die alte Bedeutung des Wortes „Kompaß“ als Kurzform für „Sonnenkompaß“ wieder aufmerksam gemacht. Dabei bleibt wesentlich, daß hier der Kompaß lediglich eine Hilfseinrichtung ist.

a) Klappsonnenuhren

Die frühesten bisher in Europa bekanntgewordenen Sonnenuhren mit Kompassen, also die Kompaß-Sonnenuhren, liegen aus der Zeit um 1450 vor. Es handelt sich u. a. um die Geräte aus den Jahren 1451 und 1463, die sich in Innsbruck und Wien befinden. In der neueren Literatur wurde von A. WOLKENHAUER (1904) [275] auf drei dieser Instrumente, darunter auf das von 1451, hingewiesen. (Vgl. dazu auch E. VON BASSERMANN-JORDAN [17, Abb. 10—11], wo eine Sonnenuhr von 1456 und eine undatierte mit dem Bildnis des Papstes PAUL II. (1464—1471) wiedergegeben

sind, die in München bzw. Nürnberg (vgl. [290, Nr. 17]) aufbewahrt werden. Die Instrumente von 1451 und 1463 hat G. HELLMANN (1906, 1908) [121] beschrieben.) Alle diese Sonnenuhren mit Kompassen gehören zum Typ der sogenannten Klappsonnenuhren. Sie sind Taschensonnenuhren und bestehen in der Regel aus zwei hölzernen oder elfenbeinernen rechteckigen Platten, die an einer Schmalseite durch Scharniere miteinander verbunden sind und in der Ruhestellung aufeinander-, beim Gebrauch rechtwinklig auseinandergeklappt werden können. Auf ihrer Innenseite trägt die eine Platte in der Mitte den Kompaß als Hilfsmittel zur Orientierung in den Meridian und als Kompaßumrandung die Lineatur einer Horizontalsonnenuhr, die andere das Zifferblatt einer Vertikalsonnenuhr. Als Schattenzeiger dient ein Polfaden, der bei geöffneter Sonnenuhr in Richtung des Himmelspols zeigt und gegenüber der Horizontebene um den Winkel der geographischen Breite gehoben ist. Die angeführten Instrumente aus der Zeit um 1450 besitzen anstelle der oberen Platte lediglich einen metallenen, gewöhnlich messingnen Steg, der zum Spannen des Polfadens dient und außerdem in der Mitte schildartig verbreitert ist, um das Schutzglas des Kompasses abzudecken. Dieser zusätzliche Deckel des Kompasses ist bei dem Instrument von 1451 auf der Außenseite mit einem Reichsadler, bei dem Gerät von 1463 mit dem eucharistischen Zeichen, dem späteren Symbol des Jesuitenordens (vgl. die Abbildungen bei G. HELLMANN [121] und bei E. ZINNER [282, Taf. 25, Abb. 2]) und bei dem Instrument ohne Jahresangabe mit dem Bild von Papst PAUL II. (vgl. [17, Abb. 10—11]) verziert. Eine Verbesserung dieser einfachen Form der Polfadenhalterung, also des Straffhaltens von Polfaden durch zwei rechtwinklig gestellte Platten bzw. durch Platte und Steg findet sich erst etwa ein Jahrhundert später. Hier ist es besonders CHRISTOPH SCHISLER der Ältere, der seine Klapp- oder Büchsen-sonnenuhren mit einer mechanischen Vorrichtung, einer Feder zum Straffhalten des Polfadens versah. (Vgl. dazu M. BOBINGER [34, S. 89—90] und E. ZINNER [282, S. 101], der auf diese Frage näher eingegangen ist.)

Im Laufe der Zeit haben die Klappsonnenuhren wenig konstruktive Änderungen erfahren. Außer der Vorrichtung zum Straffhalten des Polfadens ist das Anbringen von kleinen Bleiloten, Senkeln, zu erwähnen, die zur genauen Einstellung des Gerätes in die Horizontebene dienten. Eine prinzipielle Erweiterung in der Konstruktion ergab sich durch die Forderung, diese Sonnenuhren für beliebige Polhöhen verwenden zu können. Das erfolgte gewöhnlich durch das Einzeichnen von verschiedenen Zifferblättern für die Horizontalsonnenuhr. Beispiele dafür liefern die Geräte Nr. 5, 13, D I 22, 25, 62 u. a., bei denen einzelne Zifferblätter konzentrisch als Kompaßberandung angebracht sind. Außerdem gehören dazu entsprechende Einstellmöglichkeiten des Polfadens. (Für die vertikalen Süduhren wurde diese Form, obwohl möglich, nicht verwendet.) Als Weiterentwicklung der Klappsonnenuhr kann die *Büchsen-sonnenuhr* angesehen werden, die meist wie eine Klappsonnenuhr gestaltet ist und außerdem mehrere, oft aneinanderhängende

Platten besitzt. Bei dieser Sonnenuhrform konnten Platten mit Zifferblättern für einzelne Polhöhen verwendet werden, indem je nach geographischer Breite des Ortes ein entsprechendes Zifferblatt der Horizontaluhr eingesetzt wurde (vgl. dazu auch die chinesischen Kompaß-Sonnenuhren, Typ C, S. 89). Technisch und künstlerisch besonders wertvolle Instrumente dieser Art fertigte der schon erwähnte CHR. SCHISSLER an, die wegen ihrer vielseitigen Verwendungsfähigkeit als kleine „astronomische Taschenbestecke“ (M. ENGELMANN [71] und M. BOBINGER [34, Abb. 29ff.]) angesehen werden können. Sie sind im Vergleich zu den anderen zeitgenössischen Klappsonnenuhren, z. B. des Augsburger LEONHARD MILLER (arbeitete von 1602 bis 1651; vgl. Gerät Nr. 5), vielfältiger in ihrer Gestaltung. Ähnliches gilt auch für die metallenen Reisesonnenuhren z. B. von ERASMUS HABERMEL (gest. 1606); vgl. dazu M. ENGELMANN [71] und E. ZINNER [282, S. 329—346] sowie Gerät D I 1. Auch die Geräte D I 65 (von 1514) und D I 25 (von 1575) sind Beispiele dieser Form.

Die Gründe für diese Unterschiede in der Ausführung von Klappsonnenuhren und Büchsenonnenuhren liegen nicht nur in den verschiedenen technischen und künstlerischen Fähigkeiten der einzelnen Meister, sondern auch in dem benutzten Herstellungsverfahren und dem verwendeten Material. Während die metallenen Reisesonnenuhren, speziell in Form der Klapp- und Büchsenonnenuhren, wegen der notwendigen Gravierungen usw. mehr oder minder eine Einzelanfertigung des jeweiligen Instruments verlangten, konnten die hölzernen oder elfenbeinernen oder beinernen Klappsonnenuhren in relativ einfachen Arbeitsgängen gleich mehrfach hergestellt werden. Dieses Material für die Sonnenuhren erlaubte das Innehalten eines gewissen Produktionsverfahrens, wie aus einer alten Zunftordnung gefolgert werden kann. In dem Zusammenhang ist von Bedeutung, daß etwa um die Mitte des 16. Jahrhunderts besonders in Nürnberg die Verwendung des Messings aufkam, das vom 17. Jahrhundert an der bevorzugte Werkstoff für Instrumente jeder Art, so auch für Sonnenuhren wurde. Das Messing erwies sich als eine in vielfältiger Weise zu benutzende Kupferzinklegierung, die je nach Zinkanteil als Rotguß bzw. Rotmessing (Zinkgehalt kleiner 20%) oder als Gelbguß bzw. Gelbkupfer (Zinkgehalt etwa zwischen 20—45%) hergestellt und durch Zusatzmetalle (Blei und Zinn vor allem) mit unterschiedlichen Eigenschaften bezüglich Härte, Polierfähigkeit usw. versehen werden konnte.

Die Zunftordnung, die nun betrachtet wird, ist die Vorschrift für die Meisterprüfung der Nürnberger Kompaßmacher vom Jahre 1535 (abgedruckt in H. WAGNER [259, zit. S. 181]). Sie lautet:

„Item welcher hinfuro auf dem compaßmachen meister werden und dasselbig handwerk arbeiten will, der soll zuvor volgende meisterstück machen, nemblich drei stempfel, einen grossen, einen mitteln als Jenffer [Genfer?] und einen clainen, also das sich alle stund in den zentner [Zentrum] und desselben beschluß, daraus dann alle stund fließen, mit der gewonlichen hohen ungeverlich auf acht oder

neunthalben und vierzig grad, wie der polus alhie zu Nuremberg ist, ausweist, desgleichen zu jedem stempfel ein tutzet compaß sambt den zunglein mit aller zugehorung, das auch derselbig sollichs alles, als stempfel, compas und zunglein selbs machen und zubereiten konne, und wo einer mit seinem meisterstucken nit besteen wurd, soll er ein viertel jars stillsteen und als gesell arbeiten, auch solcher zeit zum meisterrechten nit zugelassen werden.“

(Die in eckigen Klammern gebrachten Ergänzungen entsprechen Anmerkungen, die H. WAGNER gab. Über die Bedeutung von „Jenffer“ konnte bisher nichts Genaueres ermittelt werden.)

Für die Herstellung von Kompaß-Sonnenuhren, speziell von Klappsonnenuhren, ist diese alte Zunftvorschrift recht aufschlußreich, ermöglicht sie doch die Rekonstruktion des wahrscheinlichen Fertigungsprozesses. (H. WAGNER hat diese Vorschrift nicht weiter erläutert.) Aus dem obigen Text ergibt sich, daß zunächst drei Stempel (oberdeutsch: stempfel, vgl. J. und W. GRIMM [96, Bd. 10.2.2. insbes. Sp. 2326—2327]), also Prägestöcke herzustellen waren. H. BALMER, der diese Zunftvorschrift ebenfalls erwähnt, setzte für „Stempfel“ Sonnenuhrstäbe [9, S. 89], was jedoch den Zweck dieser Hilfsmittel nicht klar wiedergibt. Die wahrscheinlich metallenen Prägestöcke wurden dann vermutlich mit den Zifferblättern der Horizontal- und der Vertikalsonnenuhr versehen und die entsprechenden Lineaturen erhaben ausgeschnitten, gleichzeitig auch die dazu gehörigen Bezifferungen. Dies konnte möglicherweise gesondert erfolgen, so in Form von Prägestöcken für die einzelnen Zahlen, also in Letternform (vgl. dazu z. B. auch die Bezifferung auf dem Gerät Nr. 2 der Potsdamer Sammlung). Nach dem Text der Zunftvorschrift wurde Wert darauf gelegt, daß sich alle Stundenlinien in dem „zentner und desselben beschluß“ ausweisen oder treffen, wie hier der Wortlaut der Vorschrift sinngemäß ergänzt werden müßte. Das besagt nichts anderes als die aus der geometrischen Konstruktion der Sonnenuhren bekannte Tatsache: Die Stundenlinien müssen sich im Fußpunkt, dem Zentrum der Horizontalsonnenuhr, und im oberen Befestigungspunkt, dem Zentrum der Vertikalsonnenuhr, also im „beschluß“ des Polfadens schneiden. Ob der Entwurf für die einzelnen Zifferblätter auch von dem Kompaßmacher, der sein Meisterstück herstellen wollte, zu liefern war, ist nicht ganz eindeutig. Da jedoch die Polhöhe vorgeschrieben wurde, scheint diese Kenntnis der Entwürfe wohl vorausgesetzt zu sein. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, daß die Polhöhe um ein Grad beliebig ($48\frac{1}{2}^\circ$ bis $49\frac{1}{2}^\circ$) vorgegeben wurde und damit für Orte mit der geographischen Breite von Augsburg oder Nürnberg galt. Mit den auf diese Weise hergestellten Prägestöcken oder Prägestempeln für drei verschiedene Größen von Sonnenuhren konnten die Platten der anzufertigenden Klappsonnenuhren mit den notwendigen Zifferblättern versehen werden. Dies erfolgte wahrscheinlich mittels erhitztem Prägestocke durch Einbrennen. Oft wurden die Stundenlinien dann noch mit schwarzer oder anderer Farbe ausgemalt. Die Magnetnadeln, also die „zunglein“, mußten die

Kompaßmacher ebenfalls fertigen, auch die „zugehörig“, die aus dem Schutzglas, der Pinne und ähnlichem bestand. Die sonstige Beschriftung der Sonnenuhren, wie Windrosenbezeichnungen, Sinnsprüche usw., ließ sich ebenfalls mittels Stempel einbrennen, entweder in dem gleichen oder einem gesonderten Arbeitsgang. Manche Unregelmäßigkeiten, so z. B. in der Anordnung der Schrift, scheinen für eine Trennung dieser Arbeitsgänge zu sprechen. (So ist in das Gerät Nr. 1 der Potsdamer Instrumente bei der Bezeichnung „die halbe Uhr“ das „die“ offensichtlich nachträglich eingefügt.) (Über die Polhöhe Nürnbergs, die den Zifferblattentwürfen zugrundegelegt werden mußte, existiert eine Bestimmung von TOBIAS MAYER (1723—1762) mit dem Wert von $49^{\circ}27'10''$, den J. F. WURM (1829) [279] für eine Längenbestimmung dieses Ortes benutzte.)

Die Form dieser „Sonnen-Kompass“ war gewöhnlich rechteckig oder quadratisch, um Anlegekanten für Ableselineale u. ä. zu besitzen. In der „Gnomonice de Solariis . . .“ des BARTOLEMÄUS SCULTETUS von 1572 findet sich die Abbildung eines „Declinatorium“, d. h. eines Halbkreises mit Transversalteilung und einem drehbaren Ableseradius, der an einer quadratischen Klappsonnenuhr anliegt. Der Gnomoniker BARTOLEMÄUS SCULTETUS (1540—1614) stammt aus Görlitz und war dort zuletzt Bürgermeister. (Eine Wiedergabe der erwähnten Abbildung hat W. LÜHRS [172, S. 188, Fig. 3] gebracht.)

Außer den beiden genannten Hauptsonnenuhren, der Horizontal- und der Vertikalsonnenuhr, die wegen der Orientierung des Gerätes in den Meridian eine Süduhr ist und daher keine den Zifferblattentwurf erschwerende Abweichung von der Ebene des ersten Vertikals besitzt, gehören oft zu den Klappsonnenuhren noch Äquatorialuhren. Ihre Anfertigung, gewöhnlich in Form einer einzusetzenden Messingscheibe, scheint ebenfalls noch unter den in der Zunftordnung genannten Begriff „zugehörig“ zu fallen. Die Äquatorialuhr ist auf der Oberseite der oberen Platte der Klappsonnenuhr angebracht und kann durch eine kleine seitlich befestigte Metallschiene, die in eine Rasterung seitlich an der unteren Platte eingreift, auf beliebige Polhöhen, gewöhnlich 30° bis 60° , eingestellt werden. In ein Loch in der Mitte der Äquatorialuhr wird ein kleiner Schattenstab eingesteckt. Dieser wird beim Nichtgebrauch in eine dafür vorgesehene Höhlung der unteren Platte getan. Sie enthält oft auch noch Aussparungen zum Einschieben von kleinen Kalendertäfelchen, so z. B. bei den Geräten Nr. 1 und 2. Bisweilen enthalten die kleinen Täfelchen auch Gebrauchshinweise. Der Vorteil der Sonnenuhren mit einem zum Äquator parallelen Zifferblatt, der Äquatorialsonnenuhren, liegt vom Konstruktiven her in der Einfachheit der Stundeinteilung. Sie ist gleichabständig und entspricht der Teilung in Stundenwinkel. Daneben enthalten die Klappsonnenuhren noch Zifferblätter für die bereits erwähnten verschiedenen Stundenzählungen, z. B. für die italienische Uhr usw., und die dazu notwendigen kleinen Schattenstäbe. Außerdem besitzen diese kleinen Zusatzsonnenuhren Kurven des Schattenwurfes bei den Solstitien und den Äquinoktien sowie zur Bestimmung der Tages-

längen oder für die Stellung der Sonne in den zwölf Tierkreiszeichen, wie im einzelnen aus der angeführten älteren Literatur über die Gnomonik zu entnehmen ist (vgl. etwa J. G. DOPPELMAYR (1719) [62, S. 217 und 218]). J. R. VON GRAFFENRIED (1629) [95, S. 96] bemerkte in diesem Zusammenhang, daß wohl noch mehr über die Konstruktion von anderen Stundenlinien, wie die der babylonischen Uhr u. ä., gesagt werden könne, er sich jedoch kurz fassen müsse und daß diese Darlegung „doch für den gemeinen Mann nit dienstlich ist“.

Die Äquatorialsonnenuhren auf den Klappsonnenuhren waren oft mit sogenannten Mond- oder Nachtuhren kombiniert. Über ihre Aufgabe berichtete der eben erwähnte Autor [95, S. 54]: „Ich will setzen der Mond seye 8. tag alt / so stelle ich das beweglich Möschin [Messing-] Scheiblein mit seinem spitzlein / im ausseren Randt auf 8. darnach thue ich den Compaß auff / vnnd nimme wahr auf welche zal oder stundt / wann er mit seiner Magnet Nadeln recht gestellt ist / der Schatten am Mond mir zeige / als so der schatten auf 4. zeigte / such ich auff dem beweglichen Scheiblein die zahl 4. vnnd grad gegen ausserhalb / find ich 10. stahn / schließ daraus / das es alsdann vmb die 10. stundt ist / vnnd ist recht / also fortan / mit anderen stunden.“ (Die äußere, gehäusefeste Teilung läuft von 1—29 (Mondalter), die innere, auf der Messingscheibe angebrachte von 1—12 zweimal (Stunden- teilung), vgl. die Instrumentenbeschreibung, Gerät Nr. 1, 2 usw.) Nach E. ZINNER [282, S. 166—167] dienten die Monduhren weniger der Zeitbestimmung als vielmehr der Sterndeutung (Astrologie) und für Kalenderzwecke. Eine andere Form der Nachtuhr, die Sternuhr, ist mit den Klappsonnenuhren nicht gekoppelt, sondern ein selbständiges Gerät.

Ein sehr schönes Beispiel für die Gestaltung solcher Nachtuhren ist die Sternuhr des Mathematisch-Physikalischen Salons Dresden (Gerät D I 4), die vermutlich von ERASMUS HABERMEL gefertigt wurde. Ihre Handhabung erfolgt so, daß durch das kleine Loch im Mittelpunkt des scheibenförmigen Instruments z. B. der Polars- stern anvisiert und dann durch Drehen des Ableseradius die momentane Lage des Sternbildes vom Großen Bär fixiert wurde, wobei von der Spitze des über die Scheibe ein wenig hinausragenden Ableseradius zum Sternbild hin visiert werden mußte. Die am Stundenring abzulesende Zahl ergab die betreffende Nachtstunde (Sternzeit). Über andere Sternuhren vgl. z. B. [209, S. 38—40] und [282, S. 164 bis 166]; über Orientierungsverfahren bei Nacht vgl. H. WERNER [263, S. 128 bis 137].

b) Äquatoriale und horizontale Reisesonnenuhren

Die Äquatorialsonnenuhren gehen in ihrer Konstruktion bis auf die schon im Altertum bekannten Armillarsphären zurück, die aus den Grundkreisen der Himmelskugel (Ekliptikkreis, Horizontkreis, Meridiankreis usw.) bestanden und bereits HIPPARCH (um 180—125 v. u. Z.) und PROLEMÄUS (gest. um 160 u. Z.) als Instrumente für astronomische Beobachtungen dienten. Als Reisesonnenuhren der

späteren Zeit kamen etwa auch mit dem Auftreten der Klappsonnenuhren *Ringsonnenuhren* in Gebrauch, die als einfache Zwei- oder Dreikreisinstrumente mit Sonnenöhr oder Lochdiopter in der Regel ausgebildet waren. Beispiele für Geräte dieser Art sind in den betrachteten Sammlungen das Instrument Nr. 40 und das Gerät D I 61 (vgl. dazu die Instrumentenbeschreibung). Durch Kombination des Stundenringes mit einem Polstab und Montierung des Äquatorialringes auf eine Grundplatte, die den Kompaß trägt, ergab sich die etwa in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts und in der Folgezeit vorherrschende Form der äquatorialen Reisesonnenuhren. Das Einstellen des Zifferblattringes auf die Polhöhe des Beobachtungsortes erfolgte meist durch ein abklappbares Viertelkreissegment, eines Quadranten also, der mit einer Polhöhenkala, gewöhnlich 0—90° versehen war. Polhöhenkreissegment und Zifferblattring waren so genau ineinander eingepaßt, daß der Ring in jedem beliebigen Neigungswinkel (auf Grund der Haftreibung) entsprechend den vorgegebenen Grenzen gehalten werden konnte. Die Berücksichtigung der jahreszeitlich unterschiedlichen Sonnenhöhen wurde durch Umklappen des zur Zifferblattebene senkrechten Polstabes um 180° erreicht. Das einwandfreie Einstellen der Grundplatte in die Horizontebene erfolgte durch die Verwendung von Schraubfüßen und eines Lotes, das gewöhnlich aus einem Lotgestell und dem Lot bestand, die ebenfalls abgeklappt werden konnten. Eine besondere Form der Horizontierungseinrichtung findet sich bei dem Gerät D I 52, einer horizontalen Tischsonnenuhr von CHRISTOPH TRECHSLER aus Dresden (1611), wo die Metallplatte mit dem Zifferblatt durch ein pendelartiges Gegengewicht in der Horizontebene gehalten wird. Die neuere Form der Horizontierung mittels Libellen ist bei den Reisesonnenuhren des 16. bis 18. Jahrhunderts verhältnismäßig selten anzutreffen und blieb im allgemeinen auf die geodätischen u. ä. Meßinstrumente beschränkt (vgl. dazu F. SCHMIDT [222]). Auch ist die Anwendung im wesentlichen ein Ergebnis der späteren Entwicklung, seit dem 18. Jahrhundert etwa. Als Beispiel für eine äquatoriale Tischsonnenuhr, die auf ihrer viereckigen Grundplatte zwei senkrecht zueinander liegende Libellen besitzt, muß das Gerät eines unbekanntes Herstellers etwa Ende des 18. Jahrhunderts genannt werden, das sich in der Zeiß-Sammlung Jena befindet. (Vgl. auch S. 107.)

Nach E. ZINNER [282, S. 438] schuf der Augsburger Kompaßmacher JOHANN MARTIN (1642—1720) die Ende des 17. und dann im 18. Jahrhundert so häufig hergestellten viereckigen, dann achteckigen Reisesonnenuhren. Nachfolger in der Fertigung dieses äquatorialen Sonnenuhrtyps waren besonders JOHANN WILLENBRAND, der MARTINS Werkstatt 1720 übernahm, LUDWIG THEODATUS MÜLLER (um 1760), JOHANN GEORG VOGLER (gest. 1765) und ANDREAS VOGLER (gest. 1808), die z. T. mit Instrumenten in den betrachteten Sammlungen vertreten sind. WILLENBRAND ist in diesem Zusammenhang besonders zu erwähnen, da er durch Benutzung einer mechanischen PolhöhenEinstellung (mittels Federwerk) ähnlich wie KRIGNER (um 1700) und durch variablen Mißweisungs Pfeil über die Gestaltung

der Martinschen Sonnenuhren hinausging. (Vgl. die Instrumentenbeschreibung und M. BOBINGER „Alt-Augsburger Kompaßmacher“, in Vorbereitung.)

Eine besondere Form der äquatorialen Tischsonnenuhr ist das Gerät Nr. 16. Es diente außer zur Zeitbestimmung auch zur Bestimmung des Eintritts der Gezeiten. Dabei ist die Sonnenuhr so abgewandelt, daß eine Zifferblattscheibe anstelle eines Ringes vorhanden ist, die auf zwei Stützen oberhalb der Grundplatte gelagert ist und sich um eine horizontale Achse drehen läßt. Auf diese Form des „Äquinoctialkompasses“ hat in der neueren Literatur A. BREUSING (1890) [37, S. 18—23, insbes. Abb. 19] wieder aufmerksam gemacht. Er stützt sich dabei auf ein Werk von WILLEM JANSZON BLAEU(w) (1571—1638), betitelt „Zeespiegel“ (Amsterdam 1623). BLAEU wurde durch Herstellung von Erd- und Himmelskugeln bekannt. (Vgl. M. FIORINIS und S. GÜNTHER [82], M. L. BONELLI [35], E. ZINNER [282, S. 249—253] und H. GRÖTZSCH [99, S. 33—51].) Die Einteilung des Zifferblattes ist bei diesen Sonnenuhren von der üblichen Stundenteilung abweichend. Sie wurde vielmehr durch eine Windrosenteilung, also eine Strichteilung von 32 Strichen ersetzt, wobei 4 Striche gleich 3 Stunden sind. Zur einfachen Bestimmung des Gezeiteneintritts war nur eine Beobachtung erforderlich. Sie erfolgte in der Regel wegen des lunaren Einflusses bei den Gezeitenbewegungen durch die Bestimmung des Mondschattens bei Hoch- oder Niedrigwasser. Aus der Verzögerung der Mondkulmination von Tag zu Tag (rund 48 Minuten) ergab sich dann die entsprechende Verspätung beim Eintritt der Gezeiten. Falls mit den Mondschattenbeobachtungen auch Zeitbestimmungen durchgeführt werden sollten, mußten jene an den Tagen des Neu- oder Vollmondes erfolgen, wo Sonne und Mond gemeinsam um Mittag bzw. Mitternacht kulminieren, wobei für die Zeit des Neumondes anstelle der Mondbeobachtungen Sonnenbeobachtungen traten. Die Eintrittszeit des Hochwassers an diesen Neu- oder Vollmondtagen wurde mit dem Namen „Hafenzeit“ belegt, und es wurden dafür gesonderte Tabellen aufgestellt, die aus Zuordnungen von Kompaßstrichen mit den einzelnen Hafenzeiten, beispielsweise S und N gleich $0^h 0^m$ Hafenzeit, SzW und NzE gleich $0^h 45^m$ usw. (ein Strich gleich 45^m) bestehen. Zusammen mit der Hafenzeit und dem Mondalter ergab sich dann die tägliche Verspätung des Hochwassers an den übrigen Tagen des zu 30 Tagen gerechneten Monats. Kenntnisse über die Hafenzeit sind schon im Altertum nachzuweisen. A. BREUSING [37, S. 22] erwähnt z. B. eine Bestimmung der Hafenzeit für Cadix, die die Phönizier durchführten. Ihr Wert (2^h) ist ebenso wie der spätere aus mittelalterlichen Seebüchern ($1^h 30^m$) nur um 15 Minuten gegenüber einer neueren Berechnung ($1^h 45^m$) verschieden. Eine Anleitung zur Gezeitenbestimmung mit dem „Kompaß“ (Äquatorialsonnenuhr) führte G. H. T. KIMBLE [142, S. 101] aus einem alten portugiesischen Navigationsbuch (etwa 1505—1507) an.

Im Prinzip ist jede Äquatorialsonnenuhr für solche Bestimmungen geeignet. Die erwähnten konstruktiven Änderungen dienten lediglich einer leichteren Beobach-

tung. Durch die Zifferblattscheibe anstelle eines Ringes, die außerdem mit radialen Markierungen versehen war, konnte der Mondschatten besser sichtbar gemacht werden. Die Benutzung der Kompaßstrichteilung anstelle der Stundenteilung entsprach der seemännischen Praxis, terrestrische und extraterrestrische Objekte mittels dieser Teilung anzupeilen, und bedeutet keinen wesentlichen Unterschied gegenüber den sonstigen Zifferblattteilungen. Eine Äquatorialuhr des 18./19. Jahrhunderts, die die für solche „Seekompass“ typische Kombination von Schattenstab und dessen Verlängerung als Zeiger für die Polhöhenkala besitzt, ist das bereits erwähnte Gerät Nr. 16, bei dem allerdings nur eine Stundenteilung, keine Strichteilung vorliegt.

Außer den betrachteten Formen der Reisesonnenuhren wurden auch Horizontalsonnenuhren häufig als Taschen- oder Tischgeräte verwendet. Ein im 18. Jahrhundert etwa sehr gebräuchliches kleines Reiseinstrument war eine achteckige messingne horizontale Reisesonnenuhr, wie sie in den Geräten Nr. 13, D I 78 und D I 90 vorliegt. Das Charakteristische dieser in Frankreich gefertigten Reisesonnenuhren ist ein Mehrfachzifferblatt der Horizontalsonnenuhr für verschiedene Polhöhen mit einem abklappbaren Poldreieck, dessen Halterung in Form eines Vogels gestaltet ist, wobei die Schnabelspitze als Zeiger für die Polhöhenkala dient. Der Kompaß ist mit seinem Gehäuse in die achteckige Grundplatte eingefügt und besitzt eine mißweisende, gewöhnlich vierteilige Windrose. Ein Lot oder Senkel zur Kontrolle der waagerechten Aufstellung des Gerätes ist bei diesem Typ nicht vorhanden. Die Horizontalsonnenuhr ruht auf der Kompaßbüchse. In der zeitgenössischen Literatur jenes Jahrhunderts hat N. BION (1726) [32, S. 394 bis 395] diese Sonnenuhrform beschrieben und auf Einzelheiten bei der Herstellung aufmerksam gemacht. Bei dem Gerät Nr. 13, das von BION stammt, ist die Polhöhenkala für 30° bis 60° eingerichtet und die schattenwerfende Kante des Poldreiecks auf diese Werte einstellbar. In diesem Zusammenhang sind die Angaben BIONS von Interesse, die er über die Polhöhen mitteilt, für die ein gegebener Zifferblattentwurf noch gültig scheint: Nach BION ist ein Zifferblatt für 35° Polhöhe für einen Bereich von 32° bis 37° , für 40° für einen Bereich von 38° bis 42° , für 45° für einen Bereich von 42° bis 47° , für 50° für einen Bereich von 47° bis 53° und für 55° für einen Bereich von 53° bis 58° brauchbar [32, S. 395]. Die Meßgenauigkeit des Gerätes Nr. 13 wird im nächsten Abschnitt zusammen mit anderen Sonnenuhren betrachtet.

Über die Verbreitung dieses Sonnenuhrtyps ist die Tatsache aufschlußreich, daß außer BION besonders MICHAEL BUTTERFIELD oder BUTERFIELD (arbeitete von 1685—1724), CLAUDE LANGLOIS (von 1730 bis 1750 etwa gearbeitet) und BERNIER (um 1730 etwa) in Paris solche Sonnenuhren herstellten. Geräte dieser Art sind auch heute noch verhältnismäßig zahlreich vorhanden. So hat K. HIGGINS (1953) [128] in einer Sonnenuhrklassifikation eine besondere Gruppe „Buterfield“ zusammengestellt. Auf das Wirken dieses und anderer Hersteller geht M. DAUMAS

[59, S. 107] besonders ein. Auch A. ROHDE [209, S. 24] und R. T. GUNTHER [107, Nr. 159] sowie H. L. HIRCHINS und W. E. MAY [130, Pl. 15] erwähnen diesen Sonnenuhrtyp. Im Besitz der Petersburger Akademie der Wissenschaften befand sich schon 1722 eine solche Sonnenuhr von BION, wie V. L. ČENAKAL [40] und E. ZINNER [283] mitgeteilt haben.

Die horizontalen Tischsonnenuhren sind recht vielseitig gestaltet. Hier bot die Verwendung von verschiedenartigem Material für die Ausführung zahlreiche Möglichkeiten. So hält sich z. B. eine kleine elfenbeinerne Tischsonnenuhr von HANS GÖBE aus Dresden (etwa um 1560) noch mehr in dem Rahmen der damaligen Klappsonnenuhren (vgl. Gerät D I 63), während die messingne Horizontalsonnenuhr von CHRISTOPH SCHISLER vom Jahre 1562 mit ihrem reichhaltigen Zifferblatt und der Türkenfigur als Halter für den Polfadenstab (vgl. Gerät D I 37) einen Höhepunkt in der künstlerischen wie auch sachlichen Ausführung solcher Horizontalsonnenuhren darstellt. Beachtung verdienen die späteren auf Solnhofener Schiefer gearbeiteten Tischsonnenuhren von JOHANN MARTIN FRIEDR. TEXTOR (aus Dresden?) aus der Zeit um 1730, die nicht allein ein transversalgeteiltes Zifferblatt besitzen, wie schon erwähnt, sondern auch noch durch Weltkarten ausgeschmückt worden sind (vgl. die Geräte D I 56 und D I 66). Gegen Ende des 18. Jahrhunderts trat der böhmische Meister JOHANN ENGELBRECHT aus Beraun bei Prag mit zahlreichen Tischsonnenuhren hervor, die untereinander in ihrer Gestaltung weitgehend ähnlich und insgesamt sauber und gut gearbeitet sind (vgl. Gerät Nr. 35, D I 79, D I 83 und D I 87). Von den meist beigefügten Kompassen abgesehen, boten diese Tischsonnenuhren auch die Möglichkeit, Zusatzgeräte anzubringen. Ein Gerät dieser Art ist die Horizontalsonnenuhr mit Mittagsskanone, die von einem unbekanntem Meister aus der Zeit um 1780 etwa stammt (Gerät D I 92). (Vgl. Bild 15 auf S. 167 und die Halterung des Brennglases, das E. W. VON TSCHIRNHAUS um 1691 fertigte [256, Taf. 21].)

Neben diesen wichtigen Formen der Reisesonnenuhren müssen noch die *Zylinder- und Säulchensonnenuhren* (vgl. dazu die Geräte Nr. 38 und 39) und die *Mehrfachsonnenuhren* (vgl. Geräte 26 und 27) genannt werden, die in der Literatur von E. ZINNER [282] ausführlich behandelt worden sind. Die Zylindersonnenuhren geben für alle Tage des Jahres die betreffenden ungleichlangen Stunden an. Die Konstruktion des Zifferblattes dieser Sonnenuhrform erfolgte auf Grund von Tabellen über die Sonnenhöhen in den einzelnen geographischen Breiten. Diese Zusammenstellungen gehörten meist zu dem Stoff der Lehrbücher über die Sonnenuhren. Die Mehrfachsonnenuhren besitzen je nach Struktur des Uhrenkörpers, z. B. in Form eines Würfels u. ä., Zifferblätter und Schattenstäbe bzw. -dreiecke für die Sonnenuhren, deren Zifferblattebenen unterschiedlich orientiert sind (Nord-, Süduhr usw. sowie Polar- und Äquatorialuhr). Auf interessante Anwendungsmöglichkeiten der Polyeder als Träger für Mehr- oder Vielfachsonnenuhren hat neuerdings G. HASLINDE [116] hingewiesen und dafür geeignete Kombi-

nationen erörtert, die sich auf Grund der Sonnenbahnkegelschnitte ergeben. Die Mehrfachsonnenuhren haben den Vorzug gegenüber einfachen Sonnenuhren, daß sie auch *ohne* Kompaß als Hilfsinstrument in den astronomischen Meridian eingestellt werden. Dies ist erreicht, wenn auf allen Zifferblättern die gleiche Zeitangabe abgelesen werden kann, eine Tatsache, mit der schon die älteren Gnomoniker vertraut waren (vgl. J. KEPLER [141, Bd. 14, Brief Nr. 168, S. 130]).

2. Über Entwurf und Genauigkeit einiger Reisesonnenuhren

Wie auf zahlreichen Wissensgebieten erfuhr auch die Herstellung von Sonnenuhren und verwandter Instrumente durch die Entwicklung der Buchdruckerkunst und ihre Verbreitung im 15. Jahrhundert und in der folgenden Zeit einen großen Aufschwung. Die Methoden zur Konstruktion dieser Geräte konnten nun einem größeren Kreis von interessierten Handwerkern und Künstlern und anderen bekanntgemacht und gelehrt werden als vor dieser Zeit. Wenn auch in den frühen Drucken, den Wiegendrucken, die Gnomonica noch nicht zu den gefragtesten Büchern gehörten, wie das zum Beispiel bei den Kalendern der Fall war — öfter enthielten die Kalender auch Angaben aus der Gnomonik (vgl. G. SARTON [214, S. 189], welcher „best-sellers“ unter den Inkunabeln behandelt) — so wurden doch nach und nach die Werke über Sonnenuhren sehr beliebt. Nach der Fülle der erschienenen Bücher über dieses Gebiet zu schließen, scheint die Nachfrage nach der Herstellung von Sonnenuhren beachtlich gewesen zu sein (vgl. z. B. auch H. LÖSCHNER [167, S. 64]). Die Bedeutung dieser Werke und die Leistungen der älteren Gnomoniker sind bezüglich der Theorie von J. DRECKER [68] und bezüglich der noch erhaltengebliebenen Instrumente von E. ZINNER [282] eingehend und umfassend dargestellt worden, wobei sich ZINNER auf die deutschen und niederländischen Meister beschränkt. (Andere Meister haben in der angeführten Literatur eine Behandlung erfahren; vgl. etwa M. DAUMAS [59] u. a. sowie die Bibliographie von M. LOESKE [168] und die Literaturzusammenstellung bei VON BASSERMANN-JORDAN [17, S. 17] und bei F. MADDISON [288, S. 34—50].)

Über Sonnenuhren und ihre Konstruktion haben u. a. folgende ältere Autoren geschrieben: JOHANNES STÖFFLER (1452—1531; Oppenheim 1513, z. B. Nachauflage Paris 1533 [247]), JOHANNES PADUANUS (VERONENSIS) (um 1582, Venedig 1582 [197]), JOHANNES (HANS) RUDOLF VON GRAFFENRIED(T) (1584—1648; Bern 1617, Nachauflage 1629 [95]), CHRISTOPH ZWICKER (um 1660; Nürnberg 1660 [285]), LEONHARD CHRISTOPH STURM (1635—1703; Frankfurt 1710 [248]), NICOLAS BION (etwa 1653—1733; Paris 1709, deutsche Übersetzung Nürnberg 1726 [32]), JOHANN GABRIEL DOPPELMAYR (DOPPELMAIER) (1671—1750; Nürnberg 1726 [62—65]), und JOHANN FRIEDRICH PENTHER (1693—1749; Augsburg 1733, z. B. Nachauflage 1760 [198]).

Zu bemerken ist, daß bei diesen und anderen Werken über die Sonnenuhren und verwandte Instrumente der Text in der früheren Zeit in der Gelehrtensprache, also

in Latein, später jedoch in der Landessprache, also hier in Deutsch abgefaßt worden ist. Das unterstreicht die Tatsache, daß die Autoren sich nach den Wünschen ihrer Leser richteten und ihre Bücher in einer für alle verständlichen Sprache schrieben. Daraus läßt sich wiederum auf die Beliebtheit schließen, mit der solche Werke wahrscheinlich aufgenommen worden sind. Auch die Aufnahme der Gnomonik als Stichwort in die großen Nachschlagewerke, wie z. B. in die von J. H. ZEDLER (1735) [280, Bd. 13, Sp. 903—940], von D. DIDEROT und J. D'ALEMBERT (1751 ff., Nachauflage 1777 ff.) [61, Bd. 16, S. 262—270, und Bildband 3, Pl. 1—9] oder von J. S. T. GEHLER (1. Auflage 1787 ff.) [86], 2. Auflage 1825 ff. [87]), zeigt, wie die Sonnenuhren in der damaligen Zeit eine wichtige Aufgabe zu erfüllen hatten und wie die Kenntnisse über diese Instrumente zum Wissen gehörte, das in möglichst allgemeiner Form vermittelt wurde.

Noch im 19. Jahrhundert wurde die Kunst der Sonnenuhrherstellung noch gelehrt, wobei die Darstellungen von J. J. VON LITTRON (1831) [166], R. SONNDORFER (1864) [245] und die bereits ins 20. Jahrhundert fallende Arbeit von H. LÖSCHNER (1906) [167] zu erwähnen sind.

Mit der Einführung der mittleren Sonnenzeit — etwa zu Anfang des 19. Jahrhunderts (vgl. J. HARTMANN [112, S. 102 und 112—116]) — wurde die Bedeutung der Sonnenuhren als Hilfsmittel für die Bestimmung der Zeit, d. h. der wahren Ortszeit, beeinträchtigt. Die Sonnenuhren mußten zur Anzeige der mittleren Ortszeit eine Zusatzeinrichtung erhalten, die die bisherige für die regulären Sonnenuhren u. a. verwendete Konstruktion erschwerte. Diese Zusatzeinrichtung bestand im Prinzip in einer veränderlichen Anbringung des Polstabes, der entsprechend der Zeitgleichungskurve verschoben werden mußte. Ein Beispiel für eine solche analemmatische Sonnenuhr hat J. ENGELBRECHT (vgl. D I 74) gegeben. Falls der Polstab nicht verschiebbar angebracht wurde, mußten an Hand einer Tabelle oder einer Skala mit der Zeitgleichungskurve die abgelesenen Zeiten auf die mittleren Zeitangaben korrigiert werden. (Vgl. dazu [17, Abb. 1] und [188, Abb. 3].)

Der Übergang von der wahren Ortszeit zur mittleren Ortszeit vollzog sich nicht gleichmäßig und auch nicht immer reibungslos. So wurde nach den Worten des Astronomen und Mitgliedes der Berliner Akademie der Wissenschaften J. G. TRALLES (1763—1822) im November 1811 an der Akademischen Uhr, einer Räderuhr, eine Veränderung vorgenommen, „um die Verfolgung der eigentlichen mittleren Zeit in der Stadt zu befördern, den Weiser der wahren Sonnenzeit abnehmen zu lassen, nemlich von der akademischen Uhr“, wie es im Sitzungsprotokoll vom 6. 12. 1811 heißt (zit. Akte I:II, 30, fol. 4 des Akademie-Archivs Berlin). Mit dem Für und Wider dieser erfolgten Maßnahme beschäftigten sich die Mitglieder der Berliner Akademie im Frühjahr 1812, wobei vor allem auf das Wiederanbringen des Schattenstabes wegen der notwendigen Zeitkontrolle u. ä. gedrungen wurde. Jedoch wurde der Polstab nicht wieder angebracht, da der betreffende Uhrmacher technische Gründe anführte, die schließlich akzeptiert wurden.

Sieht man von Ausnahmen ab, wo für spezielle Zwecke auch heute noch einmal eine Sonnenuhr benötigt wird (vgl. dazu H. ΜΙΧΗΝΙΚ 1922 und 1923 [181] und [182], der in neuerer Zeit zwei Beiträge zur Sonnenuhrtheorie geliefert hat, und H. L. ΗΙΤΧΙΝΣ und W. E. ΜΑΥ [130]), so ist die Herstellung von Sonnenuhren fast nur noch eine Art Liebhaberei geworden, der infolge der Einführung eines internationalen Zeitmeßdienstes und des Vorhandenseins moderner technischer Hilfsmittel zur Zeitübermittlung (Funk usw.) und nicht zuletzt durch die Gültigkeit von Zonenzeiten anstelle von Ortszeiten kein echtes Bedürfnis nach Zeitbestimmung zugrundeliegt. Sonnenuhren der Gegenwart haben beispielsweise L. M. LOSKE [169] und H. EGGER [69] beschrieben oder wie H. GRÖTZSCH [98] in einem kleinen Bildband zusammengestellt.

Während die neueren Werke über die Sonnenuhren meist einen mehr oder minder großen historischen Einleitungsteil enthalten, in dem die heute nur noch wenig bekannten Grundzüge der Gnomonik dargestellt werden, besitzen die alten Lehrbücher ebenfalls eine Art Einleitung. Sie ist jedoch nicht historischen Charakters, sondern dient der Behandlung einfacher geometrischer Begriffe und Verfahren nach den Lehren des EUKLID (um 300 v. u. Z.), mit denen die Leser zunächst vertraut gemacht werden mußten. Dazu gehörte beispielsweise die Teilung eines Winkels mittels Zirkels, das Ziehen einer Senkrechten zu einer gegebenen Geraden und ähnliches mehr. Das erhellt die Situation, in der sich die älteren Gnomoniker befanden. Erst nach Darlegung eines kleinen „Vorbereitungskurses“ in Geometrie konnten sie ihren Stoff dem Laien und Praktiker verständlich machen und die Entwürfe für die Sonnenuhrzifferblätter behandeln.

Die weitere Reihenfolge in der Darstellung war dann ebenfalls ziemlich feststehend. Erst wurden die geometrischen Konstruktionen für die regulären, dann für die irregulären Sonnenuhren beschrieben. Im Rahmen der vorliegenden Betrachtung der Reisesonnenuhren kommen nur die regulären Sonnenuhren, wie die Äquatorial-, die Horizontal- und die Vertikal-(Süd-)Uhr in Frage. Im Vergleich zu den irregulären Sonnenuhren, die beliebige Abweichungen der Zifferblattebene zur Horizontebene (als inklinierende Sonnenuhren) oder zur Meridianebene (als deklinierende Sonnenuhren) aufweisen können, sind die eben angeführten drei regulären Sonnenuhrtypen in Richtung des Meridians orientiert, haben also die „Deklination“ Null und als „Inklination“ die vorgeschriebenen Werte: 0° (Horizontaluhr), 90° (vertikale Süduhr) und $90^\circ - \varphi$ (Äquatorialuhr).

Unter Benutzung der in der Gnomonik gebräuchlichen Substilarzeit (vgl. J. DRECKER [68, S. 77—78]) gelten dann folgende Beziehungen:

$$\begin{aligned} \tan z &= \tan t && \text{für die Äquatorialuhr,} \\ \tan z &= \sin \varphi \tan t && \text{für die Horizontaluhr,} \\ \tan z &= \cos \varphi \tan t && \text{für die vertikale Süduhr.} \end{aligned}$$

Dabei sind z der Schattenwinkel, t der Stundenwinkel und φ die Polhöhe bzw. geographische Breite. Die Substilarzeit ist definiert durch den Stundenwinkel der

Sonne, der dem Winkel zwischen Schatten und Substilaren, d. i. die Schnittlinie der Uhrenebene mit einer auf dieser senkrecht stehenden und durch die Pole gehenden Ebene, entspricht.

Für die Konstruktion der Zifferblätter folgt aus den angeführten Relationen, daß die Stundenlinien symmetrisch zur Substilaren, also zur Projektion des Polfadens auf die Zifferblattebene, liegen müssen. Bei richtiger Orientierung des Polfadens oder des Poldreiecks besteht daher Symmetrie der Stundenlinien zur Mittagslinie. Wegen der Proportionalität von Schattenwinkel und Stundenwinkel existiert ein einfaches Verfahren, nach dem der Entwurf der genannten Zifferblätter in der älteren Gnomonik durchgeführt wurde. (Vgl. dazu etwa J. R. VON GRAFFENRIED (1629) [95] und J. F. PENTHER (1760) [198].)

Je nach Größe des Zifferblatts, die beliebig gewählt werden kann, werden zunächst ein rechtwinkliges Dreieck und dann die Zifferblätter der drei oben genannten Sonnenuhrtypen konstruiert. Einzelheiten dazu sind auf Seite 172 im Bild 19 gegeben. Einen solchen Zifferblattentwurf, wie da ausgeführt, hat schon ALBRECHT DÜRER (1473—1525) in seinem Lehrbuch „Underweysung der messung mit dem zirckel und richtscheyt in Linien, ebenen und gantzen corporen“, das 1525 in Nürnberg erschien, ausführlich behandelt. Einen Wiederabdruck des Dürerschen Textes hat E. VON BASSERMANN-JORDAN [18, S. 31—36 und Abb. 42] gegeben. Die Radien sind bei der Äquatorialuhr gleich der von der rechtwinkligen Ecke aus auf die Hypotenuse des Dreiecks gezogenen Höhe, bei der Horizontaluhr gleich der kleineren Kathete und bei der vertikalen Süduhr gleich der größeren Kathete des rechtwinkligen Dreiecks, das beispielsweise bei einer geöffneten Klappsonnenuhr durch Polfaden und dessen Projektionen auf die horizontale und vertikale Zifferblattebene gebildet wird. Die Ausführung eines solchen Entwurfs erfolgt durch Ziehen einer Senkrechten (Mittagslinie) auf einem Blatt Papier z. B. und Eintragen der Mittelpunkte für die Zifferblattkreise auf dieser Linie (vgl. Bild 19). Der Kreis für die Äquatorialuhr bildet den inneren, die Kreise für die Horizontal- bzw. Vertikaluhr bilden die äußeren, also die Berührungskreise. Durch die beiden Berührungspunkte, den oberen und unteren, werden senkrecht zur Mittagslinie zwei Tangenten an den Zifferblattkreis der Äquatorialuhr gezogen. Sie wird in 24 gleiche Teile entsprechend den Stundenwinkeln geteilt. Durch Verlängerung dieser Teilung in radialer Richtung bis zu den beiden Tangenten ergeben sich auf diesen Schnittpunkte. Sie werden mit dem Mittelpunkt des Zifferblattkreises der Horizontal- bzw. der Vertikaluhr verbunden, und damit ist die Konstruktion der Stundenlinien für diese beiden Sonnenuhren durchgeführt. Die auf diese Weise entstandenen Tangentenabschnitte stehen mit den entsprechenden Kreisradien der beiden genannten Sonnenuhren in dem Verhältnis, das durch die angeführten trigonometrischen Beziehungen bestimmt wird. Für die Konstruktion einer West- und Ostuhr (Vertikaluhren) sind nur noch die gegenüber liegenden Tangentenschnittpunkte senkrecht miteinander zu verbinden, wie im einzelnen aus der

erwähnten älteren Literatur oder neueren Arbeiten [68, S. 79, Abb. 107] und [282, S. 56—59, Bild 2] zu entnehmen ist. In der zuletzt genannten Untersuchung werden auch die für die Konstruktion von Sonnenuhren notwendigen Hilfsmittel behandelt, die beispielsweise zur Übertragung des Zifferblattentwurfs auf eine Hauswand und dergleichen benutzt werden [282, S. 73—74].

Die beschriebene Art der Konstruktion von Sonnenuhrzifferblättern wurde bei den älteren Autoren vorwiegend verwendet und ist schon für die erste Hälfte des 15. Jahrhunderts aus *Handschriften* ersichtlich (vgl. die eben erwähnten neueren Arbeiten). Kernstück dieser geometrischen Konstruktionen bleibt dabei in der Regel die Zeichnung eines entsprechenden rechtwinkligen Dreiecks, eines sogenannten Fundamentaldreiecks, dessen Verwendung auch bei gewissen Abweichungen von diesem Standardentwurf festzustellen ist, wie sie z. B. von J. R. von GRAFFENRIED (1629) [95] benutzt werden, der von einem zweimal von 0° — 90° geteilten Halbkreis ausgeht. Der Winkel der Polhöhe des betreffenden Ortes, für den das Zifferblatt konstruiert werden soll, wird von 0° aus abgetragen und dann nochmals von 90° , d. h. von 0° des zweiten Quadranten im Uhrzeigersinn. Auf diese Weise sind die Richtungen der Katheten des Fundamentaldreiecks markiert. Die Richtung der als drittes Bestimmungsstück notwendigen Höhe ergibt sich aus der Verbindungslinie vom Mittelpunkt des Halbkreises mit dem 90° -Wert. Die Einzeichnung der Parallele zur Basis des Halbkreises liefert die Hypotenuse des Bestimmungsdreiecks.

In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß ein arabischer Astronom AS-SŪFĪ (gest. etwa 1494) ähnliche Prinzipien für die Konstruktion einer Horizontaluhr mit senkrechtem Schattenstab (nicht Polstab) benutzte, die allerdings zu einer Änderung der Beziehung $\tan z = \sin \varphi \tan t$ um den Faktor $\frac{q}{r \cos \varphi}$ auf der rechten Seite der genannten Gleichung führen, wobei q die Länge des Gnomons und r der gewählte Zifferblattradius sind. (Die genannte Relation läßt sich nach Ausführung der von AS-SŪFĪ gegebenen Konstruktion — abgedruckt von C. SCHOY [233, S. 333] — leicht ablesen, wenn man die Benutzung *gleichlanger* Stunden voraussetzt, eine Annahme, die nach C. SCHOY bei diesem arabischen Autor zulässig ist.)

Bei den europäischen Gnomonikern herrschte damals auch die geometrische Konstruktion vor. J. DRECKER [68, S. 79] bemerkt dazu: „Die Berechnung der Schattenwinkel . . . machte den alten Gnomonikern große Schwierigkeiten, selbst die so einfache Formel für die Horizontaluhr $\tan z = \sin \varphi \tan t$ erforderte eine wie STÖFFLER sagt ‚operatio perfecto laboriosa‘.“ Als Gründe für diese Schwierigkeiten führt J. DRECKER das Fehlen von Tangenten- und Cotangententafeln an. Mit der Verbesserung der mathematischen Hilfsmittel wurde auch die Konstruktion von Sonnenuhren im Laufe der weiteren Entwicklung sehr erleichtert und die Ausführung von Zifferblattentwürfen eine Sache der Übung für junge Mathe-

matiker. (Vgl. R. T. GUNTHER [107, S. 158—159], der entsprechende Äußerungen des englischen Mathematikers ROGER NORTH OF JESUS, 1667 Professor in Cambridge, bringt. Vgl. z. B. auch CHRISTIAAN HUYGENS, von dem ebenfalls der Entwurf einer Sonnenuhr — Horizontaluhr für 52° — aus dem Jahre 1664 erhalten geblieben ist [136, Bd. 15, S. 563—564].)

Zur Betrachtung der *Genauigkeit von Reisesonnenuhren* wurden aus der Hellmannschen Sammlung in Potsdam drei Instrumente, die Geräte Nr. 2, 5 und 13, ausgewählt. Die ersten beiden sind Klappsonnenuhren, die von HANS TROSCHEL (TRÖSCHEL) aus Nürnberg (1601, Gerät Nr. 2) und von LEONHARD MILLER aus Augsburg (1634, Gerät Nr. 5) hergestellt wurden. Das Gerät Nr. 13, eine messigne Horizontaluhr, stammt von NICOLAS BION (vgl. dazu M. DAUMAS [59, S. 108 bis 109]) und wurde wahrscheinlich um 1720 gefertigt. Bei den Genannten handelt es sich um namhafte Meister ihrer Zeit, von denen zahlreiche Instrumente noch existieren. Diese Geräte gehören zu der großen Gruppe der Gebrauchsinstrumente, sind also nicht Spezialanfertigungen wie z. B. das „Quadratum geometricum“ von CHR. SCHISLER d. Älteren, das nur in wenigen Stücken hergestellt wurde. (Vgl. dazu die eingehenden Untersuchungen von H. WUNDERLICH [277 und 278, insbes. S. 39—93], die dieser über das Dresdener Instrument SCHISLERS von 1569 angestellt hat.) Auch hinsichtlich ihres Aufbaues halten sich diese drei Geräte der Hellmannschen Sammlung ganz im Rahmen der für diese Art der Reisesonnenuhren üblichen Konstruktion und können daher als repräsentativ für viele Geräte der gleichen Form angesehen werden (vgl. dazu auch die Instrumentenbeschreibung).

Bezüglich des bisher noch nicht erwähnten Herstellers HANS TROSCHEL (1549 bis 1612) ist die Meinung von J. G. DOPPELMAYR (1730) [66, S. 295] aufschlußreich, der ihn in Anlehnung an Bemerkungen des Nürnberger Mathematikers DAVID SCHWENTER (1585—1636) als „Compaßmacher, hatte zu seiner Zeit in dieser Kunst keinen, der es ihm gleich in allen thun kundte“ lobt. Nach J. G. DOPPELMAYR hatte H. TROSCHEL auf seinen Sonnenuhren „... die Tag-Längen, die Planeten-Stunden, dann ebenfalls darauf eine Monds-Uhr, das Ab- und Zunehmen des Mondes, einen See-Compaß, einen Wegweiser, dann auch wie ein solcher zum Feld-messen gebraucht werden mögte, kunstmäßig angeordnet“ (zit. [66, S. 295]). Die Nennung eines Seekompasses erscheint in diesem Zusammenhang etwas befremdend. Da dessen Konstruktion von denen der Landkompassse wesentlich verschieden ist (vgl. die Abschnitte über die Kompassse), kann es sich wahrscheinlich nicht um einen solchen, sondern vermutlich nur um eine Äquatorialuhr (vermutlich auf einer Klappsonnenuhr) gehandelt haben. Sie hat, wie bereits erwähnt, auch den Vorteil, zur Gezeitenbestimmung dienen zu können, und entspricht damit den „Seespiegeln“ oder „Seekompassen“, wobei diese letzte Bezeichnung nur im Sinne Sonnenuhr mit Kompaß verstanden werden darf. Die Kombination von Äquatorialuhr und einer sie umgebenden Windrose, wie z. B. bei dem Gerät Nr. 4,

läßt eine solche Verwendung als Hilfsmittel zur Bestimmung der „Hafenzeit“ u. ä. ohne weiteres zu. Das Gerät von H. TROSCHEL (Nr. 2) besitzt allerdings nur eine 16teilige Windrose, in deren Mitte sich zwar ein Loch für eine kleine Windfahne befindet, nicht aber eine Äquatorialuhr. Das Instrument ist also kein „Seekompaß“ in dem eben definierten Sinne.

Zwei der ausgewählten Geräte aus der Hellmannschen Sammlung haben mehrere Zifferblätter für die Horizontaluhr und sind für verschiedene Polhöhen verwendbar (Gerät Nr. 5 und Nr. 13). Dies hat hier den Vorteil, die Änderung der Meßgenauigkeit bei den einzelnen Zifferblättern verfolgen zu können. Da Gerät Nr. 13 nur als Horizontalsonnenuhr eingerichtet ist, wird im folgenden ausschließlich diese Sonnenuhrform betrachtet. Für die vertikalen Süduhren z. B. gelten analoge Untersuchungen, die hier jedoch nicht durchgeführt werden.

Aus der für die Horizontalsonnenuhren gültigen Gleichung

$$\tan z = \sin \varphi \tan t \quad (1)$$

lassen sich die Stundenlinien dieser Sonnenuhr wie folgt berechnen. Dabei werden die Winkel als Abweichungen vom Meridian (12^h entspricht 0° , $6^h/18^h$ entsprechen 90°) ohne Einführung eines Vorzeichens betrachtet. Die Minutendecimalen sind auf- bzw. abgerundet. Das gilt sinngemäß auch für die weiteren numerischen Angaben. Die zugrundegelegten Polhöhen sind die auf den Geräten verzeichneten bzw. durch Ausmessung festgestellten (bei Gerät Nr. 2). Die Stundenbezeichnung gilt für die entsprechenden Stundenlinien.

Polhöhe	$11^h/13^h$	$10^h/14^h$	$9^h/15^h$	$8^h/16^h$	$7^h/17^h$
40°	$9^\circ 46'$	$20^\circ 22'$	$33^\circ 20'$	$48^\circ 05'$	$67^\circ 22'$
42°	$10^\circ 10'$	$21^\circ 07'$	$33^\circ 47'$	$49^\circ 13'$	$68^\circ 11'$
45°	$10^\circ 44'$	$22^\circ 12'$	$35^\circ 16'$	$50^\circ 46'$	$69^\circ 15'$
48°	$11^\circ 16'$	$23^\circ 13'$	$36^\circ 37'$	$52^\circ 09'$	$70^\circ 10'$
50°	$11^\circ 36'$	$23^\circ 52'$	$37^\circ 28'$	$53^\circ 00'$	$70^\circ 43'$
51°	$11^\circ 45'$	$24^\circ 10'$	$37^\circ 51'$	$53^\circ 24'$	$70^\circ 59'$
$53^\circ 30'$	$12^\circ 10'$	$24^\circ 24'$	$38^\circ 48'$	$54^\circ 18'$	$71^\circ 34'$
54°	$12^\circ 14'$	$25^\circ 02'$	$38^\circ 59'$	$54^\circ 30'$	$71^\circ 41'$
55°	$12^\circ 23'$	$25^\circ 19'$	$39^\circ 20'$	$54^\circ 50'$	$71^\circ 53'$

Im Vergleich zu diesen theoretischen Werten weisen die Geräte Nr. 2, 5 und 13 die auf S. 41 genannten Daten auf, wobei die mit (1) bezeichneten Spalten die berechneten und auf die erste Dezimale auf- bzw. abgerundeten Werte und die mit (2) bezeichneten Spalten die gemessenen Werte, alle in Winkelgraden, enthalten. Bei den gemessenen Werten ist auffällig, daß die erforderliche Symmetrie, insbesondere bei größeren Winkeln nicht immer vorhanden ist, d. h., die durch einen Schrägstrich voneinander abgegrenzten Winkelgrade sind für die korrespondierenden Stundenlinien nicht gleich, sondern verschieden. Der Zifferblattentwurf ist

also nicht genau. Auch bestehen Unterschiede von Gerät zu Gerät. Am ehesten ist die Symmetriebedingung bei dem Gerät Nr. 13 erfüllt. Berücksichtigt man jedoch den verhältnismäßig großen Zeitunterschied, der zwischen der Herstellung der Instrumente Nr. 2 (1601 von H. TROSCHEL) und 5 (1634 von L. MILLER) und der des Instrumentes Nr. 13 (um 1720 von N. BION) liegt, so scheint dieses hinsichtlich der Symmetrie der Stundenlinien nur wenig verbessert. In diesem Zusammenhang ist interessant, daß an dem Typ der achteckigen messingnen Horizontalsonnenuhr, wie ihn BUTERFIELD, BION, BERNIER, LANGLOIS und andere fertigten, Kritik geübt wurde. So schrieb BEDOS DE CELLES in seinem Werk „La gnomonique pratique“ (Ausgabe 1790, S. 312, zit. nach M. DAUMAS [59, S. 108]): „On peu être convaincu que le Butterfield est un mauvais cadran, et qu'il ne faut pas compter d'y voir l'heure que très imparfaitement.“ Es wird die unvollkommene Anzeige der Stunden bemängelt. Das läßt sich bei dem vorliegenden Gerät an den Daten für 40° bzw. 50° Polhöhe besonders erkennen.

Polhöhe	11 ^h /13 ^h		10 ^h /14 ^h		9 ^h /15 ^h		8 ^h /16 ^h		7 ^h /17 ^h	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
	Instrument Nr. 2 (1601)									
53° 30'	12,2	12/13	24,4	25/25	38,8	39/39	54,3	55/54	71,6	75/73
	Instrument Nr. 5 (1634)									
42°	10,2	10/10	21,1	20/19	33,8	31/31	49,2	48/46	68,2	69/67
45°	10,7	10/10	22,2	21/20	35,3	33/32	50,8	50/47	69,2	70/68
48°	11,3	11/10	23,2	22/21	36,6	35/34	52,2	51/48	70,2	70/69
51°	11,8	11/11	24,2	23/23	37,8	37/36	53,4	53/51	71,0	71/70
54°	12,2	12/12	25,0	25/25	39,0	40/38	54,5	55/53	71,7	72/71
	Instrument Nr. 13 (um 1720)									
40°	9,8	9/9	20,4	21/21	33,3	35/34	48,1	47/48	67,4	69/68
45°	10,7	10/10	22,2	22/22	35,3	36/35	50,8	50/50	69,2	70/69
50°	11,6	11/11	23,9	23/23	37,5	38/37	53,0	53/52	70,7	71/70
55°	12,4	12/12	25,3	25/25	39,3	40/39	54,8	55/54	71,9	72/71

Nach der Beschreibung von N. BION [32, S. 394—395] wurde bei Geräten dieser Form die Teilung des Zifferblattes nach Winkelgraden durchgeführt. Ob die beiden anderen Hersteller den Entwurf ihrer Zifferblätter nach Vorlagen, die auf die Prägestempel und dergleichen übertragen wurden, oder durch Winkelmessung an diesen Hilfsmitteln selbst erlangten, bleibt unbestimmt. Der Vergleich der theoretischen Werte mit den aus den Instrumenten gewonnenen Daten zeigt Abweichungen, die teils durch Auf- oder Abrundung der genauen Winkelbeträge, teils durch die geometrische Konstruktion und ihre etwa nur auf $\pm 0,5^\circ$ mögliche Genauigkeit bedingt sind, wie sie bei solchen Geräten mit kleinen Abmessungen vorkommt. Das

bestätigen auch die folgenden Betrachtungen: Durch Differentiation von Gl. (1) nach den Variablen z und t sowie Umformen von $\cos z$ ergibt sich eine Relation (2), die die Größe des Ableseintervalls in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Ablesegenauigkeit liefert, wie H. LÖSCHNER [167, S. 94—128] in seinen Bemerkungen zur Fehlertheorie von Sonnenuhren ausgeführt hat:

$$\lambda = \frac{\sin \varphi}{1 - \cos^2 \varphi \sin^2 t} \tau \quad \text{mit} \quad \frac{dz}{dt} \rightarrow \frac{\Delta z}{\Delta t} = \frac{\lambda}{\tau}, \quad (2)$$

wobei λ das Ableseintervall und τ die geforderte Ablesegenauigkeit sind. Für die Stundenwinkel (der Substilarzeit) $t = 0^\circ$ und $t = 90^\circ$ bzw. 280° existieren die zwei Extremwerte

$$\lambda_{\min} = \sin \varphi \cdot \tau, \quad (3a)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{\tau}{\sin \varphi}. \quad (3b)$$

Sie enthalten die analytische Formulierung dafür, daß die Stundenlinien einer Horizontalsonnenuhr mit Annäherung an die Mittagslinie sich immer mehr zusammendrängen und damit die Intervalle zwischen ihnen immer kleiner werden. Setzt man als eine sehr einfache Bedingung eine Ablesegenauigkeit von nur einer Viertelstunde (im Winkelmaß $3,75^\circ$) voraus, dann ergeben Gl. (3a) und (3b) für die Polhöhen der drei Instrumente folgende Werte des maximalen und minimalen Ableseintervalls:

Polhöhe	Radius des Zifferblattes (mm)	Viertelstundenintervall für				Gerät Nr.
		λ_{\min} ($^\circ$)	λ_{\min} (mm)	λ_{\max} ($^\circ$)	λ_{\max} (mm)	
$53^\circ 30'$	27	3,0	1,4	4,7	2,2	2
54°	26	3,0	1,4	4,6	2,1	5
51°	21	2,9	1,1	4,8	1,8	5
48°	19	2,8	0,9	5,0	1,7	5
45°	17	2,6	0,8	5,3	1,6	5
42°	15	2,5	0,7	5,6	1,5	5
55°	35	3,1	1,9	4,6	2,8	13
50°	31	2,9	1,6	4,9	2,6	13
45°	26	2,6	1,2	5,3	2,4	13
40°	21	2,4	0,9	5,8	2,1	13

Die angegebenen Längen sind Bogenlängen und variieren daher mit dem Radius des jeweiligen Zifferblattes. Dieses wurde als Kreis vorausgesetzt. Da jedoch die Geräte Nr. 2 und 5 von geringer elliptischer Form (größere Halbachse in Richtung der Mittagslinie), Gerät Nr. 13 von achteckiger Form hinsichtlich der Zifferblätter

sind, verkürzen sich die in der Aufstellung gebrachten Bogenlängen bzw. verkleinern sich die Winkel um entsprechende Beträge. Sie können wegen der kleinen Dimensionen der Intervalle vernachlässigt werden. Bei den betrachteten Geräten schwankt die Größe des Ableseintervalls etwa zwischen einem und zweieinhalb Millimetern. Berücksichtigt man noch, daß die durchschnittliche Fadendicke der Polfäden bei etwa einem Millimeter liegt und damit besonders in den Mittagsstunden Schattenbreiten verursacht, die in der Größenordnung der Ableseintervalle für diese Tageszeit liegen, dann zeigt sich deutlich, wie sehr die Ablesegenauigkeit mit kleiner werdendem Zifferblattradius abnimmt. Zieht man ferner in Betracht, daß die Zifferblätter von Räderuhren gleicher Größe, also z. B. von Taschenuhren mit einem Radius von etwa 20 mm, hinsichtlich ihrer Anzeigegenauigkeit um den Faktor 2 besser sind, da hier der Zifferblattkreis nur 12teilig, nicht 24teilig ist (ein Viertelstundenintervall entspricht einem Winkel von $7,5^\circ$), dann wird das Verhältnis noch ungünstiger. Dies gilt besonders für eine Verschärfung der Ablesegenauigkeit auf Fünfminutenbeträge. Sie hat zur Folge, daß die in der obigen Aufstellung enthaltenen Werte um den Faktor $\frac{1}{3}$ verkleinert werden und damit die Grenzen der Meßgenauigkeit bei den untersuchten Geräten erreichen. Außer diesen Schwierigkeiten, die aus den kleinen Ableseintervallen und ihren Veränderungen resultieren, kommen für die Sonnenuhren noch weitere Fehlerquellen in Betracht. Abgesehen von offensichtlich falschen Aufstellungen des Gerätes bezüglich des Meridians und der Horizontebene sind es vor allem Azimut- oder Breitenfehler. Ihr Einfluß hängt u. a. von der Deklination der Sonne ab. Untersuchungen über diese Fehlermöglichkeiten liegen von H. LÖSCHNER (1906) [167] vor. Danach ist der Gang der Fehler bei falschem Azimut von Horizontalsonnenuhren so, daß der Fehler während der Äquinoktien verschwindet, im Wintersolstitium am größten und im Sommersolstitium am kleinsten ist, d. h., der Fehler variiert gerade umgekehrt wie die Sonnendeklination. Nach Berechnungen H. LÖSCHNERS betragen die Zeitfehler für 1° falsches Azimut bis etwa 4 Minuten. Der Fehler bei falscher Breite, also bei fehlerhafter Neigung des Polstabes von Horizontalsonnenuhren ist im Wintersolstitium am kleinsten, im Sommersolstitium am größten. In den Äquinoktien wird ein mittlerer Fehler beobachtet. Für 1° falsche Polhöhe liegt der Fehlerwert ebenfalls bei 4 Zeitminuten als Maximalbetrag. Interessanterweise ist der Einfluß des Breitenfehlers so, daß er beim Meridiandurchgang der Sonne verschwindet, in den Vormittagsstunden negativ, in den Nachmittagsstunden positiv ist. Daraus folgt, daß Sonnenuhren mit diesen Fehlern vormittags nachgehen und nachmittags vorgehen. Bei Zeitbestimmungen mit den drei untersuchten Geräten der Hellmannschen Sammlung wurde dieser Fehler beobachtet. Für die Aufgaben der Sonnenuhren als Kontrollgerät für Räderuhren hat dieser Fehler keine Bedeutung, wenn dabei lediglich der wahre Mittag festgestellt wird, für alle anderen Stunden ergeben sich mehr oder minder Abweichungen. Sie liegen bei 1° fehlerhafter Polhöhe noch unterhalb der Meßgenauigkeit und

werden erst bei 2° und mehr bemerkbar, soweit es Geräte mit ähnlichen Dimensionen sind, wie die eben betrachteten. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß sich für die geographische Breite Deutschlands (48° — 54°) die Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangszeiten um etwa 5 Zeitminuten pro Breitengrad verschieben. Dies ist ein Betrag, der ebenfalls noch unterhalb der Meßgenauigkeit liegt, wenn man die einfache Praxisforderung von einer Viertelstunde Genauigkeit voraussetzt. Eine solche Bedingung kann für die im 16. und 17. Jahrhundert beispielsweise notwendige Zeitregulierung als angemessen gelten. Es ist daher nicht verwunderlich, daß die Hersteller ihre Geräte zwar mit einer bestimmten Polhöhe versahen, jedoch blieb, wie eben gezeigt, der Anwendungsbereich der Sonnenuhren nicht auf diese Polhöhe beschränkt, sondern konnte etwa noch um $\pm 1^\circ$ erweitert werden, ohne zu großen Fehlern zu führen. Wie bereits erwähnt, hat N. BRON den Gültigkeitsbereich der Zifferblätter seiner Horizontaluhr noch über die angegebene Grenze hinaus erweitert. Dies führt jedoch zu Fehlern, die mit Ausnahme des Mittags auch bei einer viertelstündlichen Ablesegenauigkeit bemerkbar sind.

Aus der obigen Diskussion dreier Gebrauchsgeräte der damaligen Zeit ergibt sich, daß die Reisesonnenuhren mit ihren kleinen Zifferblättern gegenüber gleichgroßen Räderuhren benachteiligt wären. Berücksichtigt man noch die Witterungsabhängigkeit der Sonnenuhren, so folgen noch weitere Schwierigkeiten, die mit dem Gebrauch von Sonnenuhren verknüpft sind. Diese Tatsachen haben ungeachtet der höheren Herstellungskosten von mechanischen Uhren die Verbreitung der Räderuhren wesentlich begünstigt. Ferner zeigt die Untersuchung der genannten Instrumente, daß den Reisesonnenuhren in dieser einfachen Form wegen der Ungenauigkeit ihrer Zeitmessungen — mit Ausnahme des Mittages — kein wissenschaftlicher Wert zukommt. Dieser wurde allein durch Präzisionsinstrumente gewährleistet. Wohl sind auch Sonnenuhren gefertigt worden, die dieses Prädikat verdienen. (Vgl. H. MICHNIK (1922/23) [181 und 182], H. L. HITCHINS und W. E. MAY [130] und G. HASLINDE [116], die auf neuere Instrumente dieser Art aufmerksam machen, so HASLINDE auf eine Sonnenuhr mit Schattenstab von Doppelspindelform, die eine Genauigkeit von 2 Minuten besitzt.) Auf die allgemeine Herstellung von Sonnenuhren hat sich die Existenz von Sonnenuhren mit größerer Genauigkeit jedoch nur bedingt ausgewirkt. Sie wurden besonders im 18. Jahrhundert hauptsächlich als Äquatorialuhren konstruiert und ihre Anzeigegenauigkeit entsprechend der allgemeinen wissenschaftlich-technischen Entwicklung und ihrer Tendenz zur Präzisierung der physikalischen Messung durch Minuteneinteilung verfeinert. Die untersuchten Geräte gehören jedoch nicht dazu, wohl aber die Instrumente Nr. 15, D I 7 und D I 9 (von J. G. ZIMMER um 1760 gefertigt), die größeren Anforderungen genügen (die Bogenlänge des Viertelstundenintervalls ist bei Gerät Nr. 15 gleich 4,6 mm). Sie vertreten gewissermaßen einen Instrumententyp, der zur neueren, auf höchstmögliche Genauigkeit und

Zuverlässigkeit in der Handhabung bedachten Konstruktion überleitet, wie sie für das 19. Jahrhundert mehr und mehr charakteristisch wird.

Abschließend soll noch auf ein Beispiel aus der neueren Zeit hingewiesen werden, aus dem sich ergibt, daß die Kontinuität in der Herstellung von Sonnenuhren nicht immer gewahrt werden konnte und manche Konstruktionsvorteile verloren gegangen zu sein scheinen. So brachte nach dem zweiten Weltkrieg eine Berliner Uhrenfirma eine Taschensonnenuhr auf den Markt (1947¹⁾), von der in einem Werbeprospekt behauptet wird: „Nach tausenden mühevollen Messungen und astronomischen Berechnungen in Zusammenarbeit mit namhaften Fachastronomen gelang es uns, eine zuverlässige Taschen-Sonnen-Uhr zu entwickeln“(!) Die Sonnenuhr ist in ihrer äußeren Form etwa dem Gerät Nr. 20 der Hellmannschen Sammlung ähnlich. In einem schwarzen Kunststoffgehäuse (mit halbkugelförmigem Deckglas (Kunststoff) von etwa 52 mm Durchmesser ist eine Kompaßrose mit Stundenbezeichnung (5—12—19 für das Winterhalbjahr und 5—13—21 für das Sommerhalbjahr in Sommerszeit = MEZ + 1 Stunde) und einem einfachen drahtförmigen Polstab angebracht. Nach Prospekt soll die Sonnenuhr die Angaben in MEZ geben. Die Konstruktion des Zifferblattes ist jedoch nur die einer Horizontaluhr für 50° Polhöhe. Die Symmetriebedingung ist erfüllt, wie ein Vergleich der theoretischen Werte mit den am Instrument ausgemessenen Werten ergibt. Ein Schutz des Polstabes vor dem Verbiegen ist bei dem betrachteten Gerät im Gegensatz zu den Sonnenuhren der alten Kompaßmacher nicht gewährleistet. (Diese verwendeten bei solchen kleinen Geräten meist Poldreiecke, um eine gewisse mechanische Festigkeit der Schattenzeiger zu erhalten). Eine Möglichkeit zur Kontrolle der Horizontierung der Zifferblattebene ist nicht in dem neueren Gerät vorgesehen. Im Gegenteil, die Arretierung der Kompaßrose beim Nichtgebrauch der Sonnenuhr ist in der Mitte der Unterseite des Kompaßbodens angebracht und kann daher nur gelöst werden, wenn das Instrument in freier Hand gehalten wird. Dabei können geringfügige Neigungen auftreten, die zu Zeitfehlern bis etwa ± 10 min führen. Mittagslinie und magnetische Achse der Nadel können im Bereich von $\pm 10^\circ$ verstellt werden, wobei sich ebenfalls weitere Fehlermöglichkeiten ergeben. Nach dem Text der Gebrauchsanweisung soll diese Einstellmöglichkeit nicht etwa dazu dienen, die Differenz zwischen astronomischen Meridian und magnetischen Meridian zu kompensieren, sondern helfen, die Sonnenuhr nach Radiozeit (!) einstellen zu können. Dann glaubt die Herstellerfirma eine Genauigkeit von einer Minute etwa gewährleisten zu können! Es bedarf keiner weiteren Begründung, daß diese neuere Taschensonnenuhr mit Kompaß weder eine größere Genauigkeit als die betrachteten älteren Kompaß-Sonnenuhren besitzt, noch daß sie in konstruktiver Hinsicht, von der Symmetrie der Zifferblatteinteilung abgesehen, den älteren Instrumenten überlegen ist.

¹⁾ Der Name der Herstellerfirma sei hier übergangen. (Das Gerät stellte Herr Dr. K. Pätz, Berlin, freundlicherweise zur Verfügung.)

III. ÜBER DIE KOMPASSE

Im Vergleich zu dem physikalisch einfacheren Phänomen der Schattenlängen und ihrer Abhängigkeit von der Höhe des Gestirns über dem Horizont sind die magnetischen Erscheinungen wesentlich komplizierter. Nach einer Formulierung A. von HUMBOLDTS (1836—1852) [133, Bd. 2, S. 26] muß man bei der allmählichen Zunahme der Kenntnisse von den Eigenschaften des Magneten unterscheiden: das einfache Phänomen der Anziehung und Abstoßung, die Richtung der beweglichen Nadel in Folge der Wirkung des Erdmagnetismus, die Abweichung oder den Unterschied zwischen dem magnetischen Meridian und dem Meridian des Ortes, die Verschiedenheit dieser Abweichung an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche, die stündlichen (allgemeiner die zeitlichen) Veränderungen der Abweichungen und die Wahrnehmung der Inklination und der magnetischen Intensität. Modern gesprochen setzte daher die Verwendung eines Instruments, das auf diesen angeführten Erscheinungen beruht, Kenntnisse über das erdmagnetische Feld und über die magnetischen Eigenschaften der Stoffe voraus. Mit diesen waren in den früheren Epochen besonders die Alchimisten vertraut. Es ist daher nicht zufällig, daß sich in ihren Schriften Bemerkungen über den Magneteisenstein und sein Vorkommen finden (vgl. dazu etwa J. KLAPROTH (1834) [145, 146] und E. WIEDEMANN [265]).

Für Europa liegen die ersten Erwähnungen von Magnetkompassen aus dem 12. Jahrhundert, also aus einer verhältnismäßig späten Zeit vor. Hier sind als Autoren ALEXANDER VON NECKAM (1157—1217) mit dem Jahr 1190, GUYOT DE PROVINS (um 1200) mit dem Jahr 1205 etwa, JACQUES DE VITRY (etwa 1178—1240) mit dem Jahr 1218 und PETRUS PEREGRINUS VON MARICOURT (um 1269) mit dem Jahr 1269 zu nennen, die alle vom Kompaß berichteten. Daneben existieren noch weitere Quellen, die in dieser frühen Periode meist auch der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts angehören. (Vgl. darüber im einzelnen A. SCHÜCK [238, Bd. 2; 239, 240], R. HENNIG [126], E. O. VON LIPPMANN [165], A. CHR. MITCHELL [185], E. GERLAND [90, 204ff.], S. CHAPMAN [45—47, 49] und die von G. HELLMANN [118, Nr. 4, 9 und 10] und von H. BALMER [9] veröffentlichten Quellentexte.)

Die Magnetkompassse jener Zeit bestanden hauptsächlich aus sogenannten Wasser- oder Schwimmkompassen, d. h., die Magnetonadel oder der Magnetstein befand sich auf einer schwimmfähigen Unterlage in einem Wasserbehälter. Auch die Trockenkompassse, so z. B. in Form der Fadenaufhängung, wurden damals schon erwähnt. Die Verwendung des Wasserkompasses führte am leichtesten zu der technisch notwendigen Lösung, die Magnetonadel oder den Magnetstein so zu lagern, daß eine möglichst geringe Reibung entsteht und die Nadel bzw. der Stein

der Richtwirkung des erdmagnetischen Feldes folgen kann. Die für die folgenden Jahrhunderte maßgebende Form der Magnetkompass, die Trockenkompass mit Lagerung der Nadel auf einer Pinne, werden in den früheren europäischen Quellen auch schon erwähnt, und zwar in dem Brief über den Magneten von PETRUS PEREGRINUS, dessen Beschreibungen die ersten genaueren Angaben über die Kompass überhaupt vermitteln. Auf diese Geräte ist noch an anderer Stelle einzugehen. Die gleichzeitige Erwähnung eines Wasserkompasses und eines Trockenkompasses durch diesen mittelalterlichen Autor führt zu der Folgerung, daß beide Kompaßformen damals schon eine Zeit nebeneinander existiert haben müssen. Von der Konstruktion her ist der Wasserkompaß als die einfachere und daher ursprünglichere Form anzusehen, die den wenigsten technischen Aufwand, soweit von einem solchen überhaupt zu sprechen ist, erfordert. Oft wurde die Magnetnadel nur durch ein Stück Schilfrohr oder einen Halm gesteckt. Dies führte zu der alten Bezeichnung für Magnetnadel „Calamita“. Die Bedeutung dieses Wortes ist in Anlehnung an J. KLAPROTH (1834) [145] von J.-J. HESS (1919) [127] „als die mit dem Halme versehene“ dargestellt worden. Dieses scheint gegenüber der üblichen Interpretation sinnvoller, wo „Calamita“ als kleiner, im Schilfrohr sitzender Laubfrosch gedeutet wird. (Vgl. J. KLAPROTH [145, S. 37] und J. NEEDHAM [190, S. 4], der eine ähnliche Bezeichnung aus alten chinesischen Quellen anführt, sowie E. O. von LIPPMANN [165, S. 34—35].)

Das verhältnismäßig späte Auftreten des Kompasses in Europa ist in der Literatur häufig diskutiert und nach seinem Für und Wider untersucht worden. Da diese Frage für den Wert des Kompasses als Gebrauchsinstrument nicht ohne Bedeutung ist und gewisse Rückschlüsse auf die Herstellung dieser Geräte zuläßt, sind einige Bemerkungen dazu angebracht.

Während die Fertigung astronomischer Instrumente einschließlich der für die Praxis notwendigen Sonnenuhren durch die Astronomen und Mathematiker des Altertums und der späteren Zeit vorangetrieben und gefördert wurde, scheint die Entwicklung der Kompass nur durch die an diesem Hilfsmittel besonders interessierten Personenkreise, speziell durch die Seeleute betrieben worden zu sein. In der erwähnten einfachen Form als Wasserkompaß ohne Gradeinteilung und dergleichen konnte der Kompaß lediglich als rohes Instrument zur einfachen Abschätzung der Nord- bzw. der Südrichtung verwendet werden. Erst mit der Verfeinerung der Navigation (vgl. etwa E. GELCICH (1892) [88] und H. WAGNER (1918) [260] und bezüglich des Vorderen Orients G. FERRAND (1928) [81] und H. HASAN (1928) [114]), wie sie Fahrten außerhalb der Küstenbereiche erforderten, scheinen auch die Ansprüche an die Konstruktion und Güte der Kompass erhöht worden zu sein. Wann dies zeitlich etwa anzusetzen ist, geht aus der Literatur nicht eindeutig hervor. Doch ist es sicher nicht zufällig, daß etwa zur Zeit der Kreuzzüge, dem 12. und 13. Jahrhundert, die navigatorischen Methoden soweit entwickelt gewesen sein mußten, daß die Erreichung eines bestimmten

Zieles als wahrscheinlich vorausgesetzt werden konnte. Die Schiffsführer hatten an der Entwicklung des Kompasses als Orientierungsmittel ein unmittelbares Interesse, das sich allerdings vermutlich nur auf diesen Kreis beschränkt hat. Im Orient dagegen, wo in China die Magnetnadel oder der Magnetstein auch als Hilfsmittel bei den sogenannten geomantischen Kompassen oder Deutungsscheiben, also für okkultistische Zwecke benutzt wurde, und in der muselmanischen Welt, wo die Kompassse auch zur Bestimmung der Richtung nach Mekka verwendet wurden, lag wahrscheinlich ein allgemeineres Interesse für solche Instrumente vor, das sich auf die Entwicklung dieser Geräte selbst ausgewirkt und speziell in China das relativ frühe Vorkommen von kompaßartigen Geräten im Vergleich zu Europa mit bedingt hat (vgl. dazu J. NEEDHAM [189, Bd. 4, 1] und S. 77). Bei der Verwendung des Kompasses nur als Hilfsmittel für Seefahrer ist auch die Existenz von Berufsgeheimnissen maßgebend. Sie verhinderte oder erschwerte eine Weitergabe solcher Kenntnisse über den Magneten an Außenstehende. In diesem Sinne hat G. SARTON [213, Bd. 2, 2, S. 509] das scheinbar unvermittelte Einsetzen der Berichte über den Magnetkompaß in Europa beurteilt und die Verfasser der ersten vorhandenen Quellen als „Außenseiter“ gekennzeichnet, die damals noch nicht allgemein bekannte Instrumente beschreiben oder erwähnen. Aus dieser Außenseiterrolle der Berichterstatter erklärt sich auch manche der Unvollkommenheiten in den Gerätebeschreibungen.

Die besondere Stellung des Kompasses als ein für verschiedene Berufe wichtiges Instrument ergibt sich z. B. auch aus einer Untersuchung von H. WEHNER (1905) [262]. Er überprüfte die Ostwestlagen mittelalterlicher Kirchen und glaubte dabei Abweichungen feststellen zu müssen, die auf die Benutzung von Kompassen beim Einfluchten hinweisen und die in ihrer Größe etwa den Beträgen der magnetischen Mißweisung entsprechen sollen. H. WEHNER schließt daraus, daß der Kompaß für bautechnische Zwecke bereits vor dem 12. Jahrhundert verwendet worden sei. Diese Folgerungen des Autors sind verschiedentlich angezweifelt worden, so von E. O. VON LIPPMANN [165, S. 14] und A. NIPPOLDT [195], der auf die Problematik einer solchen Bestimmung des magnetischen Azimuts bei Kirchen, insbesondere auf die Schwierigkeiten bei der Festlegung der Gebäudeachse hinweist und durch Untersuchungen belegt. Diese Diskussion ist in diesem Zusammenhang nur insofern von Bedeutung, als H. WEHNER eine solche Frage überhaupt aufgreift. Dabei stützt er sich auf folgende spätmittelalterliche Quelle: Der Straßburger Meister LORENZ LACHER schrieb 1516 für seinen Sohn MORITZ LACHER „Item so du wildt ein Khor an das Hochwerckh anleg wo er stehn sol, der abmerckung, der sonen aufgang, so nimb ein Khumbast, setz den auf ein winkelmaß, und laß den magnad auf die mitdaglinie stehn“ (zit. nach A. NIPPOLDT [195, S. 110], der diese Stelle ebenso wie H. WEHNER dem Werk von A. REICHENSPERGER „Kleine Schriften über die Kunst“ 1848 entnommen hat). Nun gehören für die genannte Zeit 1516 die „Kompassse“, also die Sonnenuhren mit Kompaß — um eine solche mag es

sich wohl gehandelt haben —, zu bekannten Hilfsmitteln, die längst nicht mehr neu waren. Lediglich die Form der Weitergabe, schriftlich an den Sohn des Meisters, ist von Interesse, da es sich hier um eine Weitergabe von Berufsfertigkeiten oder möglicherweise um eine Bauhüttenvorschrift handelt. Diese Benutzung des Kompasses als Instrument für die Lösung praktischer Aufgaben findet sich auch im Bergbau und reicht hier bis etwa zum 12. Jahrhundert zurück (vgl. [104] und [165]). Seit dem ersten Vorkommen des Kompasses, das aller Wahrscheinlichkeit nach in Europa für eine noch frühere Zeit anzunehmen ist, als die bisher bekannten Quellen aussagen, hat sich der Aufbau dieser Instrumente im Prinzip wenig geändert. Einzelheiten werden dazu im folgenden betrachtet.

1. Zum Aufbau der Kompass

Im Trockenkompaß lagert in einer meist dosenähnlichen Kompaßbüchse die Magnetnadel auf einem in der Mitte angebrachten senkrechten Auflagestift, der Pinne, und ist auf dieser horizontal frei beweglich. Die vertikalen Bewegungen der Nadelenden werden durch die Höhe des Gehäuses und durch die Form des Hütchens bestimmt. Das *Kompaßgehäuse* hat nur dann eine von der Kreisform abweichende Gestalt, wenn der Kompaß für Vermessungszwecke gebraucht wurde. Bei solchen Kompassen ist die Kompaßbüchse quadratisch oder rechteckig und besitzt damit Anlegekanten für ein Lineal, Richtscheit oder ähnliches. (Möglicherweise hatte das von LORENZ LACHER 1516 erwähnte Instrument auch diese Gestalt.) Die meist rechteckig geformten Klappsonnenuhren ließen sich ebenfalls für diese Zwecke benutzen. (Vgl. hier und im folgenden die Instrumentenbeschreibung, insbesondere die Kompass, Geräte Nr. 47 und 48.) Bei den Kompassen für seemännische Aufgaben ist das Gehäuse verhältnismäßig hoch oder gar kesselförmig vertieft, um der Magnetnadel bzw. der Kompaßrose an ihren Enden eine große Bewegungsfreiheit zu ermöglichen. Das äußere Gehäuse befindet sich in einer kardatischen Aufhängung (vgl. Gerät C VI 2), damit eine horizontale Lage bei davon abweichenden Schiffslagen gewährleistet wird, wie z. B. schon in den Kompaßbeschreibungen des 16. Jahrhunderts verzeichnet ist (vgl. PEDRO DE MEDINA (um 1545; 1561), abgedruckt in [9, S. 295—309, insbes. S. 298]). Zur Vermeidung der äußeren Einflüsse u. ä. ist die Kompaßbüchse mit einem durchsichtigen Stoff, in der Regel Glas, abgedeckt. Dabei werden auch kugelförmige Abdeckgläser verwendet, die in gleicher Weise wie die kesselförmige Vertiefung des Kompaßbodens wirken. (Vgl. dazu die Geräte Nr. 20 und 21, die allerdings nur Nachahmungen solcher Kompass sind.)

Die Gestaltung der *Windrose* ist vielfältiger. Zwar wird auch sie durch die vorgesehene Verwendung des Kompasses in ihrer Form bestimmt, doch ergeben sich zahlreiche Abweichungen. Neben der einfachen Windrose, auf der lediglich die vier

Hauptwindrichtungen sind — im 16. und 17. Jahrhundert vorwiegend mit ihren lateinischen Namen bezeichnet — treten Steilige, 16teilige und 32teilige Windrosen auf. Diese sind bei Seekompassen am gebräuchlichsten. Ihre 32-Teilung entspricht einer gleichgroßen Anzahl von Windstrichen oder Rhumben (Rhomben) von je $11\frac{1}{4}^\circ$, nach denen die Festlegung des Schiffskurses erfolgte. Bei den Windrosen sind im allgemeinen einzelne Hauptwindrichtungen besonders markiert. So wird bei den Kompassen des 16. bis 18. Jahrhunderts und später die Nordrichtung durch eine stilisierte Lilie hervorgehoben, die Ostrichtung durch ein Kreuz oder einen Stern. Bei manchen Kompassen sind auch die West- und die Südrichtung besonders gekennzeichnet. Die Nordmarke in Lilienform, gewöhnlich als französische Wappenlilie gedeutet, soll nach der Interpretation von A. SCHÜCK [237, S. 25] die „Nachahmung des pfeil- oder wurfspießförmigen Magnets einer Schwimmbussole [sein], mit den an ihm befestigten und ihn tragenden Stückchen Holz, die ursprünglich sich durch das Binden bogen, dann aber geflissentlich gebogen und verbreitert wurden, um die Wasserfläche ruhiger zu halten“. Die Ansicht A. SCHÜCKs erscheint zwar glaubhaft, jedoch liefern die alten Berichte über die Wasserkompassse nichts, was diese Vorstellungen belegen könnte (vgl. die Berichte in [145, S. 57—60], [146, S. 22—23], [165] und [190]). Falls die Befestigung der Magnetnadel überhaupt erwähnt wird, handelt es sich meist um Durchstecken der Nadel durch Schilfrohr oder sonstige Halme. Diese Art der Nadelanbringung wird auch von einem mittelalterlichen Autor, HEINRICH VON CROLEWITZ (um 1252/53), erwähnt, auf den A. SCHÜCK [240] selbst hingewiesen hat. Außerdem läßt die Form der Nordmarke als Wappenlilie noch andere Erklärungsmöglichkeiten zu, so die eines einfachen Richtungspfeiles, der künstlerisch verziert worden ist, ohne daß unbedingt eine Beziehung zur Magnetnadel vorausgesetzt werden muß.

Die Windrosen jener Jahrhunderte sind in der Regel in 360° feingeteilt. Dabei erfolgt die Teilung durchlaufend oder in Form vierfacher Quadranten (0° — 90°). Daß dies oft willkürlich vorgenommen wurde, zeigt eine kleine Zusammenstellung die H. WINTER (1935) [271] in seiner Betrachtung des Briefes von PEREGRINUS gegeben hat. In den verschiedenen Abschriften davon sind die Zeichnungen der betreffenden Kompassse teils mit durchlaufender, teils mit Quadrantenzählung versehen.

Bei den Seekompassen ist die Gradeinteilung gewöhnlich mit der Teilung in Windstriche und ihren Vielfachen kombiniert. Der Windrosenstern, entstanden durch die geometrische Form der Kreisteilung, bietet meist Raum zur künstlerischen Ausgestaltung, so durch farbige Hervorhebung der Haupt-, Zwischen- und Nebenwindrichtungen usw. Falls die Kennzeichnung der einzelnen Zacken des Windrosensterns durch Schraffur erfolgte, weisen die niederländischen und die romanischen Windrosen Besonderheiten auf. Diese sind wechselseitig, jene einseitig schraffiert, jeweils bezogen auf den durch die Windrosenmitte gelegten Kreis-

durchmesser (vgl. A. SCHÜCK [237, 238]). Die Windrosenbezeichnungen sind bei den Kompassen deutscher, englischer u. ä. Herkunft durch formale Teilungen, wie N, NE usw. gewonnen worden, aus denen sich z. B. keine Rückschlüsse auf meteorologische Erfahrungen ziehen lassen. Anders ist das jedoch bei den Windrosenbezeichnungen der Völker des Mittelmeergebietes. So enthält die Windrose einer römischen Sonnenuhr aus dem 3. Jahrhundert (vgl. [167, S. 36]) z. B. für Südwesten die Bezeichnung „Africus“ (Tunis). Damit wird das Herkunftsland dieser Luftströmung (Advektion von Tropikluft nach modernen Vorstellungen) bezeichnet. Ähnliches gilt auch für die Namen auf italienischen Windrosen, z. B. Levante für E oder Sirocco für SE. Die Herkunft dieser Bezeichnungen hat A. REHM (1916) [205, insbes. S. 30—36] näher untersucht. (Vgl. dazu ferner A. BREUSING (1890) [37, S. 6—14].) Sirocco bedeutet auch im neueren meteorologischen Sprachgebrauch einen warmen Wind föhnnartigen oder advektiven Charakters (vgl. [139, S. 462]).

Die mit der Entstehung und Entwicklung der Windrosen zusammenhängenden Fragen hat besonders HELLMANN eingehend verfolgt (1920) [124, S. 49—59] und die wichtigste Literatur darüber zusammengestellt. Wesentlich ist hier die Tatsache, daß die Windrosen des Mittelalters und der früheren Zeit noch nicht immer gleichabständig waren, oft nur aus den vier Hauptwindrichtungen bestanden, denen Nebenwinde oder Seitenwinde („Gesellen“) zugeordnet wurden, ohne daß die Richtung dieser Zwischenwinde einer gleichmäßigen Winkelteilung entsprach. Eine genauere Einteilung des Horizonts ergab sich durch die Steilige Windrose, deren Einführung bereits in der Antike vollzogen wurde. Nach HELLMANN wurde der Horizont in acht gleiche Abschnitte so geteilt, daß die vier Kardinalpunkte in der Mitte der Sektoren der Windrose lagen. Ursprünglich waren die Windnamen auf die ganzen Sektoren, später jedoch auf die jeweils um 45° voneinander abstehenden Punkte bezogen. Durch weitere Teilungen der Sektoren ergaben sich die 16teilige, 32teilige und 64teilige Windrose. Nach HELLMANN'S Ansicht entstand daraus die Gradeinteilung des Horizonts für Schifffahrtsw Zwecke, die „wahrscheinlich erst im 15. oder gar im 16. Jahrhundert“ [124, S. 54] eingeführt wurde. Diese Datierung dürfte jedoch in Hinblick auf die damals schon längst mit Gradeinteilung versehenen Astrolabien u. ä. zu spät angesetzt sein. Über die Verbreitung der verschiedenen Windrosen bemerkte HELLMANN, daß die italienische Windrose mit ihren mehr lokal orientierten Bezeichnungen sich für seemännische Zwecke weniger brauchbar erwies als die formalen Windrosenteilungen der deutschen, englischen u. ä. Windrose. Diese gingen auch in die spanische und portugiesische Literatur über Nautik ein. HELLMANN glaubt, sicher nicht zu Unrecht, „daß auch die Taschensonnenuhren, die aus Deutschland (Nürnberg, Augsburg) nach der iberischen Halbinsel kamen und die oft so eingerichtet waren, daß sie zur Bestimmung der Windrichtung dienen konnten, zur Verbreitung der deutschen Windnamen etwas beigetragen haben“ (zit. [124, S. 56]).

Die Verwendung der Klappsonnenuhren beispielsweise als Hilfsmittel zur Bestimmung der Windrichtung erfolgte so, daß die zusammengeklappte Sonnenuhr in den magnetischen Meridian bzw. den astronomischen Meridian bei Berücksichtigung der Mißweisung eingerichtet wurde, wobei die Stellung der Magnetnadel durch das Loch in der oberen Platte der Sonnenuhr beobachtet werden konnte (vgl. z. B. Gerät Nr. 2). In die Mitte der messingnen Äquatorialuhr und damit der Windrose wurde eine kleine, gewöhnlich messingne Windfahne gesteckt und ihre Stellung dann beobachtet. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang, daß die Windrosen mit ihren formalen Teilungen öfter mit Witterungsangaben gekoppelt wurden. Ein aufschlußreiches Beispiel liefert dafür das Instrument D I 25, eine viereckige messingne Büchsen Sonnenuhr eines ungenannten Herstellers, vermutlich von CHR. SCHISLER, etwa aus der Zeit um 1575, wo folgende Angaben eingetragen sind:

N: „SCHONKALT“ NE: „KALT SCHON“ E: „SCHON“ SE: „HALBSCHON“
 S: „GEWILCK“ SW: „REGEN“ W: „TRIB“ NW: „SCHONSCHVR“. (Die Richtungsangaben sind in deutscher Bezeichnung, lediglich zur Abkürzung wurde hier die moderne Form gewählt; „schon“ bedeutet „schön“. Genau die gleichen Angaben enthält eine Büchsen Sonnenuhr SCHISLERS (?), abgebildet bei E. ZINNER [282, Taf. 40, Abb. 2]. Vgl. auch Narod. Techn. Muzeum Praha 1961. S. 8.)

Eine Betrachtung der angeführten Witterungsmerkmale zeigt, daß diese Windrose die wichtigsten meteorologischen Eigenschaften enthält, die diejenigen Luftmassen besitzen, welche aus den genannten Richtungen nach Mitteleuropa advehiert bzw. herangeführt werden, so trockenkalte Festlandsluft aus den Richtungen N und NE (im Winter) oder feucht(warme) Luftmassen aus S, SW und W. Das typische Schauerwetter oder Rückseitenwetter aus nordwestlicher Richtung ist ebenfalls eindeutig in dem „SCHONSCHVR“ charakterisiert. In dieser Klassifikation sind Merkmale zur Kennzeichnung des Wetters enthalten, die in späterer Zeit, im 19. Jahrhundert, zu einer Beschreibung des Wetters mittels „Windrosen“ geführt haben, wobei die Temperaturverhältnisse, die Niederschlagsverhältnisse und die Luftdruckverteilung nach Windrosen aufgliedert wurden (vgl. etwa H. MOHN (1875) [186, S. 168—176]; weitere Literatur siehe [150]).

Bei den Landkompassen befindet sich die Windrose gewöhnlich auf dem inneren Boden der Kompaßbüchse oder auf dem Gehäuse rand. Mittagslinie der Kompaß-Sonnenuhren und Nordsüdrichtung der Windrose stimmen nicht immer überein, da öfter die Windrosen um den Betrag der Mißweisung gegenüber dem Meridian verdreht sind. Damit haben diese mißweisenden Windrosen auch Bedeutung für die Werte der magnetischen Deklination, auf die noch an anderer Stelle eingegangen wird. Außer den Hauptwindrichtungen, die gewöhnlich mit ihren lateinischen Bezeichnungen septentrio (Norden), ortus (Osten), meridies (Süden), occasus (Westen) benannt sind, enthalten die Kompass der betrachteten Zeit die Windnamen in der Landsprache bzw. die entsprechenden Abkürzungen. Im 17. und

dann im 18. Jahrhundert werden Kompasser häufiger, die eine Gradeinteilung tragen, welche als Teilkreisring etwa in Höhe der Magnetnadel angebracht ist. Diese Form besitzt gegenüber den Teilkreisringen auf dem inneren Kompaßboden oder auf dem äußeren Gehäuserand den Vorteil, daß die Einstellung der Magnetnadel auf einen bestimmten Wert des Teilkreises bequemer und genauer abgelesen werden kann als in den Gerätekonstruktionen, wo der Abstand zwischen Teilkreis und Nadel größer ist. Geräte, in denen der Teilkreis als eine Art Zwischenring zwischen Kompaßboden und Schutzglas angebracht ist, sind z. B. die Instrumente Nr. 14 und D I 94. J. S. T. GEHLER (1751—1795) [86, T. 1, S. 521—522] schreibt in Anlehnung an P. VAN MUSSCHENBROEK (1692—1761) und J. E. BODE (1747 bis 1826) darüber wie folgt: „Auf diesem Teilkreis-Ring zeigt die Richtung der Nadel den magnetischen Meridian, und die Abtheilung in Grade verstattet leicht, daraus den wahren Meridian und die Lage der Weltgegenden zu finden, wenn die Größe der Abweichung bekannt ist.“ Falls dazu noch ein Diopterlineal benutzt wird, habe man nach J. S. T. GEHLER eine Bussole für „Operationen der praktischen Geometrie“.

Die Landkompasser unterscheiden sich in ihrer Konstruktion von den Seekompassen hauptsächlich darin, daß bei diesen das Windrosenblatt auf der Magnetnadel befestigt ist. Dies ergibt sich aus der Benutzung des Kompasses als Hilfsmittel zur Navigation und ermöglicht die Innehaltung eines bestimmten Windstriches entsprechend dem einzuhaltenden Kurs, wobei der jeweilige Windstrich mit einer am Kompaßgehäuse festen Steuermarke zur Deckung gebracht wird. Über die Herkunft dieser konstruktiven Eigentümlichkeit liegen in der Literatur keine eindeutigen Aussagen vor. Bereits der in dem Brief des PETRUS PEREGRINUS (1269) beschriebene Wasserkompaß ist mit einer Art Kompaßrose versehen (vgl. auch S. 67). Spätere Autoren schildern diese Form, d. h. die auf der Magnetnadel befestigte Windrose, also die Kompaßrose, als ein selbstverständliches Merkmal der Seekompasser (vgl. z. B. die Schriften von PEDRO DE MEDINA (um 1545) und ROBERT NORMAN (um 1580), auszugsweise abgedruckt in [118, Nr. 10] und [9]).

In diesem Zusammenhang wurde besonders im 19. Jahrhundert die Frage diskutiert, ob die Kompaßrose französische oder italienischen Ursprungs sei, d. h. ob PETRUS PEREGRINUS oder der Lotse aus Amalfi, GIOVANNI GIOIA (oder FLAVIO GIOJA, um 1300), als Erfinder zu gelten haben. Die Untersuchungen brachten keine Entscheidung in dem einen oder anderen Sinne, sondern es zeigte sich, daß solche Betrachtungen nicht auf Europa allein beschränkt werden können und im Zusammenhang mit der entsprechenden Entwicklung im Orient gesehen werden müssen. (Vgl. dazu etwa D. A. AZUNI (1805) [5], F. VENANSON (1808) [258], J. KLAPROTH (1834) [145, 146], E. O. VON LIPPMANN (1933) [165] und H. BALMER (1956) [9, insbes. S. 730—731].) Ein neuerer Autor, W. SCHLEIF (1953) [219, S. 27], meint zu dieser Frage sogar, daß die Kompaßrose erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts durch englische und französische Instrumentenmacher eingeführt worden

sei, was sich jedoch mit den angeführten literarischen Quellen aus dem 16. und 17. Jahrhundert usw. nicht vereinbart. (Über die Form moderner Kompaßrosen vgl. etwa W. E. MAY und L. S. BRODIE [176] sowie G. ROSE [210].)

Die Magnetnadel der Kompassrose ist bei den in Betracht kommenden älteren Instrumenten im allgemeinen pfeilförmig gestaltet, wobei die Pfeilspitze sowohl das Nordende als auch das Südende kennzeichnen kann. Letztere Form war die ursprünglichere. Sie beruht auf der Tatsache, daß für einen Beobachter auf der Nordhalbkugel die Sonne am Südteil des Himmels erscheint. Auch allgemeine Erfahrungen, wie die günstigeren Lebensbedingungen in südlicheren Breiten gegenüber nördlicher liegenden Gebieten (bezogen auf die Nordhalbkugel der Erde), haben zu dieser Bevorzugung der Südrichtung beigetragen. Daher scheint es nur folgerichtig, daß die Magnetnadel zunächst als Südweiser auftritt und eine nach Süden zeigende Spitze besitzt. Vermutlich wurde diese Form auch durch die Orientierung alter geographischer Karten mit angeregt, deren oberer Rand nach Süden zeigte (vgl. etwa L. BAGROW (1951) [7]).

Speziellere Begründungen für die Südorientierung, z. B. bei den Chinesen, geben J. KLAPROTH [146, S. 3] und E. O. VON LIPPMANN [165, S. 4]. Jener führt als maßgebend für diese Südorientierung die Land- und Seereisen in südlichere Gebiete, dieser die Lage der wirtschaftlich reicheren Landstriche im Süden Chinas an. Beide Argumente sind jedoch nur von beschränkter Gültigkeit, da sie lediglich auf den allgemeinen geographisch-klimatologischen Bedingungen beruhen. E. G. R. TAYLOR [253], die sich auch mit den Motiven für die Südorientierung u. ä. beschäftigte (auszugsweise übersetzt von H. BALMER [9, S. 840—843]), schreibt dem Weltreisenden die Bevorzugung der Nordrichtung (zum Polarstern), dem Astronomen die der Südrichtung (Mittagshöhen der Sonne), dem Dichter die der Westrichtung (zu den „Inseln seiner Träume“) und dem Wahrsager die der Ostrichtung (Sonnenaufgang) zu. Damit bringt die Autorin zwar eine besondere literarische Formulierung, doch gilt diese nur *cum grano salis*. Sie beruht auf der Voraussetzung einer strengen Arbeitsteilung in einzelne Berufe, die zwar für die moderne, nicht aber für die früheren Gesellschaftsordnungen erfüllt ist, in denen z. B. der Astronom oft zugleich Sterndeuter, also Wahrsager war. Die südweisenden Nadeln besitzen gewöhnlich T-förmige oder kreuzförmige Nordenden. Dabei wird das T-förmige als Abkürzung für die italienische Bezeichnung „Tramontana“ (Norden) interpretiert (vgl. [176]). Abbildungen über die im 15. Jahrhundert und später benutzten Nadelformen finden sich z. B. in dem berühmt gewordenen Werk von WILLIAM GILBERT (1544—1603) „De Magnete“ (London 1600, insbes. Buch 4) und in der „Hydrographie“ von GEORGES FOURNIER (1595—1652; Paris 1643). (Vgl. dazu die angeführten Quellentexte von G. HELLMANN [118] und H. BALMER [9].)

Bei den Kompassen des ausgehenden 17. Jahrhunderts und später sind die Magnetnadeln mit ihren pfeilförmigen Spitzen vorwiegend nach Norden orientiert.

NICOLAS BION berichtete in seinem „Traité de la construction et des principaux usages des instruments de Mathématique“ (Paris 1709) über die Herstellung von Magnetnadeln. Diese wurden aus Blech geschnitten und mit einem daraufgelöteten Kupferhütchen von gewöhnlich quadratischer Form versehen. (Bei neueren Geräten ist dies meist rund.) Nach N. BION besaßen die großen Nadeln wurfpfeil- oder pfeilförmige Nordenden. Bei den mittelmäßigen und kleinen Nadeln macht man gegen das Ende zu einen Ring, um die Seite, die sich gegen Mitternacht kehren muß, von der anderen zu unterscheiden, wie J. G. DOPPELMAYR in seiner Übersetzung des Bionschen Werkes, in der „Mathematischen Werck-Schule“ schrieb [32, S. 179]. (Vgl. auch die Instrumentenbeschreibung, Gerät Nr. 13.) Neben diesen aus einem Stück gefertigten Nadeln gab es auch Nadeln, die nur aus zwei zusammengebogenen Drähten bestanden, wie z. B. MARTIN CORTÉS (gest. 1582?) in seinem Werk über Schifffahrtskunde 1551 anführte (vgl. [118, Nr. 10] und [9, S. 80]). Im 18. Jahrhundert hieß es über die Unzuverlässigkeit solcher drahtförmiger Nadeln: „oder (welches noch elender ist) man nimmt nur einen dünnen Drath welcher nicht einmal in gerader Linie von Süden nach Norden gehet, sondern in Form einer länglichen Raute um den Mittelpunkt gebogen ist. Dergleichen Nadeln haben niemals richtige Pole.“ Die Probe über die Zuverlässigkeit sollte mit Eisenfeilspänen gemacht werden. (Zit. aus der Ankündigung über einen neuen, im Auftrage der Hamburgischen Gesellschaft zur Beförderung der Künste und nützlichen Gewerbe herzustellenden Kompaß 1768, abgedruckt in A. SCHÜCK [237, S. 43].) Die Benutzung von drahtförmigen Nadeln ergab sich aus der Notwendigkeit, die Kompaßrose leicht zu machen. Dies erfolgte natürlich auf Kosten des magnetischen Momentes der Nadeln. J. K. HORNER (1774—1834) — in J. S. T. GEHLER (1826) [87, Bd. 2, S. 193] — charakterisierte diese zwei Tendenzen in der Entwicklung der Nadeln: „So schwankt man noch bis jetzt zwischen entgegengesetzten Einrichtungen hin und her, indem die einen durch die Leichtigkeit der Nadeln ihre Reibung vermindern, die anderen durch die Schwere derselben das magnetische Moment zu verstärken glauben.“ Dies gilt auch in gewissem Sinne für die Entwicklung der Magnetometer, die noch an anderer Stelle zu erwähnen ist (vgl. S. 63). Das System Nadel und Windrosenblatt wurde bei den neueren Kompaßrosen verändert und anstelle einer Nadel durch mehrfache Nadeln unter der Windrose als THOMSON-Kompaßrose ersetzt (vgl. z. B. Handbuch der Nautischen Instrumente aus dem Jahre 1882 [109, insbes. S. 212—215], Kompass von W. THOMSON).

Die Magnetisierung der Nadel erfolgte durch Streichen mit einem Magneteisenstein oder durch Annäherung eines solchen. Diese Methode wurde schon von PETRUS PEREGRINUS (1269) erwähnt. Sie setzt allerdings eine genügend große Polstärke des verwendeten Magnetsteins sowie eine ausreichende Remanenz bei den benutzten Magnetnadeln voraus. (Zur Geschichte der Magnetisierung vgl. E. GERLAND (1908) [89] und E. WIEDEMANN (1909) [264], der darauf hinweist, daß auf Grund

von Versuchen das Annähern eines Magnetsteines fast den gleichen Magnetisierungsgrad ergibt wie das Streichen.) Da die magnetischen Eigenschaften der Ferromagnetika nicht nur von der magnetischen Feldstärke und der Art ihrer Einwirkung, sondern auch weitgehend von der Materialbeschaffenheit abhängen, kommt der Güte der benutzten Magnetnadeln besondere Bedeutung zu. Hier handelt es sich um die Eigenschaften der verwendeten Dauermagnete. Wie aus den alten Beschreibungen, z. B. der des PEREGRINUS, hervorgeht, war die Qualität der benutzten Nadeln damals gering, und man konnte diese kaum als künstliche Dauermagnete ansehen (vgl. dazu auch E. GERLAND [90, S. 209] und H. WINTER [270]). Auch in späterer Zeit ließ die Güte der Dauermagnete noch zu wünschen übrig, und der Magnetstein wurde meist als wichtigstes Hilfsmittel angeführt, um die Nadeln erneut zu magnetisieren. PEDRO DE MEDINA meint in diesem Zusammenhang, daß der Seemann den Magneteisenstein immer bei sich führen und damit die Nadel „sanft berühren“ müsse (zit. nach [9, S. 297—298]). Die Güte der Magnetnadeln wurde erst im 18. Jahrhundert etwa, als die Technologie der Stahlherstellung gegenüber früher wesentlich verbessert werden konnte, soweit entwickelt, daß man von zuverlässigen künstlichen Dauermagneten sprechen konnte, die den gesteigerten Anforderungen an die Kompassse u. ä. genügten. Es ist nicht verwunderlich, daß bis dahin größere Magneteisensteine sehr gefragt waren und für diese ein hoher Preis gezahlt werden mußte. Die Methode des einfachen Streichens, die schon W. GILBERT erwähnte und die SERVINGTON SAVERY (1730) in den „Philosophical Transactions“ bekanntmachte, und dann die des doppelten Streichens, die unabhängig voneinander JOHN CANTON (1718—1782) und MICHELL (1750) angaben, ermöglichte die Herstellung von genügend starken künstlichen Dauermagneten. Auch CH.-A. DE COULOMB (1736—1806) benutzte zur Magnetisierung die Methode des Doppelstrichs, jedoch nach der Beschreibung von F. U. TH. AEPINUS (1724—1802; 1759) [1]. (Vgl. COULOMB (1780) [54] und (1785 ff.) [55, S. 22], außerdem E. GERLAND und F. TRAUMÜLLER [91, S. 346—349].)

Die Annäherung des Magnetsteins an die Magnetnadel, die in den alten Quellen mehrfach erwähnt ist, bezweckte nicht nur ein erneutes Magnetisieren, sondern diente auch dazu, die Nadel in kleine Schwingungen zu versetzen, um so eine eventuell vorhandene mechanische Trägheit zu beseitigen, die das Einstellen der Nadel in den magnetischen Meridian verhindern könnte. Diese auch heute noch benutzte Auslenkungsmethode liegt auch dem Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Momente der Nadeln zugrunde (vgl. dazu etwa A. SCHMIDT (1917) [221]).

Bei den Kompaßrosen, wo die Magnetnadel mit dem Windrosenblatt fest verbunden werden mußte, traten öfter Schwierigkeiten auf. Diese wurden in der Literatur des 16. bis 18. Jahrhunderts, speziell in den Darstellungen über die magnetischen Seekompassse, ebenso eingehend diskutiert wie auch in der danach folgenden Zeit. Es sind das die bekannten Fehler der Kompassse, die etwa mit der

Form und dem Material der Nadel und dem Grad ihrer Magnetisierung beginnen und bei der Lagerung der Nadel auf der Pinne, der Form und dem Gewicht des Windrosenblattes (bei der Kompaßrose) enden. Für die Benutzung der Kompassse auf See ergaben sich darüber hinaus noch zusätzliche Bedingungen. Sie lassen sich beispielsweise durch die beiden Extreme, hohe Einstellempfindlichkeit und große Trägheit des Instrumentes gegenüber den Bewegungen des Kompaßträgers, des Schiffes, charakterisieren. Darüber berichtete der spanische Schiffspilot PEDRO DE MEDINA (um 1545) in seinem „Arte de Naviar“ (französische Ausgabe Paris 1561, abgedruckt in [9, insbes. S. 297—298]) und verlangte scharfe Spitzen der Pinnen, die bei allzugroßer Beweglichkeit der Kompaßrose abgebrochen werden sollten. Er erwähnte auch ein gut abgedichtetes Gehäuse, um die Magnetnadel vor Luftzug und dergleichen zu schützen. Ähnliches wurde in der damaligen Literatur über die Sicherung des Kompaßgehäuses vor eindringendem Seewasser und damit über die Verhinderung des Rostens der Nadel angeführt, so von dem niederländischen Mathematiker und Mediziner ADRIANUS METIUS (1571—1635; (1629) [178, S. 29]). Die Lagerung der Kompaßnadel auf der Pinne wurde ebenfalls besonders beachtet. Die Notwendigkeit der sorgfältigen konischen Ausbohrung des Kompaßhütchens, um die Reibung möglichst gering zu halten, betonte u. a. N. BION [32, S. 178 bis 179]. Der Schutz der Pinnenspitze durch Feststellen der Magnetnadel während des Transportes fand etwa im 18. Jahrhundert Anwendung. (Vgl. auch die Instrumentenbeschreibung, Gerät Nr. 12.) Eine besondere Vorrichtung dieser Art beschrieb J. K. HORNER (in [87, Bd. 2, S. 185, Fig. 56]). In der 1. Auflage seines „Physikalischen Wörterbuches“ (1787) [86, T. 1, S. 521—527] berichtete J. S. T. GEHLER über die neuere Form des Kompaßhütchens, das aus einem kleinen Messingzylinder bestand, der oben mit einem Achat verschlossen wurde. Gleichzeitig führte dieser Autor auch eine Methode zur Dämpfung der Schwingungen der Kompaßrose an, die durch kleine Papierflügel unterhalb der Kompaßrose erzielt werden sollte [86, T. 1, Taf. V, Fig. 81]. Eine Verbesserung dieser Methode wird bei den modernen Schwimm- oder Fluidkompassen benutzt. (Vgl. etwa H. L. HITCHINS und W. E. MAY [130], W. E. MAY und L. S. BRODIE [176] und H.-R. FISCHER [83, S. 102—104].) Auch solche scheinbar nebensächlichen Fragen, wie das Verziehen der Windrosenblätter durch Witterungseinflüsse, wurde in der älteren Literatur über die Kompassse bereits erörtert. So ist in den Protokollen der Hamburgischen Gesellschaft zur Beförderung der Künste und nützlichen Gewerbe von 1769 (auszugsweise abgedruckt in [237, S. 41]) die Bemerkung eines Schiffers festgehalten, daß das Krümmen des papiernen Windrosenblattes durch Anbringung eines Messingringes vermieden werden könnte. (A. SCHÜCK bemerkt (1910) dazu, daß durch Aufkleben der Windrose auf Glimmer dieser Fehler beseitigt werden kann.) Ein anderer zeitgenössischer Autor des 18. Jahrhunderts, J. S. T. GEHLER, berührte diese Frage nicht und nennt nur die zwei zusammengeklebten Pappscheiben, zwischen die die Magnetnadel gelegt wird [86, T. 1, S. 521—527]. Jahr-

zehnte später äußerte sich dann J. K. HORNER (1826) zu diesem Thema in der zweiten Auflage des angeführten Werkes, daß die Windrosenscheibe auf ein Stück russisches Marienglas geklebt und auch die andere Seite dieses Glases mit Papier beklebt werden müsse, um das Verziehen des Windrosenblattes zu vermeiden (in [87, Bd. 2, S. 186].) Ein tragbarer Seekompaß befindet sich z. B. in dem Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden (vgl. Gerät C VI 2). Vgl. dazu A. SCHÜCK [238, Bd. 1].

Die angeführten Beispiele über die Konstruktion einzelner Kompaßteile lassen erkennen, wie besonders im 18. Jahrhundert die technische Durchbildung dieser Geräte verfeinert wird. Sie werden mehr und mehr Präzisionsinstrumente, die einen je nach Zweck bestimmten Genauigkeitsgrad gewährleisten. Durch das Vorhandensein vorbildlicher Instrumente, wie z. B. der von G. KNIGHT nach 1749 entwickelten (vgl. dazu [130, S. 28—30]), wurde auch die Herstellung der für die allgemeine Praxis dienenden Geräte beeinflusst. Wie das gehandhabt werden konnte, läßt sich am Beispiel der oben erwähnten Hamburger Gesellschaft zeigen. Um die Konstruktion der bisherigen Kompassse zu verbessern, wurden auf Kosten dieser Gesellschaft ein niederländischer und ein englischer Kompaß angekauft, die als vorbildlich galten. Sie wurden so nachgebaut und verändert, bis die Neukonstruktion den geforderten Bedingungen entsprach (vgl. dazu A. SCHÜCK [237]). Hier zeigte sich ein für die Entwicklung der Instrumente wesentliches Verfahren, Neuerungen, die sich an anderen, bereits verbesserten Geräten finden, ohne weiteres zu übernehmen. Damit wurden konstruktive Leistungen einzelner Instrumentenhersteller mehr oder weniger bald Allgemeingut aller, die solche Geräte fertigten. Es muß allerdings vorausgesetzt werden, daß gleiche oder ähnliche technische Hilfsmittel zur Verfügung standen, die ihrerseits wieder von dem jeweiligen Stand der gesellschaftlichen Bedingungen abhingen. Das Nachbauen hatte auch seine Schwierigkeiten. So lieferte der Hamburger Mechaniker zunächst nicht alle Geräte entsprechend den gestellten Anforderungen. Einige Instrumente mußten sogar zur Überarbeitung zurückgegeben werden. Trotzdem waren sie wesentlich besser als die in der damaligen Praxis verwendeten Kompassse. An den alten Kompasssen wurde die mangelhafte Beschaffenheit der Magnetnadeln, die Nichtübereinstimmung ihrer magnetischen und geometrischen Achse und die rauhen und schlecht polierten Hütchen gerügt. Sie ließen bisweilen die Kompaßrose erst dann frei beweglich werden, wenn der Kompaßkasten „geschüttelt“ wurde. Die neuen Kompassse dagegen hatten, wie es in der gedruckten Ankündigung der Hamburgischen Gesellschaft von 1768 weiter heißt, Stahlnadeln nach englischem Vorbild und außerdem gläserne Pfannen (Hütchen). Diese bewährten sich jedoch nicht und wurden auf Vorschlag des Hamburger Mechanikers wieder abgeschafft. Als konstruktive Besonderheit hatten diese Seekompassse die Magnetnadel oberhalb der Windrose. Das Hütchen saß an der Unterseite der Nadel. (Vgl. [237, S. 43, Taf. 7, Fig. 1—3], wo ein solcher Kompaß, allerdings erst vom Jahre 1790, abgebildet worden ist.)

Neben den beiden großen Anwendungsbereichen der Kompassse auf dem Land oder auf See gab und gibt es auch Kompassse für Spezialaufgaben. Dazu zählen die Azimutal-, die Ingenieur- und die Bergwerkskompassse. Diese Klassifizierung wurde etwa seit dem 17. Jahrhundert häufiger benutzt. Zu den Azimutal- oder Reisekompasssen, die für Richtungsbestimmungen auf dem Festland oder auf dem Meer verwendet wurden, gehörte und gehört als wichtigster Konstruktionsteil die auf dem Kompaß angebrachte Visiereinrichtung. Sie bestand gewöhnlich aus einem um den Mittelpunkt der Kompaßteilung drehbaren Lineal, das zwei senkrechte Schattenstifte oder Querstege trug, die Löcher zum Visieren enthielten. Bei den Seekompasssen waren oft die Wände des Gehäuses so hochgezogen, daß sie mit zwei gegenüberliegenden Schlitzten zum Visieren versehen werden konnten. Das Diopterlineal oder die Lochabsehe oder Alhidade ist ein altes Hilfsmittel der Richtungsbestimmung. Es findet sich z. B. bei den römischen Agrimensoren, die es in Form der „groma“ oder „stella“ als kreuzförmiges Diopterlineal zum Einfluchten u. ä. benutzten (vgl. A. RUDORFF [211, S. 336—348]). Auch als Hilfseinrichtung bei astronomischen Instrumenten, so z. B. bei den Astrolabien, war es vorhanden. (Vgl. dazu R. T. GUNTHER [106], W. HARTNER [113] und H. MICHEL [180], die die Entwicklung der Astrolabien verfolgt haben, sowie Gerät C II 3.) Für Azimutbestimmungen wurde das Diopterlineal dem Kompaß beigelegt. Die Verfeinerung dieser Visiereinrichtung der Azimutalkompassse ist im Laufe der Zeit eng mit der Entwicklung der Beobachtungstechnik, speziell der astronomischen verbunden (vgl. etwa E. HOPPE [131]). Als wichtige Verbesserungen traten etwa im 17. Jahrhundert die Anwendung des Fadenkreuzes oder zweier ausgespannter Fäden senkrecht an den Enden des Diopterlineals oder dann auch die Benutzung von Fernrohren auf, mit denen das terrestrische oder extraterrestrische Ziel anvisiert wurde (vgl. F. SCHMIDT [222, S. 207] und M. DAUMAS [59, insbes. Pl. 2—3]). Entsprechend dem Charakter des Magnetkompassses handelt es sich dabei immer um die Bestimmung des magnetischen Azimuts, das nach Kenntnis der magnetischen Deklination für den betreffenden Beobachtungsort in das astronomische Azimut verwandelt werden kann. Als Hilfsmittel zur Azimutbestimmung besaßen oder besitzen die Seekompassse meist noch einen Schattenstab, der in der Mitte bzw. in Verlängerung der Pinne angebracht war. Durch Beobachtung der bei korrespondierenden Sonnenhöhen geworfenen Schatten, eine von den Indern stammende Methode, konnte die Richtung des Meridians oder bei Kenntnis der Mißweisung ein beliebiges Azimut der Sonne festgestellt werden. Oft waren die Kompassse auch mit einer Horizontalsonnenuhr versehen, wie z. B. in Form der Geräte Nr. 32 und 33. Ersteres besteht aus einer kleinen ringförmigen Horizontalsonnenuhr mit abklappbarem Poldreieck, die zu einer kleinen elfenbeinernen Himmelskugel mit Kompaß gehört (vgl. Gerät Nr. 46). Über den Gebrauch der Diopterlineale oder Lochabsehen etwa zur Bestimmung der magnetischen Mißweisung auf Grund bekannter Azimutwerte von Gestirnen äußerte sich ADRIANUS

METIUS (1626) [178, S. 29]: Sie ist am besten durchführbar, wenn zwei Beobachter diese Bestimmung vornehmen. Der eine visiert das Gestirn an, in der Regel die Sonne, ungefähr bei Sonnenaufgang oder Sonnenuntergang, der andere liest die von der Kompaßnadel angezeigten Werte am Teilkreis ab, wobei die astronomischen Koordinaten des Gestirns und die Lage des Schiffsortes (bei Beobachtungen auf See) als bekannt vorausgesetzt werden. (Wegen des Refraktionseinflusses ist diese Methode zur Bestimmung der magnetischen Deklination nur bedingt brauchbar. Zur Theorie der astronomischen Ortsbestimmung vgl. C. W. WIRTZ (1904) [273].) Eine andere Verfeinerung des Diopterlineals oder der Lochabsehe besteht in der Verwendung eines Sonnenöhrs, z. B. in Form einer kleinen Sammellinse, die auf dem gegenüberliegenden Teil der Visiervorrichtung ein kleines Bild der Sonne erzeugt und damit ihre jahreszeitliche Stellung markiert. Ein solches Instrument ist die Äquatorialsonnenuhr (Gerät Nr. 15) aus der Mitte des 18. Jahrhunderts. Sie kann auch als Azimutalkompaß verwendet werden. Ein ähnliches Gerät von GEORGE GRAYDON (1824) behandelt J. K. HORNER (in [87, Bd. 2, S. 171, Fig. 61]). Das Auffangen eines kleinen Sonnenbildchens mittels Lochabsehen ist dabei keine technisch neue Entwicklung des 18. bzw. des 19. Jahrhunderts, sondern bei den Zweikreisinstrumenten, den Ringsonnenuhren früherer Jahrhunderte, allerdings ohne Benutzung von Linsen, anzutreffen. (Vgl. E. ZINNER [282, insbes. Taf. 44 und 45] sowie die Geräte Nr. 40, D I 61 und 81, ferner W. SCHÜCK [236].)

Die Ingenieurkompassse des 16. bis 18. Jahrhunderts traten außer in Form des Azimutalkompasses hauptsächlich als einfache Bussolen auf, die, wie erwähnt, Gehäuse mit geraden Seitenflächen parallel zu den vier Haupthimmelsrichtungen zwecks Anlegen von Richtscheiten usw. besaßen. Die Bussolen fanden sich auch als Zusatzeinrichtungen zu den üblichen Meßgeräten des 16. bis 18. Jahrhunderts. Dies gilt besonders für die Winkelmeßgeräte, die Quadranten und Astrolabien (letztere besaßen außerdem noch andere Funktionen). Auch die Instrumente, wo ein Horizontal- und ein Vertikalkreis zur Seiten- und Höhenwinkelmessung verbunden waren, wurden mit einem Kompaß ausgerüstet und führten zur Entwicklung der Theodoliten. (Vgl. z. B. [222, S. 275 und S. 302—303], [59, Pl. 5] und [278, S. 13—27]. Über die Genauigkeitsforderungen, die in neuerer Zeit an solche Winkelmeßinstrumente, insbesondere an die für astronomische Zwecke, zu stellen sind, vgl. F. COHN [53].) Ein frühes Beispiel für ein solches Präzisionsgerät liefert das Universalinstrument (1576) von JOSUA HABERMEL (arbeitete etwa von 1565 bis 1590); vgl. M. ENGELMANN [71] und A. ROHDE [209, S. 67, Abb. 90]. Die Bussolen wurden den verschiedenartigsten Instrumenten beigefügt, so den Proportionalzirkeln u. ä., die beispielsweise CHR. SCHISSLER in künstlerisch und technisch vollendeter Gestalt fertigte (vgl. dazu M. BOBINGER [34] und Gerät D I 58).

Die besonderen Merkmale des Markscheiderkompasses bestehen gegenüber den angeführten Kompassen darin, daß sie eine hakenförmige Aufhängung in Richtung der Figurenachse des Gerätes und eine drehbare Kreisteilung mit gehäusefesten

Ablesemarken besitzen. Die Kreisteilung entspricht dabei der in der bergmännischen Praxis geläufigen Orientierung nach Stunden, d. h. nach einem gleichgeteilten Zifferblatt von zweimal 12 oder einmal 24 Stunden. Nach J. K. HORNER der sich auf CHRISTOPH TRAUOGOTT DELIUS (1728—1779) beruft, war die 24-Teilung in Ungarn gebräuchlich (in [87, Bd. 2, S. 187]; über den damaligen Bergbau in Ungarn vgl. auch J. MIHALOVITS [183] und A. TÁRCZY-HORNOCH [251, 252]). Zwecks bequemerer Ablesung erfolgte die Bezeichnung der Windrichtungen entgegen dem Uhrzeigersinn, d. h., W und E waren vertauscht. Diese linksläufige Form der Bezifferung usw. ist auch bei den modernen Grubenkompassen vorhanden (vgl. dazu etwa K. NEUBERT [193, S. 69—71]). Der an eine ausgespannte Schnur gehängte Kompaß ermöglicht die Bestimmung des horizontalen Winkels zwischen der Richtschnur und dem magnetischen Meridian, also z. B. der horizontalen Streichrichtung einer geologischen Lagerstätte. Für die Verwendung bei nicht horizontal verlaufenden Messungen wurde die Aufhängevorrichtung, das Hängezeug, so geändert, daß der Kompaß in einer waagerechten Lage verblieb. Der in der Hellmannschen Sammlung vorhandene Kompaß, das Gerät Nr. 47, kann allerdings nur waagrecht aufgehängt werden. Auch ist die Bezifferung rechtsläufig angebracht. Instrumente von der Form wie Gerät Nr. 47 sind natürlich auch für nichtbergmännische Vermessungsaufgaben zu verwenden.

Das Spezifische dieser und ähnlicher Bussolen ist ohne Zweifel die Drehbarkeit des Teilkreises bzw. der Kompaßbüchse mit dem darauf befestigten Teilkreis, wobei die Kompaßbüchse oft noch in einem Trägergehäuse gelagert ist. Die Herstellung drehbarer Kreisteilungen war, wenn man an die viel ältere Entwicklung der Astrolabien denkt (vgl. [106, 113 und 180]), auch im 16. Jahrhundert eine selbstverständliche Fertigkeit. Es ist daher nicht verwunderlich, daß z. B. CHRISTOPH SCHISSLER verschiedene Bussolen herstellte, die eine verstellbare Kreisteilung besaßen, so in Form von doppelten Kreisteilungen, von denen die innere mit der Kompaßbüchse drehbar war, während die äußere gehäusefest blieb (vgl. M. BOBINGER [34, S. 87, Abb. 30]). Damit ließ sich auch die Mißweisung berücksichtigen, falls die Nullpunkte der Teilungen so orientiert wurden, daß sie um den Betrag der beobachteten oder angenommenen Mißweisung unterschiedlich waren. (Vgl. zu dieser Frage S. 75 und 127, Arbeit von H. MICHEL 1956.)

Die Verwendung von Kompassen mit drehbarem Teilkreis liegt zeitlich etwa gleich mit der Einführung der Bergwerkskompassse überhaupt, soweit aus den vorhandenen Belegen geschlossen werden darf. Die Benutzung dieser Kompassse geht besonders auf AGRICOLA (GEORG BAUR) (1490—1555) zurück (vgl. [146, S. 48—49] und [202, S. 111]). Doch scheint auch hier wahrscheinlicher zu sein, daß die Markscheiderkompassse früher verwendet wurden, als Belege darüber existieren. So spricht ein Zeitgenosse AGRICOLAS, der Rektor und Prediger JOHANNES MATHESIUS aus Joachimsthal (1504—1565), in einer Sammlung von „bergmännischen Predigten“, die etwa nach 1545 entstanden und 1562 unter dem Titel „Sarepta oder Berg-

postill. . .“ in Nürnberg erschienen, mit einer gewissen Selbstverständlichkeit vom Kompaß für Bergleute: „Drumb wie ein rechter Bergkman ohne liecht/fewerzeug und compast nicht einferet/. . .“ (zit. nach F. KIRNBAUER [144, S. 63]). Desgleichen heißt es bei MATHESIUS über die Nürnberger Kompaß-Sonnenuhren (zit. nach E. GERLAND [90, S. 234]): „Der Magnet in Nürnbergischen Compasten, soll biß zehn grad vom mittag in morgen sich lencken.“ (Predigt von 1559; auf die GERLAND in der neueren Literatur wieder aufmerksam gemacht hat und auf die darin enthaltenen Aussagen über den Kompaß hinwies.) MATHESIUS' Erwähnung des Kompasses deckt sich auch mit einer Äußerung von ACHILLES P. GASSER (1505 bis 1577) aus dem Jahre 1558, in der der Kompaß als jahrhundertealtes Instrument für Wanderer und Seefahrer genannt wird (vgl. H. BALMER [9, S. 251]). Nach A. SCHÜCK soll bereits um 1200 in Toskana eine Art Markscheiderkompaß benutzt worden sein (zit. nach [104, S. 34—35]). E. GERLAND [90, S. 233] führt in diesem Zusammenhang eine Betrachtung von M. SCHMIDT (1892) an, wo die Einführung des Kompasses in den Bergbau auf das 14. Jahrhundert datiert wird.

Für die wissenschaftlichen Untersuchungen wurden ebenfalls Kompassse entwickelt. Ihre Anfertigung erfolgte meist auf gesonderte Bestellung oder durch die Forscher selbst, die sich mit erdmagnetischen Fragen beschäftigten (vgl. dazu die angeführte Literatur über die Geschichte des Geomagnetismus). Besonders berühmt für die Herstellung solcher Geräte waren gegen Ende des 17. Jahrhunderts und im 18. Jahrhundert die Physiker, Mechaniker und Uhrmacher Englands, Frankreichs und der Schweiz (vgl. dazu M. DAUMAS [59] und A. CHAPUIS [51]). In diesem Zusammenhang darf an die Deklinatorien von J. D. CASSINI (1748 bis 1845) und G. C. F. DE PRONY (1755—1839) erinnert werden, die der Instrumentenbauer H.-P. GAMBEY (1787—1847) verbesserte. Auch das Inklinatorium von J. C. BORDA (1733—1799), das 1772 von E. LENOIR (1744—1832) gefertigt wurde, ist hier zu erwähnen. Die Meister, die solche Instrumente herstellten, sei es JOHN DOLLAND (1706—1761), JOHN BIRD (1709—1776), JAMES SHORT (1710—1768), GEORG FRIEDRICH BRANDER (1713—1783), JESSE RAMSDEN (1730—1800) oder JACQUES-FRÉDÉRIC HOURIET (1743—1830), um nur einige zu nennen, waren hervorragende Künstler und Mechaniker, die durch ihre Instrumente berühmt wurden. (Als biographische Literatur vgl. [42], [51], [59], [66], [117], [282], [288].)

Das Schwergewicht in der Konstruktion lag bei den wissenschaftlichen Geräten auf einer besonders einwandfreien Funktion aller Teile, speziell bei den Kompassen auf der Güte und Beschaffenheit der verwendeten Magneten und auf der Präzision der Teilkreise. Ende des 18. Jahrhunderts wurden für diesen Zweck Teilkreismaschinen entwickelt, die die nötige Genauigkeit der Teilungen bei der Herstellung der Instrumente gewährleisteten (vgl. dazu z. B. die Abb. 110 bis 115, Teilkreismaschinen von RAMSDEN u. a., bei M. DAUMAS [59]). Über die Herstellung von Windrosenteilungen für Kompassse schrieb J. K. HORNER (in [87, Bd. 2, S. 186]): „Die Gradeinteilung ist nicht gezeichnet, sondern der Abdruck

einer auf der Teilmaschine eingeteilten Kupferplatte, nicht zur Bequemlichkeit des Künstlers, sondern weil die Striche feiner und gleicher werden.“ Gegenüber den Gebrauchsgeräten wurde bei den Deklinatorien und Inklinatorien etwa gegen Ende des 18. Jahrhunderts die Ablesegenauigkeit durch die Verwendung von Ablesemikroskopen und Lupen wesentlich erhöht. Auch besaßen diese Instrumente oft ein kleines Fernrohr als Visiereinrichtung. (Vgl. dazu J. S. T. GEHLER [87, Bd. 1, Tab. II, Fig. 15], A. VON HUMBOLDT [134, Bd. 1, S. 432] und L. KELLNER [140], wo das Gambey'sche bzw. das Borda'sche Instrument beispielsweise erwähnt oder abgebildet sind. Unter J. C. BORDAS bzw. A. VON HUMBOLDTS Namen bringt H. BALMER [9, S. 487] die Abbildung eines Inklinatoriums, das jedoch nicht von diesen Gelehrten, sondern von ROBERT NORMAN (etwa 1576) stammt, vgl. die Quellenangabe bei H. BALMER: T. BROMME, Atlas zu Humboldts „Kosmos“ (1851), S. 67, Taf. 14.)

Die zur Bestimmung der erdmagnetischen Elemente, der Horizontalintensität, der magnetischen Deklination und der magnetischen Inklination notwendigen wissenschaftlichen Instrumente wurden in ihrer Konstruktion durch die theoretischen und experimentellen Arbeiten von C. F. GAUSS und W. WEBER in den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts bedeutend gefördert. Das erfolgte auch in Anlehnung an bereits vorhandene konstruktive Lösungen, wie z. B. durch Verwendung der von J. C. POGGENDORFF (1826) [200] entwickelten Spiegelablesung. (Vgl. C. F. GAUSS (1867) [85, Bd. 5, S. 79—118], Abdruck der „Intensitas...“ vom Jahre 1832.) C. F. GAUSS führte mit seiner Methode erstmals eine genaue Absolutbestimmung der Horizontalintensität des erdmagnetischen Feldes durch, die auf einer genauen Bestimmung des magnetischen Moments der benutzten Magnetnadeln bzw. Magnetstäbe sowie auf einer sorgfältigen Ermittlung aller Hilfsgrößen, wie Torsion des Aufhängefadens, Trägheitsmoment der Nadeln usw., beruhte. (Vgl. dazu J. BARTELS [11], S. CHAPMAN und J. BARTELS [48]. Über die Ausbreitung der Gauß'schen Methoden vgl. J. BARTELS [11—13], E. SCHOENBERG und A. PERLICK [224], S. CHAPMAN [46, 47], H.-G. KÖRBER [149, 151], L. KELLNER [140], K.-R. BIERMANN [27] sowie E. SCHOENBERG und TH. GERARDY [225].) In bezug auf die Konstruktion der Gauß'schen Magnetometer ist von Interesse, daß er anstelle leichter Magnetnadeln, wie bis dahin allgemein üblich, schwere Magnetstäbe verwendete. In einem Brief vom Anfang August 1836, den C. F. GAUSS an A. VON HUMBOLDT richtete, begründete er eingehend die Wahl solcher Magnetstäbe. GAUSS bevorzugte sie wegen ihrer größeren Trägheit gegenüber Bewegungen der Luft und ihrer längeren Schwingungsdauer (vgl. K.-R. BIERMANN und H.-G. KÖRBER [28]). In der weiteren Entwicklung der Magnetometer ist man jedoch besonders auf Grund der Untersuchungen von J. VON LAMONT (1849) [159] davon wieder abgegangen und zu kleineren Dimensionen bei den Magnetnadeln und Magnetstäben zurückgekehrt, die die Vorteile besserer Handlichkeit, geringerer Schwingungsdauer und damit besserer Eignung als Variometer sowie eines kleine-

ren Einflusses der Torsion des Aufhängefadens besitzen (vgl. A. SCHMIDT [221, S. 305] und F. KOHLRAUSCH [158, Bd. 1, S. 74 und Bd. 2, S. 74]).

Für die allgemeine Praxis der Kompaßherstellung und ähnlicher Geräte hatten die angeführten wissenschaftlichen Untersuchungen den Vorzug, daß nunmehr die magnetischen Momente der benutzten Nadeln genau berechnet werden konnten. Auch wirkte sich die Präzision der für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Instrumente auf die Fertigung der Gebrauchsgeräte aus. Ihre Anzeigegenauigkeit u. ä. ließ sich mit Hilfe der wissenschaftlichen Instrumente, der Deklinatorien usw., überprüfen.

Insgesamt gesehen bleibt in dem vorwiegend betrachteten Zeitraum des 16. bis 18. Jahrhunderts zwar der konstruktive Aufbau der Kompassse im wesentlichen gleich, erfährt aber doch in einzelnen Teilen der Instrumente eine Vervollkommnung, sei es in der Gestaltung und Teilung der Windrosen oder in der Form und Beschaffenheit der Nadeln und ihrer Lagerung. Die Meßgenauigkeit und die Zuverlässigkeit für den allgemeinen Gebrauch werden erhöht. Das zeigt auch ein Vergleich der älteren und neueren Geräte in den betrachteten Sammlungen, so z. B. der Geräte Nr. 6 oder D I 88 mit den Geräten Nr. 15, 16 oder D I 7. Diese sind oder enthalten Kompassse, die den Anforderungen an ein hinreichend genaues Gebrauchsgerät durchaus genügen.

Im 19. Jahrhundert ergab sich durch die neue Schiffsbautechnik, die Verwendung von Eisen und Stahl als Bauelement sowie die Benutzung von Antriebsmaschinen u. ä. für die Konstruktion von magnetischen Seekompassen ein neues Problem. Es ist die Deviation, d. h. die durch das magnetische Verhalten des eisernen Schiffskörpers und sonstiger in ihm enthaltenen Eisenteile bedingte Abweichung der Magnetnadeln vom magnetischen Meridian. Zwar waren diese störenden Einflüsse beim Kompaß schon seit langem bekannt. Die Kompaßmacher hatten sie in die Regel gefaßt, die sie ihren Kompassen beifügten: „Und richtet sie nicht nahe bei Eisen“, wie die Inschrift auf Gerät Nr. 1 lautet, das von einem der Nürnberger Meister HANS TUCHER, die 1615 bzw. 1632 starben, stammt und 1579 gefertigt wurde. Fast mit den gleichen Worten „auch so der Compaß recht weisen soll, muß er nicht nahe zum Eisen gestellt werden“ vervollständigte ANDREAS VOGLER aus Augsburg (gest. 1808), einer der letzten Kompaßmacher in Deutschland, die Gebrauchsanweisung zu einer Äquatorialsonnenuhr mit Kompaß, die um 1760 von ihm gefertigt wurde. (Vgl. A. RÖHDE [209, S. 25] und das da abgedruckte Faksimile der Gebrauchsanweisung. Zit. ebd.) Zur Beseitigung oder Verminderung dieser durch die Eisenmassen der Schiffe bedingten Störungen, die je nach Beschaffenheit der Eisenteile und nach Art der Entstehung temporär oder permanent waren, wurden im 19. Jahrhundert eingehende theoretische und experimentelle Untersuchungen angestellt. Sie führten zu verschiedenen Verfahren der Kompensation, so z. B. zur Anbringung zusätzlicher Eisenmassen am oder im Kompaßhaus, d. i. das Gehäuse eines großen Schiffskompasses. Für die Praxis

wurde der von W. THOMSON (LORD KELVIN) (1874) [255] konstruierte Seekompaß mit geringer Deviation bedeutend. KELVIN diskutierte eingehend alle Fehlerquellen und benutzte ein äußerst leichtes Rosenblatt sowie ein System von mehreren leichten Magnetnadeln mit genau berechneten magnetischen Momenten, symmetrischer Massenverteilung bei den Nadeln usw. Diese Geräte fanden uneingeschränkte Anerkennung in der Praxis (vgl. zur Gerätebeschreibung [109, S. 212 bis 215]). In diesem Zusammenhang kann erwähnt werden, daß F. BIDLINGMAIER 1901—1093 auf der deutschen Südpolarexpedition einen Doppelkompaß für wissenschaftliche Zwecke konstruierte, der zwei vertikal verschiebbare THOMSON-Kompaßrosen besitzt, die bei Anwendung des Gerätes mit ihren Achsen um einen Spreizwinkel gegenüber dem erdmagnetischen Meridian ausgelenkt sind und bei Kenntnis der erforderlichen Bestimmungsstücke, wie magnetische Momente der Rosen, ihres Vertikalabstandes u. ä., die Messung der Horizontalintensität ermöglichen (vgl. F. BIDLINGMAIER [26], G. FANSELAU [78] und K. LENGNING [162]). Bei diesen modernen Forschungen von W. THOMSON (LORD KELVIN) und anderen handelt es sich selbstverständlich nicht mehr um eine einfache Weiterführung der jahrhundertlang betriebenen rein empirischen Forschungen. Diese begannen in Europa etwa mit den Kompaßbeschreibungen des PETRUS PEREGRINUS (1269) und bedeuten einen Fortschritt gegenüber den früheren phantastischen und verschwommenen Vorstellungen vom Magneten und seinen Eigenschaften. In den Arbeiten von WILLIAM GILBERT (1600) erreichte das Wissen darüber einen ersten Höhepunkt. Die neue, moderne Etappe in der Entwicklung magnetischer Instrumente ist durch eine weitgehende theoretische wie auch experimentelle Erfassung der Probleme des Magnetismus gekennzeichnet, die es ermöglichte, die Fertigung von Kompassen und anderen magnetischen Geräten bis in Einzelheiten auf einer exakten Grundlage durchzuführen. Während in der Anfangsentwicklung der Kompass die Herstellung dieser Instrumente half, Vorstellungen über die Theorie des Magnetismus zu gewinnen, ist in der neueren Naturforschung die Entwicklung bereits so, daß durch die erreichte Vervollkommnung der Theorie die Fertigung der empirischen Hilfsmittel, der Instrumente, qualitativ verbessert werden kann.

Weitere Fortschritte in der Kompaßtechnik ergaben sich ebenfalls durch eine Anwendung der mathematischen Theorie auf die von der Praxis gestellten Aufgaben. Sie führten allerdings in eine andere Richtung. Da der Kompensation der magnetischen Deviation Grenzen gesetzt sind, suchte man nach neuen, nicht-magnetischen Verfahren der Richtungsbestimmung. Sie konnten mit Hilfe der Theorie der Kreiselbewegungen entwickelt werden. Nach dieser Theorie behält die Drehimpulsachse eines kräftefreien symmetrischen Kreisels ihre Lage im Raum unverändert bei. Auf dieser Gesetzmäßigkeit beruht der Kreiselkompaß. Er geht auf eine Idee von L. FOUCAULT (1842) zurück, der einen richtungssuchenden Kreisel mit zwei freien Achsen, ein sogenanntes Gyroskop, konstruierte. Dieser

Foucaultsche Kreisel wurde 1908 von H. ANSCHÜTZ-KAEMPFE umgeändert und in Form eines Kreisels mit einer freien Achse technisch brauchbar gemacht; damit wurde der Kreiselkompaß geschaffen (vgl. H.-R. FISCHER [83, S. 104—110 und Abb. 80—83] sowie S. GÜNTHER [103, S. 495—496] und A. SOMMERFELD [244, Bd. 1, S. 148—149]).

2. Zur Berücksichtigung der magnetischen Deklination und magnetischen Inklination bei Kompassen

Da das Wissen über die Kompassse auch mit der Frage nach den früheren Kenntnissen über die magnetische Deklination und Inklination in enger Verbindung steht, sind hierzu einige Bemerkungen erforderlich.

a) Magnetische Deklination

Die Frage, wann in Europa die ersten Kenntnisse über die magnetische Deklination auftreten, läßt sich, wie bereits erwähnt, nicht mit Sicherheit beantworten. So vergingen, wie aus der Geschichte des Geomagnetismus bekannt ist (vgl. etwa S. GÜNTHER [102, Bd. 1, S. 1—43], G. HELLMANN [120, 121]), bald drei Jahrhunderte, ehe von den ersten literarischen Belegen und ihren fehlenden oder unsicheren Aussagen über die magnetische Deklination im 12. und 13. Jahrhundert die ersten eindeutigen Belege über die Kenntnis dieses Phänomens in Form von Taschensonnenuhren mit Kompaß und eingezeichnetem Mißweisungspfeil aus der Zeit um 1450 vorlagen. In der Zeit der früheren Entwicklung der geomagnetischen Kenntnisse, also in der Zeit vor dem 14. Jahrhundert etwa, wurde die Tatsache, daß die Magnetnadel nicht genau in Richtung des Meridian (zum Polarstern, wie es damals hieß) zeigt, soweit man eine Abweichung überhaupt feststellte, als Eigenschaft der betreffenden Magnetnadel gedeutet (vgl. dazu A. CHR. MITCHELL [185, Kap. II und III]). In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß noch etwa ein Jahrhundert nach dem Vorhandensein von Kompassen mit Mißweisungspfeil (um 1450) der bekannte Nautiker PEDRO DE MEDINA (1545) Zweifel an der Existenz der magnetischen Deklination äußerte. Allerdings setzte er sich damit in Gegensatz zu seinen Zeitgenossen. JOHANNES KEPLER (1571—1630) widerlegte später diese Ansichten, wie aus Briefen dieses Gelehrten, die er 1598—1599 schrieb, hervorgeht (vgl. J. KEPLER [141, Bd. 13, Briefe Nr. 121 und 123], abgedruckt auch von H. BALMER [9, S. 403—413]). (Über die entsprechende Entwicklung in China vgl. S. 81.)

Allgemein läßt sich zur Frage der magnetischen Deklination feststellen, daß auch für die Zeit, in der die Quellen über dieses Phänomen fraglicher werden, eine Bestimmung der Abweichung des magnetischen vom astronomischen Meridian durchaus im Bereich des damals Möglichen gelegen haben kann. Berücksichtigt man die eingehenden Kenntnisse über das Ziehen der Mittagslinie in der antiken

und mittelalterlichen Gnomonik oder betrachtet man den Stand der instrumentellen Ausrüstung damaliger Sternwarten, z. B. die in Merāga (1269) oder die des ULŪG BEG (1393—1449) in Samarkand, so scheint eine solche Feststellung der magnetischen Deklination als wahrscheinlich. (Vgl. über Merāga J. A. REPSOLD [208] beispielsweise, über Samarkand T. N. KARY-NIJAZOV [138] und über islamische Observatorien J. M. MILLAS-VALLICROSA [184]). Hierbei muß jedoch die eine Bedingung erfüllt gewesen sein, daß die Mißweisung hinreichend große Beträge aufwies, die bei einer Beobachtung aufgefallen wären. Dies kann z. B. für die in Betracht kommende Zeit im Bereich des östlichen Mittelmeeres angenommen werden (vgl. die Bemerkung A. VON HUMBOLDTS [133, Bd. 2, S. 22] und die eingehenden Untersuchungen von L. A. BAUER [19] und W. VAN BEMMELEN [22]). G. HELLMANN [121] sah die Küsten der Ost- und Nordsee als besonders günstig an.

Die aufschlußreichste literarische Quelle aus dem 13. Jahrhundert ist ohne Zweifel der Brief des PETRUS PEREGRINUS VON MARICOURT über den Magneten (1269). Die Geschichte dieser Handschrift und ihrer Editionen in späterer Zeit ist in der Literatur mehrfach dargestellt worden, so von E. GERLAND (1913) [90, S. 204—214] und neuerdings von H. BALMER (1956) [9, S. 242—260]. Den Text dieses Briefes haben G. HELLMANN [118, Nr. 10] in der lateinischen Fassung und H. BALMER in deutscher Übersetzung [9, S. 261—277] abgedruckt. Die Meinungen über PETRUS PEREGRINUS sind unterschiedlich. Während ihn BALMER in Anlehnung an andere Biographen des PEREGRINUS als „magister experimentorum“ würdigt, sieht H. WINTER (1935) [271, S. 306] in PEREGRINUS nur einen „glänzenden Literaten, der einen wissenschaftlichen Stoff behandelt“. In Anbetracht dieser nicht eindeutigen Situation scheinen einige Bemerkungen zu dieser Frage von Interesse zu sein.

VON PEREGRINUS sind nur eine Handschrift über die Astrolabien (1241) und die Beschreibung des Magneten bekannt (1269). Nach E. ZINNER [282, S. 141—142] verrät die Darstellung über die Astrolabien keine sehr gründlichen Kenntnisse dieses Instruments. In dem Brief vom Magneten beschreibt PEREGRINUS zwei Kompass, einen Wasserkompaß und einen Trockenkompaß. Sie sollten zugleich als Hilfsmittel zur Zeitbestimmung dienen, ohne daß PEREGRINUS auf diese Funktion näher eingegangen ist, wenn man von der für diesen Zweck angebrachten Alhidade und ihrer Beschreibung absieht. Die beiden Kompass des PEREGRINUS besitzen Besonderheiten in ihrer Konstruktion, auf die in der Literatur bereits eingegangen worden ist (vgl. A. SCHÜCK [238, Bd. 2, S. 17 ff.], H. WINTER [270] und H. BALMER [9], der allerdings die Arbeit von WINTER nicht erwähnt). In dem Wasserkompaß ist der Magnetstein in einer Holzschachtel untergebracht. Von dem Trockenkompaß ist bemerkenswert, daß die Magnetnadel ähnlich wie bei den Wasserkompassen mit Schilfrohr und durchgesteckter Nadel durch die metallene Achse hindurchgeführt worden ist. Beide Kompass sind hinsichtlich der Miß-

weisung unterschiedlich konstruiert. Beim Wasserkompaß mußte nach der Konstruktionsanleitung des PEREGRINUS eine Art Kompaßrose auf dem Deckel der Holzschachtel mit dem Magnetstein eingezeichnet werden, wobei nach BALMER unbestimmt bleibt, ob das Wassergefäß, in dem die Schachtel mit der „Nadel“ schwimmt, nach dem astronomischen oder nach dem magnetischen Meridian ausgerichtet worden ist [9, S. 272]. Diese Orientierung erfolgte so, daß ein Faden über das Gefäß gespannt wurde. Nach der Konstruktionsanleitung des PEREGRINUS muß man jedoch annehmen, daß dieser Faden nach *astronomisch* Nord ausgerichtet wurde. Die Bestimmung der „zwei Seiten der Welt, nämlich der südlichen und nördlichen“ (zit. nach der Übersetzung von H. BALMER [9, S. 271]), gehörte zu den Zeiten des PEREGRINUS schon längst zu den elementaren Kenntnissen der Feldmesser und ähnlicher Berufe. Nach dem Urteil von ROGER BACON (1214 bis 1294) war PEREGRINUS mit Aufgaben betraut, die heute etwa in der Bezeichnung „Militäringenieur“ (zit. nach BALMER [9, S. 244]) gefaßt werden können. Es erscheint daher nicht verwunderlich, daß PEREGRINUS diese für ihn wahrscheinlich selbstverständliche Form der Bestimmung von Nord und Süd ohne Erklärung gelassen hat. Jahrhunderte später hat JOHANNES KEPLER diese Richtungsbestimmung für ein Gefäß mit einem Wasserkompaß (nach Einsicht in die Ausgabe des PEREGRINUS-Briefes von 1558 [9, S. 413]) verschärft. Er benutzte ein quadratisches Gefäß, dessen senkrecht zum Meridian befindliche Seiten äquidistant geteilt sind. Durch Ablesung der entsprechenden Teile auf jeder Seite ergab sich dann eine genaue Richtungsbestimmung. (Einzelheiten über dieses Verfahren hat J. KEPLER in seinem Brief vom 30. Mai 1599 an HERWART VON HOHENBURG (1554—1622) mitgeteilt [141].) Bei Orientierung des Wassergefäßes nach astronomisch Nord ist der Kompaß des PEREGRINUS ein rechtweisendes Gerät, d. h., die auf der Schachtel mit dem Magnetstein aufgezeichnete Windrose ist um den Betrag der Mißweisung korrigiert. Auf diese Tatsache ist besonders H. WINTER in seinen Untersuchungen über die Kompassrose des PEREGRINUS eingegangen. Im Vergleich zu dem Wasserkompaß ist der Trockenkompaß ein mißweisendes Gerät, d. h., die Nordsüdlinie der Windrose ist nach der Richtung der Magnetonadel orientiert. Auf Grund dieser unterschiedlichen Konstruktion folgert H. WINTER, daß die Mißweisung zur Zeit des PEREGRINUS und noch vordem bekannt gewesen sein muß. E. ZINNER [282, S. 141—142], H. BALMER [9] und andere verneinen diese Folgerung. Diese differierenden Urteile laufen letztlich darauf hinaus, ob PEREGRINUS seine beiden Kompassrose absichtlich oder unabsichtlich bezüglich der Mißweisung verschieden gestaltete. H. WINTER unterstellt dem PEREGRINUS ein bewußtes Handeln in dieser Frage. Das ist natürlich heute nicht mehr zu entscheiden. Allerdings dürften folgende Betrachtungen dabei nicht außer acht gelassen werden: Die beiden Kompassrose des PEREGRINUS sind bezüglich ihrer Funktion als Hilfsmittel zur Richtungsbestimmung völlig *gleichwertig*, von Unterschieden in der Konstruktion beider Geräte, auf die H. WINTER näher eingegangen

ist, abgesehen. Trotz dieser Gleichheit hat PETRUS PEREGRINUS den Zweck seiner beiden Kompassse *verschieden* bestimmt. So heißt es bei diesem mittelalterlichen Autor in der Beschreibung des Wasserkompasses über die Bezugsrichtung, über die Mittagslinie: „... diese wird die immer gültige Mittagslinie für jede Gegend sein“ bzw. „et erit perpetua linea meridionalis in omni regione“ (zit. nach H. BALMER [9, S. 272] bzw. G. HELLMANN [118, Nr. 10, S. 8]). Dies läßt sich dahin interpretieren, daß diese Bestimmung in jeder Gegend angewendet werden kann und dann die Mittagslinie ergibt. Die Frage, ob in „allen“ oder in „jeder“ Gegend (Ort), ist von H. WINTER [270, S. 356] diskutiert worden, wobei eine Entscheidung wegen der verschiedenen Handschriften, die von dem PEREGRINUS-Brief existieren, offenbleibt. Darüber hinaus scheint wesentlich, daß die Mittagslinie als „*perpetua linea meridionalis*“ (Hervorhebung von H.-G. KÖRBER) charakterisiert wird. Nun ist die gewählte Bezugsrichtung, hier die Mittagslinie, auch in der damaligen Astronomie eine eindeutig definierte Größe, eine konstante Richtung, die zwar zunächst bestimmt werden muß, dann aber für einen gegebenen Ort festliegt. Da PEREGRINUS diese Unveränderlichkeit besonders erwähnt, könnte das entweder eine einfache Unterstreichung oder aber auch eine stillschweigende Voraussetzung sein, die besagen soll, daß Abweichungen von dieser Richtung möglich sind. Dies wäre jedoch nur sinnvoll, wenn man an die von Magneten angezeigte Nord-südrichtung denkt. Daraus läßt sich weiter folgern, daß PEREGRINUS die magnetische Abweichung indirekt erwähnt, ob mit oder ohne Absicht, bleibe zunächst dahingestellt. Möglicherweise könnte dieser Autor damit auch die Anomalie der Magnetnadel charakterisiert haben wollen, mit der vor dem 14. Jahrhundert das Phänomen der magnetischen Deklination gleich gesetzt wurde (vgl. A. CHR. MITCHELL [185, Kap. II und III]).

Die Zweckbestimmung des von PEREGRINUS beschriebenen Trockenkompasses hingegen lautet: „Mit diesem Gerät kannst du deine Schritte zu Völkern und Inseln und allen beliebigen Orten der Erde hinlenken, wo immer du sein wirst, auf dem Lande oder auf dem Meere, wenn nur die Längen und Breiten der Orte dir bekannt sind.“ Oder im Originaltext: „Per hoc Instrumentum diriges gressus tuos ad civitates et insulas, et loca mundi quecumque, et ubicumque fueris, in terra vel mari, dummodo longitudines et latitudines sint tibi note.“ (Zit. nach [9, S. 275] bzw. [118, Nr. 10, S. 11].) Über die alten Verfahren der geographischen Ortsbestimmung und die Schwierigkeiten bei der Längenbestimmung wegen des Fehlens von Chronometern überhaupt oder von zuverlässigen Uhren vgl. etwa L. A. BROWN [7, Kap. 7 und 8]. Die uneingeschränkte Anwendbarkeit, die PEREGRINUS diesem Kompaß zuspricht, ist gegenüber dem im Prinzip gleichwertigen Wasserkompaß auffällig. Hinzu kommt noch beim Trockenkompaß die zusätzliche Bedingung nach Kenntnis der geographischen Ortskoordinaten. Damit sind die wichtigsten Voraussetzungen für eine Orientierung, nämlich die Kenntnis des eigenen Standpunkts und einer Bezugsrichtung erfüllt.

Es bleibt die Frage offen, ob sich PEREGRINUS über den Sinn der beiden unterschiedlichen Zweckbestimmungen im Klaren war. Berücksichtigt man die „Außen-seiterrolle“ der ersten Berichterstatter und die Tatsache, daß sie keine Seeleute waren und daher wohl auch keine navigatorischen Kenntnisse besaßen, zieht man ferner die Mängel in der Darstellung in Betracht, auf die besonders H. WINTER [270, 271] bei PEREGRINUS hinwies, so kann man die genannte Frage verneinen. Dies wird auch durch das Zeugnis von ROGER BACON bestärkt, der in seinem Opus tertium über PEREGRINUS schrieb (zit. nach der auszugsweisen Übersetzung von H. BALMER [9, S. 246]): „So kennt er die Naturdinge durch die Erfahrung: die heilkundlichen, alchemischen und alles Himmlische und Irdische. Er schämt sich zutiefst, wenn ein Laie, eine alte Frau, ein Soldat oder ein Bauer vom Lande etwas weiß, worin er selber nicht kundig ist. Daher hat er alle Arbeiten der Metallschmelzer und derer, die mit Gold und Silber, den andern Metallen und Gesteinen arbeiten, selber erforscht; er hat alles, was den Kriegsdienst, die Waffen und die Jagd anlangt, selber kennengelernt, alles in bezug auf Bodenbebauung, Landvermessung und Landarbeiten untersucht, auch die Erfahrung, Weissagung und Sprüche der alten Frauen und der Zauberer erwogen, ebenso die Gaukeleien und Kunststücke der Spielleute, damit nichts, was man wissen müsse, ihm verborgen bleibe, und damit er alles Falsche und Täuschende zu verwerfen wisse.“ Aus dieser Charakterisierung geht hervor, daß sich PEREGRINUS auch auf das Wissen der Praxis stützte, das gewöhnlich nur in mündlicher Form übermittelt wurde. Vermutlich beruhen die betrachteten Kompaßbeschreibungen auf solchen Quellen, beispielsweise auf Mitteilungen von Seeleuten. (Für das 13. Jahrhundert ist in der Mittelmeerschiffahrt der Gebrauch von Karten und Kompassen bereits nachweisbar und die Kenntnis der magnetischen Deklination als wahrscheinlich anzunehmen. Vgl. E. GELCICH [88, Bd. 1, S. 29] und besonders H. WAGNER [260] und L. BAGROW [7, S. 47—53].)

In diesem Zusammenhang ist wesentlich, wann die Änderungen der magnetischen Deklination von Ort zu Ort zuerst bekannt wurden. Eindeutig läßt sich aber auch diese Frage nicht beantworten. Doch ist sicher, daß die räumlichen Variationen der Deklination nicht erst während der Amerikareisen des CHRISTOPH KOLUMBUS (1446—1506) festgestellt, sondern bereits um die Mitte des 15. Jahrhunderts erkannt wurden, wie aus den Mißweisungsbeträgen von Kompaß-Sonnenuhren hervorgeht. Für die zwei Jahrhunderte vor dieser Zeit wurde, wie schon erwähnt, das Phänomen der magnetischen Abweichung als Eigentümlichkeit der verwendeten Magnetnadeln angesehen.

Die Tatsache, daß die Kompassse des PETRUS PEREGRINUS bezüglich der Mißweisung unterschiedlich konstruiert waren, wird bemerkenswert, wenn man zwei zeitlich spätere Verfahren betrachtet. So wurde im 17. Jahrhundert die magnetische Deklination bei den Kompassen in zweierlei Form berücksichtigt. Das eine Verfahren beruhte auf der Korrektur der magnetischen Abweichung durch Ver-

drehen der Windrose gegenüber der Magnetnadel um den Betrag der beobachteten Mißweisung. Mit diesem rechtweisenden Gerät wurde in der *kleinen Navigation* gearbeitet. Das andere Verfahren beruhte auf Übereinstimmung von Windrosen- und Nadelachse und ergab ein mißweisendes Gerät. Es diente als Hilfsmittel in der *großen Navigation*. Der Mathematiker und Nautiker ADRIANUS METIUS (1626) [178, S. 31] hat diese Methoden wie folgt beschrieben: „In vulgaribus Compassis quibus utuntur Naucleri in navigationibus minori, Rosae Index adnectitur, secundum declinationem Magnetis 8 aut 9 grad. At Majoribus navigationibus, Index respondet examussim linea Meridianeae, neque ullam habet declinationem, utque propterea à Naucleris observandum, quantum ad declinationem Indicis addendum sit.“ Die unterschiedliche Berücksichtigung der magnetischen Deklination liegt in der Tatsache begründet, daß bei kleinen Entfernungen der Schiffe vom Ausgangsort die lokale Änderung der magnetischen Deklination in der Regel klein, bei großen Entfernungen gewöhnlich groß ist, wobei von zeitlichen Änderungen abgesehen ist. Soweit es die Säkularvariation betrifft, wird diese erst bei Schiffsreisen von ein- und mehrjähriger Dauer wirksam. Die Korrektur der Mißweisung ist also an die Voraussetzung geknüpft, daß die magnetische Deklination sich auch bei Reisen von geringerer Entfernung nicht wesentlich ändert. Dies trifft jedoch nicht für alle Gebiete der Erde gleichmäßig zu, und schon die Fahrten im Atlantik, besonders in westöstlicher Richtung und umgekehrt führten zu Fehlnavigationen bei der Benutzung von Kompassen für kleine Navigation. Die Reisen des CHRISTOPH KOLUMBUS (COLUMBUS) 1492 und in den folgenden Jahren, wo von KOLUMBUS verschiedene Bussolen, so genuesische und flandrische verwendet wurden, liefern Beispiele dafür (vgl. A. VON HUMBOLDT [133, Bd. 2, S. 21 ff.]). Während aus den Berichten von KOLUMBUS nur hervorgeht, daß er Kompass mit unterschiedlich verdrehten Windrosen, also im wesentlichen Kompass für kleine Navigation besaß, brachte PERDO DE MEDINA in seiner Seefahrtskunde von 1545 (französische Ausgabe 1561, 6. Buch, 4. und 5. Kap. auszugsweise übersetzt von H. BALMER [9, S. 307—308]) eine Kritik an den beiden unterschiedlichen Verfahren zur Berücksichtigung der magnetischen Deklination. Dieser spanische Pilot wendete sich dagegen, den Kompaß für eine Seereise von 100 Meilen anders einzurichten als für eine solche von 2000 Meilen, wörtlich: „Ich behaupte, es bestehe ebensowenig ein Grund, dem Kompaß für eine Seereise von nur hundert Meilen eine solche Blickrichtung zu geben, wie für eine Seereise von zweitausend Meilen. Daher geht es nicht an, daß man zwischen der Blume und dem Stahl der Kompass (entre la fleur et les aciers des aiguilles) einen Unterschied macht. Sie sollen genau gleich gerichtet sein, um übereinstimmend zu zeigen.“ (Zit. nach [9, S. 308].) Mit „Blickrichtung“ ist die Mittagslinie auf der Windrose oder „Blume“ gemeint, die gegenüber der magnetischen Achse der Nadel verdreht wird. Von dieser Entwicklung des 16. und 17. Jahrhunderts aus gesehen, erscheinen die beiden Kompaßbeschreibungen des PETRUS PEREGRINUS als *Vorläufer* dieser Methoden, Kompass für

kleine Navigation anders herzurichten als für große Navigation. Da in der untersuchten Literatur genaue Belege, speziell für die Zwischenzeit, also für das 14. Jahrhundert fehlen, läßt sich diese Parallelität in der konstruktiven Entwicklung nur vermuten. Doch scheinen diese Analogien mehr als nur zufällig zu sein. Der unterschiedlichen Form der Mißweisungsberücksichtigung bei den Kompassen des PEREGRINUS und dem Verfahren für die große und kleine Navigation im 17. Jahrhundert und später liegen aller Wahrscheinlichkeit die praktischen Erfahrungen zugrunde, die die Seeleute mit den verschiedenen Kompassen und ihrer unterschiedlichen Korrektur oder Nichtkorrektur der Mißweisung gesammelt hatten. Dabei war zunächst ohne Bedeutung, ob die Unterschiede in dem Anzeigen der Richtung als Eigenschaft der betreffenden Kompaßnadeln oder schließlich als richtige Erkenntnis in den Unterschieden der magnetischen Deklination von Ort zu Ort (später auch als zeitliche Variationen) erklärt wurden. Die Güte „genuesischer“ oder „flandrischer“ Kompassbeispiele, in denen die Hersteller in der Regel einen bestimmten Wert der magnetischen Deklination fixiert hatten, erwies sich in der Praxis der Orientierung auf See oder auf dem Land als ausschlaggebend. Die Gründe dafür wurden gesucht und führten schließlich zur Ausbildung der genannten Verfahren. Da PETRUS PEREGRINUS diese schon im Prinzip beschreibt, müssen solche Erfahrungen bereits damals gemacht worden und ungeachtet einer Deutung einem bestimmten Kreis, wahrscheinlich nur den Schiffsführern oder Piloten, bekannt gewesen sein. Nach dem Urteil von ROBERT NORMAN (1581) erfolgte die Korrektur der magnetischen Deklination bei Kompassen auf Grund „alten Herkommens“ (zit. nach [9, S. 102]).

b) Werte der magnetischen Deklination nach einzelnen Instrumenten und Bestimmung unbekannter Geräte mittels Deklinations- und Polhöhen

Die magnetische Deklination in Form eingebraunter oder eingravierter Mißweisungspfeile oder in Form mißweisender Windrosen ist seit dem 15. Jahrhundert bei vielen Instrumenten berücksichtigt. Auch die Geräte der untersuchten Sammlungen enthalten solche Deklinationswerte. Sie sind als empirisches Material für die Verteilung dieses geophysikalischen Elements in den früheren Jahrhunderten aufschlußreich, soweit sich diese Daten dazu eignen. (Vgl. hier und im folgenden die Tabellen 1a, 1b und 2 auf S. 109ff.)

Tabelle 1a enthält die Werte der magnetischen Deklination und der Polhöhen (bei Sonnenuhren) nach dem Herstellungsjahr, Tabelle 2 enthält diese Werte nach dem Herstellungsort der Instrumente geordnet. In Tabelle 1b sind einige Vergleichswerte der magnetischen Deklination beigegefügt, die Kompassen auf alten Stichen entnommen wurden. Die entsprechenden Daten wurden durch Ausmessen der Geräte bzw. der Zeichnungen ermittelt.

In Tabelle 1a ist auffällig, daß die Werte der magnetischen Deklination den bekannten säkulären Gang zeigen, insbesondere den etwa um die Mitte des 17. Jahrhunderts einsetzenden Vorzeichenwechsel der magnetischen Abweichung, die Richtungsänderung von Ost nach West. Das verdeutlicht die Tatsache, daß die untersuchten Gebrauchsinstrumente im allgemeinen dem jeweiligen Stand der geomagnetischen Kenntnisse angepaßt und die Mißweisung entsprechend den vorhandenen Beobachtungen berücksichtigt wurde. (Über die Struktur des geomagnetischen Hauptfeldes in früheren Epochen vgl. L. A. BAUER [19], W. VAN BEMMELEN [22] sowie G. VON NEUMAYER [194] und S. GÜNTHER [102]. Neuere Beobachtungsergebnisse finden sich bei P. MAUERSBERGER [174].) Betrachtet man die Werte in Tabelle 1a im einzelnen, so finden sich häufiger solche Werte, die ganzen Windstrichen oder Vielfachen oder auch Teilen davon (halben Windstrichen) entsprechen, wobei für eine 32teilige Windrose ein Windstrich gleich $11\frac{1}{4}^\circ$ bzw. für eine 36teilige gleich 10° ist. Das Vorkommen von Werten mit 5° bzw. 6° oder 10° bzw. 11° oder 20° bzw. 22° deutet darauf hin, daß die Hersteller ihre Kompassse gewöhnlich mit einem pauschalen Wert der magnetischen Deklination versahen. Die Berücksichtigung dieser Größe erfolgte in summarischer Form, die einfachen Forderungen der Praxis genügte, soweit es sich um Gebrauchsinstrumente handelt.

Für die Bestimmung der Herstellungszeit unbekannter und undatierter Geräte liefern die Deklinationswerte ebenfalls Anhaltspunkte (vgl. dazu auch [204]). So gehören die Instrumente mit den Mißweisungsbeiträgen etwa von -10° und größer, die in den Tabellen aufgeführt sind, dem ausgehenden 17. und besonders dem 18. Jahrhundert an, einer Zeit also, in der solche Werte der magnetischen Deklination beobachtet wurden. (Vgl. dazu auch die in einer Anmerkung zu Tabelle 1a gebrachten Daten der Pariser Meßreihe der magnetischen Abweichung.) Verwendet man zur näheren Bestimmung einzelner Instrumente noch die bei den Kompaß-Sonnenuhren vorhandenen Bezifferungen der Horizontalsonnenuhren, dann ergeben sich Hinweise über die Polhöhen, für die diese Geräte gedacht waren, falls nicht die Hersteller Mehrfachzifferblätter für bestimmte Polhöhen angebracht haben. Aus Tabelle 2 ist zu ersehen, daß besonders im 18. Jahrhundert die in Augsburg gefertigten Sonnenuhren für eine Stundenbezifferung von 3 bis 12 bis 9 Uhr; d. h. für Polhöhen etwa größer 55° , eingerichtet wurden.

Die Daten aus zwei bekannten Instrumenten (den Geräten Nr. 10 und 18) z. B. lassen sich mit den entsprechenden Werten eines unbekanntes Gerätes (Nr. 17) vergleichen. Es besitzt einen Deklinationswert von -20° , ein Poldreieck für 49° Polhöhe und eine Bezifferung der Horizontalsonnenuhr für Polhöhen größer 55° . Daraus ergibt sich als wahrscheinliche Herstellungszeit die Zeit etwa nach 1750, als vermutlicher Herstellungsort wegen der Polhöhe Nürnberg oder Augsburg und als wahrscheinliches Verwendungsgebiet das mittlere und nördliche Europa (oder Gebiete entsprechender geographischer Breite). Das deckt sich mit dem bereits

anderweitig bekannten Ergebnis, daß viele solche Instrumente in den süddeutschen Werkstätten, in Nürnberg, Augsburg usw., oder in anderen Herstellungszentren Europas, so in Paris, gefertigt wurden.

Außer diesen numerischen Daten, die wichtige Anhaltspunkte zur Identifizierung geben und auf die leider in den verschiedenen Instrumentenbeschreibungen nur selten näher eingegangen worden ist, müssen natürlich Einzelheiten der technischen und künstlerischen Gestaltung betrachtet werden. Sie können zu einer Änderung in der Datierung oder auch in der Lokalisierung des betreffenden unbekanntes Gerätes führen. Besonders aufschlußreich sind in diesem Zusammenhang die Gestaltung und Ausführung der Beschriftung speziell der Zahlen (vgl. über die frühen Formen etwa I. G. BASCHMAKOWA und A. P. JUSCHKEWITSCH [14, S. 39, Taf. 4]). Von diesen Gesichtspunkten aus ist das betrachtete Instrument Nr. 17 seiner Entstehung nach mehr der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts zuzuordnen. Ungeachtet der Tatsache, wie ein unbekanntes Gerät endgültig bestimmt wird, liefert die Berücksichtigung der eingetragenen Deklinations- und Polhöhenwerte wertvolle Hinweise, die ohne Schwierigkeiten durch Ausmessen oder Berechnung gewonnen werden können. (Vgl. dazu auch in der Instrumentenbeschreibung die Geräte Nr. 28 und 29, die chinesische Beschriftung tragen, jedoch wegen ihrer Polhöhenwerte wahrscheinlich in Europa hergestellt wurden.)

Bei der bisher angeführten Form des Mißweisungspfeils oder der um den Betrag der magnetischen Deklination verdrehten Windrose handelt es sich um die Markierung von *bestimmten* Werten dieses geomagnetischen Elements. Da dieses jedoch wie auch die meisten anderen geophysikalischen Größen nicht bloß räumliche, sondern auch zeitliche Variationen aufweist, mußte auch die Berücksichtigung der magnetischen Deklination bei Kompassen variabel gestaltet werden. Die Kenntnisse der Zeitabhängigkeit dieser Größe gehen auf HENRY GELLIBRAND (1597 bis 1636; 1635) zurück. Er führte genaue Beobachtungen der magnetischen Deklination in London durch und stellte dabei eine Abnahme der Werte im Vergleich zu früheren Messungen fest. In der Konstruktion von Kompassen scheint diese Tatsache erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts mit berücksichtigt worden zu sein. Speziell bei den Potsdamer Instrumenten sind in dieser Hinsicht die Geräte von JOHANN WILLEBRAND repräsentativ. Er versah seine Kompaß-Sonnenuhren mit verstellbaren Mißweisungspfeilen, die auf Werte bis $\pm 40^\circ$ eingestellt werden konnten (vgl. dazu die Instrumentenbeschreibung, Geräte Nr. 8 und 9). Eine Horizontalsonnenuhr mit abklappbarem Poldreieck und mit einer Windfahne, hergestellt von LUDEWIG aus Dresden um 1725, besitzt ebenfalls einen verstellbaren Mißweisungspfeil. Dieser kann mittels einer auf dem Rand des Gerätes angebrachten Skala und eines kleinen Einstellzeigers auf Werte bis $\pm 20^\circ$ eingestellt werden. (Vgl. dazu E. VON BASSERMANN-JORDAN [17, S. 29, Abb. 21], der diese Kompaß-Sonnenuhr aus seiner Sammlung abgebildet und beschrieben hat.) Mit diesen und ähnlichen verstellbaren Mißweisungspfeilen konnten die lokalen und zeitlichen

Änderungen der magnetischen Deklination innerhalb der vorgegebenen Grenzen berücksichtigt werden. Ob die Hersteller, die eine solche Konstruktion in ihren Kompassen verwendeten, nur an die lokalen oder auch an die zeitlichen Variationen der Deklination dachten, läßt sich auf Grund der Instrumente nicht entscheiden. Vermutlich hatten sie damit die Möglichkeit eines größeren Absatzgebietes ihrer Geräte im Sinn, z. B. die Benutzung der Kompassse auch in außereuropäischen Gebieten. Da jedoch zu jener Zeit die säkuläre Änderung der magnetischen Deklination bereits festgestellt worden war, konnte auch das die Kompaßmacher und sonstigen Instrumentenhersteller zu diesem Übergang zu variablen Mißweisungs Pfeilen bewogen haben.

Frühere Belege als diese Kompassse mit variabler Deklinationseinstellung existieren ebenfalls. Hier ging es jedoch nur um die Korrektur der lokalen Variationen, da die zeitlichen noch nicht bekannt waren. Instrumente mit solchen Vorrichtungen hat z. B. schon im 16. Jahrhundert CHRISTOPH SCHISSLER der Ältere (1556 und 1558) konstruiert. Soweit aus der Literatur zu entnehmen ist (vgl. M. BOBINGER [34, S. 87 und Abb. 30] und E. ZINNER [282, S. 506]), handelt es sich dabei um eine drehbare Kompaßbüchse mit einer Ablesespitze, die auf die Werte eines instrumentenfesten Teilkreises eingestellt werden kann. (Eine Abbildung eines solchen Kompasses unbekannter Herkunft, vermutlich aus dem 17. Jahrhundert, hat E. ZINNER [282, Taf. 39, 1] gegeben.) Ein weiteres Beispiel liefert ein Instrument aus dem Technischen Nationalmuseum in Prag. So besitzt der Kompaß dieser halbkugelförmigen messingnen Taschensonnenuhr von MARKUS PURMANN aus dem Jahre 1588 einen 1°-markierten Mißweisungsbereich von $\pm 30^\circ$, um den die Kompaßbüchse verdreht werden kann. Er ist bezeichnet mit „* Gradus * Declinacio * Magnetis *“. (Vgl. Z. HORSKÝ und M. PLAVEC: *Poznávání Vesmíru*. Praha 1962, Abb. vor S. 113.)

c) Magnetische Inklination

Die magnetische Inklination spielt bei der Konstruktion der Kompassse nur eine sekundäre Rolle. Trotzdem ist die Beobachtung dieses Phänomens, d. h. der Winkelabweichung einer Inklinationsnadel gegenüber der Horizontalebene unter Wirkung der Vertikalintensität des erdmagnetischen Feldes, zuerst bei der Herstellung von Kompassen gemacht worden. So schrieb der Nürnberger Pfarrer und Instrumentenmacher GEORG HARTMANN (1489—1564) an den Herzog ALBRECHT VON PREUSSEN am 4. März 1544: „Ich finde am Magneten nicht nur, daß er sich von der Nordrichtung abwendet und um 9 Grad mehr oder weniger gegen Osten abweicht, wie ich berichtet habe, sondern auch, daß er abwärts zieht. Dies erkennt man so. Ich mache ein fingerlanges Zünglein, das schön waagrecht oder wasserwaagrecht auf einem spitzigen Stifte steht, so daß es sich nirgends zur Erde neigt, sondern auf beiden Seiten im Gleichgewicht steht. Wenn ich nun aber eine der

Seiten — gleichgültig, welche — mit dem Magneten bestreiche, so bleibt das Zünglein nicht mehr waagrecht stehen, sondern sinkt auf einer Seite um 9 Grad oder mehr oder weniger abwärts. Die Ursache, weshalb das geschieht, weiß ich Ihnen nicht anzugeben.“ (Zit. nach H. BALMER [9, S. 291].) Wie aus dieser Briefstelle deutlich wird, hat HARTMANN eine Horizontalnadel benutzt, die infolge ihrer Lagerung nicht geeignet ist, brauchbare Werte der Inklination zu liefern. Daher sind die 9° anstatt der etwa 70° für die Inklination nur *qualitativ* zu bewerten. Von F. DANNEMANN [58, S. 77] und dann von A. CHR. MITCHELL [185, Kap. III, S. 79] ist auf diesen ungenauen Wert kritisch hingewiesen worden, ohne allerdings zu erwähnen, daß HARTMANN gar nichts anderes als eine gewisse Neigung beobachten konnte, deren Betrag höchstens Aufschluß über den Öffnungswinkel des Hütchens der benutzten Nadel, nicht aber über den Betrag der Inklination selbst erlaubt. Lediglich H. BALMER [9, S. 289] gibt hier einen Hinweis, daß die Neigung der Nadel begrenzt ist. Eine Gegenüberstellung der Werte von 9° und 70° scheint daher, wie sie im vorliegenden Fall in der Literatur vorgenommen worden ist, wenig sinnvoll. GEORG HARTMANN stellte nur fest, daß die Magnetnadel „abwärts zieht“, und gab trotz seiner Zahlenangabe nur eine qualitative Aussage.

Die erste Bestimmung der Inklination stammt von ROBERT NORMAN (um 1581), der ein Nadelinklinatorium konstruierte und der mit der um eine horizontale Achse drehbaren Magnetnadel überhaupt erst in der Lage war, die Inklination quantitativ zu bestimmen. (Über die Arbeiten NORMANS, sein Werk „The Newe Attractive“ u. a., vgl. G. HELLMANN [118, Nr. 10] und H. BALMER [9, S. 316—340]; zur Datierung vgl. A. CHR. MITCHELL [185, Kap. III, S. 78].)

Über die Ausschaltung des Einflusses der Vertikalintensität bei den Magnetnadeln der Kompassse finden sich schon im 16. Jahrhundert Bemerkungen. So äußerte der Nautiker PEDRO DE MEDINA über die Kompaßrose: „Wenn sie sich ein wenig neigt und nicht genau im Gleichgewicht schwebt, so muß man am leichtern Arme ein wenig Wachs oder Pech ankleben, so viel, daß die Rose gleichmäßig schwebt, ohne sich auf einer Seite tiefer zu neigen als auf der andern.“ (Zit. nach [9, S. 298].) Diese Methode zur Herstellung des Gleichgewichts ist in der Folgezeit nur wenig verändert worden. J. K. HORNER machte 1826 dazu den Vorschlag, jede Nadel mit einem kleinen messingnen Laufgewicht zu versehen (auf der Nordhalbkugel der Erde auf dem südlichen Teil der Nadel). Bei Kompassen allerdings, die keine bedeutende Ortsveränderung erfahren, genügt nach dem eben genannten Autor das Anbringen von ein paar Tropfen Siegelack, um das nötige Gleichgewicht herzustellen (in [87, Bd. 1, S. 196]). Das entspricht ganz dem alten Verfahren. Bei den modernen Kompassen mit ihren mehrfachen Nadeln läßt sich das Ausbalancieren durch entsprechendes Verschieben der Magnetnadeln erreichen, falls man nicht auch mit Laufgewichten arbeitet wie bei den verschiedenen neueren Variometertypen. (Über das bei chinesischen Kompassen gebräuchliche Verfahren des Ausbalancierens vgl. den folgenden Abschnitt.)

IV. ÜBER BESONDERHEITEN CHINESISCHER UND ARABISCHER KOMPASSE UND KOMPASS-SONNENUHREN

Wie schon einleitend erwähnt wurde, war die Aufgabenstellung der Kompassse im Orient im Vergleich zu Europa erweitert und blieb nicht auf die Richtungsermittlung allein beschränkt. So gehörte der Kompaß bei den Muselmanen neben der Sonnenuhr zu den Hilfsmitteln, mit denen die Gebetsrichtung, d. h. die Richtung nach Mekka ermittelt wurde. Bei den Chinesen wurde der Kompaß in Form des geomantischen Kompasses als Hilfsmittel für Wahrsagerei benutzt. Diese besonderen Anforderungen scheinen sich auf die Entwicklung dieser Geräte ausgewirkt zu haben und möglicherweise mit zu dem frühen Auftreten der Kompassse in China geführt zu haben. Zugleich lassen sich aus dieser erweiterten Funktion der Kompassse gewisse Eigenheiten in der Konstruktion erklären.

1. Zum Aufbau chinesischer Instrumente

Die früheste bisher bekannt gewordene Anwendung des Kompaßprinzips, d. h. der Richtwirkung des erdmagnetischen Feldes auf natürliche oder künstliche Magnete, ist durch chinesische Quellen und archäologische Funde in China belegt. Dies ist vor allem ein Ergebnis der im 19. und 20. Jahrhundert angestellten Forschungen, deren Ergebnisse sich u. a. in den Arbeiten von J. KLAPROTH (1834) [145, 146], E. C. BIOT (1844) [33], L. DE SAUSSURE (1919) [215—217], M. HASHIMOTO (1926) [115], WANG CHEN-TO (WANG TSCHEN-TO) (1948—1951) [261] und J. NEEDHAM (1961) [190] niedergelegt sind. Die Entwicklung dieser Kenntnisse hat J. NEEDHAM in seinem mehrbändigen Handbuch „Science and Civilisation in China“ (1954 bis 1962) [189] eingehend und umfassend dargelegt, wobei im Band 3 das Wissen der Chinesen über die Sonnenuhren und im Band 4,1 das über die Kompassse diskutiert wird.

Nach der Zusammenfassung von J. NEEDHAM [190] ist von Interesse, daß im Verlauf der neueren Untersuchungen, so von A. SCHÜCK [238, Bd. 3, S. 3] u. a., die Legende von den magnetischen Wagen, die die Chinesen besessen haben sollen (vgl. die Abb. A und B auf Pl. 2 bei J. KLAPROTH [145]), zerstört worden ist. Bei diesen Geräten handelt es sich um eine hölzerne menschliche Figur mit ausgestrecktem Arm auf einem Wagen, die durch ein mechanisches System in eine bestimmte Richtung zeigen kann. Diese Wagen haben nichts mit dem Magnetkompaß zu tun, wie noch von J. KLAPROTH und späteren Autoren angenommen wurde. J. NEEDHAM [190, S. 1—2] bemerkt zu dieser Frage, „that such south-pointing carriages there were, but that they had nothing to do with the magnetic

compass — they were assemblies of gear-wheels something like those in modern military combat vehicles which maintained (once set) an indicator pointing in a particular azimuth direction.“ Auf Grund archäologischer Funde muß die Entstehungszeit solcher Wagen etwa auf das 3. Jahrhundert u. Z. und nicht, wie es in Legenden heißt, auf die Zeit um 2300 v. u. Z. angesetzt werden.

Die Verwendung des Kompaßprinzips scheint in China zuerst in Form der Deutungsscheiben, genannt lo-king oder lo-pan (Schale), als sogenannte geomantische Kompassse aufgetreten zu sein, wenn nicht eine gleichzeitige Entwicklung von Deutungsscheiben und Kompassen angenommen wird. Das früheste Gerät dieser Art, das man bisher kennt, ist eine Deutungsscheibe aus der Zeit der Han-Dynastie (202 v. u. Z. bis 263 u. Z.). Es ist ein hölzernes quadratisches Wahrsagebrett etwa aus der Zeit um 100 u. Z., zu dem ein Löffel aus Magneteisenstein gehörte. Das Brett und der Löffel wurden von dem chinesischen Archäologen WANG CHEN-TO (WANG TSCHEN-TO) (1952) [261, S. 119ff.] nachgebildet. (J. NEEDHAM hat die Arbeiten dieses Forschers besonders berücksichtigt und die entsprechenden Abbildungen gebracht, vgl. [190, S. 3] und [189, Bd. 4, 1, S. 261—268, insbes. über diese Wahrsagescheibe Fig. 329 und 330] sowie [23, Abb. 7a auf S. 237] bei J. D. BERNAL, die J. NEEDHAM vermittelte.)

Betrachtet man nach diesen Abbildungen die alte Wahrsagescheibe aus der Han-Dynastie und vergleicht sie mit den wesentlich späteren geomantischen Kompassen etwa aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts, wie sie in der Hellmannschen Sammlung vorhanden sind, so ist auffällig, daß die Gestaltungsprinzipien sich fast zweitausend Jahre lang ziemlich unverändert erhalten haben. Neben Beschriftungen für geomantische Zwecke (vgl. dazu die Instrumentenbeschreibung, Gerät Nr. 54) finden sich auch Zeichen, die ungeachtet ihrer sonstigen Bedeutung lediglich für Richtungsangaben dienen. Zwar bestehen diese beim Wahrsagebrett aus der Han-Dynastie nur aus dem Symbol für Süden. Dagegen besitzen die modernen Deutungsscheiben eine vollständige Windrose, die aus 24 Teilen besteht. Die Bezugsrichtung wird jedoch bei beiden Gerätetypen auf magnetischem Wege, also durch Einstellen der Nadel oder des Löffels aus Magneteisenstein in Richtung des erdmagnetischen Feldes bestimmt. Dabei mußte der als Magnet wirkende Löffel so beschaffen sein, daß der Griff freischwebend blieb und als Richtungsanzeiger dienen konnte. Dies wurde durch eine entsprechende Formgebung, einen kurzen und dicken Stiel, eine Eigentümlichkeit der chinesischen Löffel überhaupt, erreicht. Zum anderen mußte die Löffelunterseite abgerundet und geglättet sein, um möglichst wenig Reibung zwischen Löffel und Brett zu verursachen. (Diese Bedingungen sollen nach Versuchen von WANG CHEN-TO, an denen J. NEEDHAM 1952 in Peking teilnahm, durchaus zu verwirklichen und für den genannten frühen Zeitraum, das 1. Jahrhundert u. Z., zu vertreten sein, vgl. [190, S. 3].) Nach Orientierung der Deutungsscheiben in Richtung des magnetischen Meridians erfolgte dann die Festlegung der für das Anlegen von Grabstätten oder für den

Bau von Tempeln u. ä. zu wählenden Richtung. Sie wurde mittels eines pseudowissenschaftlichen Systems bestimmt, das unter dem Namen Geomantie oder Feng-shui („Windwasser“) bekannt ist (vgl. etwa W. GRUBE (1910) [101, S. 179 bis 182] und J. NEEDHAM [189, Bd. 2, S. 359—363, und Bd. 4, 1, S. 239—245]). Dieser okkultistischen Lehre liegt die Vorstellung zugrunde, daß in der Natur, speziell im Erdinneren, zwei Kräfte, „Yin“ und „Yang“, wirken sollen, die zwar als nicht materiell gedacht, in ihrem Ausbreiten und Wirken aber durchaus als materiell angesehen werden, beispielsweise wie eine Flüssigkeits- oder Wärme­strömung. Daher spielen die räumliche Orientierung und die Lage der Bodenoberfläche in Form der Abhänge und sonstiger geneigter Ebenen in der geomantischen Lehre eine besondere Rolle. Die Deutung erfolgt so, daß Aussagen über günstige oder ungünstige Einflüsse, über ein günstiges oder ungünstiges Feng-shui für den zu betrachtenden Ort oder für die betreffende Richtung gemacht werden.

Abgesehen von dieser Wahrsagerei, die die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Natur lange Zeit in China gehemmt hat, bleibt die Feststellung wesentlich, daß diesen okkultistischen Geräten eine einwandfreie Beobachtung zugrunde liegt, nämlich die Einstellung des Magnets in Richtung des magnetischen Meridians. Dieser wird zur Bezugsrichtung genommen. Damit findet bei den Deutungs- und Wahrsagescheiben das Kompaßprinzip seine erste Anwendung, die, wie erwähnt, möglicherweise mit der Benutzung von einfachen Kompaßformen, insbesondere den Wasserkompassen, parallel gegangen ist. Berücksichtigt man die Tatsache, daß die Verwendung der Deutungsscheiben als „Hilfsmittel“ bei der Anlage von Gräbern, Gebäuden u. ä. weit häufiger vorkam als die Anwendung der Kompassse zur reinen Richtungsorientierung, die meist nur der Seemann oder andere Reisende benötigten, so erscheint das frühere Auftreten der Deutungsscheiben im Vergleich zu den Kompassen in China — soweit aus den vorhandenen Belegen geschlossen werden darf — als sehr wahrscheinlich. Die Verwendung der Wahrsagescheiben entsprach, wie bereits erwähnt, damit einem allgemeineren Bedürfnis als die der Kompassse.

In diesem Zusammenhang muß eine Ansicht von E. O. VON LIPPMANN angeführt werden, in der Zweifel an der Benutzung der Magnetnadel im alten China ausgesprochen werden. E. O. VON LIPPMANN schreibt [165, S. 5]: „Falls sich die Behauptung bestätigt, daß der Magnet schon in ‚frühester Zeit‘ eine Rolle beim Bau von Tempeln und öffentlichen Gebäuden gespielt habe, kann es sich nicht um ein ‚Ausrichten‘ nach den Weltgegenden mit Hilfe der Magnetnadel gehandelt haben, sondern nur um irgend einen Aberglauben, oder etwa um das Versenken eines ‚zauberischen‘ Magnetsteines in die Fundamente.“ Nach den obigen Betrachtungen über die alten und neuen Deutungsscheiben und die Gleichartigkeit ihres Prinzips bedarf es keiner weiteren Begründung, daß diese Vorstellungen E. O. VON LIPPMANN'S nicht mehr aufrecht erhalten werden können. Es ist immerhin merkwürdig, daß dieser Autor, der die Geschichte der Magnetnadel sehr eingehend verfolgte, zu

einer solchen offensichtlichen Fehleinschätzung bezüglich der Chinesen gekommen ist. Einer der Gründe scheint darin zu liegen, daß E. O. VON LIPPMANN wie auch manche anderen Autoren, etwa H. WINTER [270], die Entwicklung der Magnetnadel mehr vom Standpunkt der Priorität als vom Standpunkt der jeweiligen gesellschaftlichen Verhältnisse und den unterschiedlichen Anforderungen der Verwendungsmöglichkeiten dieser Geräte betrachtet haben.

Nach den Untersuchungen von J. NEEDHAM [189, Bd. 4, 1] sowie [190] ist das Auftreten der magnetischen Kompassse in China bereits etwa zwei Jahrhunderte vor der entsprechenden nachweisbaren Entwicklung in Europa belegt. Die erste zuverlässige Quelle, die in ihrer Bedeutung etwa mit den Äußerungen von ALEXANDER VON NECKAM (1190) verglichen werden kann, wie J. NEEDHAM [190] darlegt, liefert ein Werk von SHEN KUA, betitelt „Mêng Chhi Pi Than“ (Dream Pool Essays) etwa um das Jahr 1080. Darin heißt es (hier und im folgenden wird nach der Umschrift und der Übersetzung von J. NEEDHAM [190, S. 2—3] zitiert): „Magicians rub the point of a needle with the lodestone, after which it is able to point to the south. But it always inclines slightly to the east, and does not point directly at the south.“ Ein späterer chinesischer Autor, KHOU TSUNG-SHIIH, wiederholt 1116 in seinem Werk „Pên Tshao Yen I“ (The Meaning of the Pharmacopeia Elucidated) die Ansichten von SHEN KUA und fügt außerdem die Beschreibung eines Wasserkompasses sowie eine Bestimmung der magnetischen Deklination mit dem Wert von $+15^\circ$, also 15° östlicher Abweichung, und eine nicht zutreffende Erklärung für diese Anomalie hinzu. Die Verwendung eines Wasserkompasses mit einem hölzernen Fisch und einer Magnetnadel sowie eines Trockenkompasses mit einer kleinen hölzernen Taube, die auf einer Bambusspitze sitzt, beschreibt der Verfasser einer Enzyklopädie namens CHHEN YUAN-CHHING um 1135. Vor der Zeit um 1080, also vor dem Autor SHEN KUA, gibt ein anderer Verfasser TSÊNG KUNG-LIANG 1040 in seiner Schrift „Wu Ching Tsung Yao“ (Essentials of Military Technology) ebenfalls eine Beschreibung des nach Süden zeigenden Fisches. Dieser ist nach J. NEEDHAMS Darstellung „a leaf-like piece of iron magnetised not rubbing on the lodestone but being heated and cooled while oriented in the earth's magnetic field, and then floated on water to do its office“. Diese Methode, die Magnetisierung durch Erhitzen und Abkühlen bei gleichzeitiger Orientierung in Richtung des erdmagnetischen Feldes zu erreichen, ist für jene Zeit beachtlich, da in dieser Beschreibung als Beobachtungen enthalten sind: 1. die Änderung der magnetischen Eigenschaften des Eisens mit der Temperatur und 2. der Einfluß des Erdfeldes auf Ferromagnetica. Aus den angeführten chinesischen Quellen folgt, daß die magnetischen Kompassse zur Zeit der Sung-Dynastie (981—1280) schon in Gebrauch waren, und zwar in einer, was Einzelheiten und Verfahren anbetrifft, durchaus beeindruckenden Weise. Vor dieser Zeit werden, wie J. NEEDHAM urteilt, die vorhandenen chinesischen Quellen fraglicher (they „are more obscure“). Sie enthalten bezüglich des Magneten meist nur Berichte über die Deutungsscheiben

und Wahrsagescheiben, deren frühester Beleg schon eingangs erwähnt wurde. Eine andere Frühform dieser Wahrsagescheiben mit dem Sternbild des „großen Bären“ hat J. NEEDHAM in Anlehnung an WANG CHEN-TO ebenfalls diskutiert [189, Bd. 3, S. 141—142 und Bd. 4,1, S. 261—268 und Fig. 326—327].

a) Chinesische Kompass

Der Aufbau der chinesischen Kompass einschließlich der Deutungsscheiben und Kompass in Sonnenuhren ist von den europäischen Kompassen verschieden. Darauf wurde bereits an anderer Stelle (H.-G. KÖRBER [155]) eingegangen. Die folgenden Betrachtungen (bis zum Absatz über die chinesischen Windrosen) beruhen auf diesem Beitrag. Diese Unterschiede gelten speziell für die Geräte etwa seit dem 18. Jahrhundert, über die Berichte von Chinareisenden vorliegen. Ob auch die Kompass aus früheren Jahrhunderten diese im folgenden zu betrachtenden Unterschiede aufweisen, darüber gibt die benutzte Literatur keinen Aufschluß. Doch kann man auch hier den Einfluß alter Traditionen annehmen, die im Laufe der Zeit zu einer besonderen Entwicklung in der Konstruktion der chinesischen Kompass führten.

Die wichtigste Quelle für eine genaue Beschreibung chinesischer Magnetkompass, die im 18. Jahrhundert in Europa veröffentlicht wurde, ist eine Darstellung von Sir JOHN BARROW (1764—1848). Dieser nahm als Sekretär an der englischen Gesandtschaftsreise des Grafen MACARTNEY nach China in den Jahren 1792—1794 teil. Nach den veröffentlichten Reiseberichten (vgl. GEORGE MACARTNEY 1797 [173, Bd. 1, S. 441ff.] und J. BARROW 1804 [10]) hat J. KLAPROTH (1834) [145, S. 98] die Angaben von J. BARROW wörtlich übernommen, später dann auch J. NEEDHAM [190, S. 7] in sinngemäßer Form. Da dieser Bericht aus dem letzten Dezennium des 18. Jahrhunderts für die damaligen chinesischen Kompass sehr aufschlußreich ist, wird im folgenden diese Textstelle wiedergegeben, allerdings nur nach der Übersetzung von A. WITTSTEIN (in J. KLAPROTH [146, S. 13—14]; die englischen Originale konnten nicht eingesehen werden): « „Die Magnetnadel ist selten länger als ein Zoll und dicker als eine Linie. Sie ist mit der äußersten Feinheit schwebend erhalten und einzig in ihrer Empfindlichkeit, d. h. sie scheint sich zu bewegen, wenn die Büchse, in der sie untergebracht ist, nur ein wenig nach Westen oder Osten gedreht wird, obwohl in der That die Natur des Magnets und die Vollkommenheit des Kunstwerkes, das ihn enthält, darin bestehen, daß die Nadel keinerlei Bewegung ausführt, sondern unveränderlich nach derselben Himmelsgegend hin gerichtet bleibt, wie groß auch die Geschwindigkeit sein möge, mit der die Büchse des Kompasses oder die übrigen Theile ihrer nächsten Umgebung gedreht werden.“ Nach dem, was BARROW in Erfahrung gebracht hat, ist diese Regularität des chinesischen Kompasses die Folge einer vorzüglichen Einrichtung desselben, nämlich: „Man bringt um die Mitte der Nadel herum ein

Stück dünnen Kupferbleches an und befestigt es mit seinen Rändern an der Außenseite einer kleinen und umgestürzten, kupfernen Schale von Halbkugelform. Diese Schale ruht auf einem Stahlzapfen, der aus einer, in dem Gehäuse der Bussole, einem runden Stücke sehr leichten Holzes oder Korkes, befindlichen Höhlung hervorragt. Die Oberflächen von Schale und Zapfen haben, um so viel wie nur möglich jegliche Reibung zu vermeiden, eine feine Politur. Zur Vermehrung des Gewichtes der Schale sind ihre Ränder verhältnismäßig breit und bewirken dadurch, daß jene Halbkugel, in Folge ihrer horizontalen Lage, das Bestreben hat, in allen Stellungen der Bussole das Gleichgewicht, fast bis zum völligen Zusammenfallen von Schwerpunkt und Aufhängepunkt zu bewahren. Die Höhlung, in der so die Nadel schwebt, hat eine kreisförmige Gestalt und ist nicht viel größer als nöthig, um die Nadel ebenso wie Schale und Zapfen aufzunehmen. Über der Höhlung befindet sich ein dünnes durchsichtiges Talk-Stückchen, welches verhindert, daß die äußere Luft die Nadel beeinflusse, deren geringste Bewegung aber unschwer zu beobachten erlaubt.“ » (1 Zoll \approx 2,6 cm, 1 Linie \approx 2,2 mm).

Durch die Untersuchung eines chinesischen Kompasses aus der Hellmannschen Sammlung läßt sich diese Beschreibung von JOHN BARROW in einigen Punkten erweitern. (Über die herkömmliche Nadellagerung wie bei den europäischen Kompassen vgl. Gerät Nr. 57 sowie J. NEEDHAM [189, Bd. 4, 1, Fig. 339].) In Bild 28 ist ein Vertikalschnitt durch einen chinesischen Kompaß dargestellt, aus dem sich die Besonderheiten in der Nadellagerung usw. ergeben. Es handelt sich dabei um das Instrument Nr. 56 der Hellmannschen Sammlung, das von FANG HSIU-SHUI etwa zu Anfang des 19. Jahrhunderts gefertigt wurde.

Wie aus der Abbildung ersichtlich, zeigen sich auch bei diesem Kompaß die bereits im obigen Zitat genannten Eigentümlichkeiten in der Konstruktion, also im wesentlichen die *drahtförmige Magnetnadel*, die mit einer Klemme *oberhalb* eines Kupferhütchens befestigt ist. Die Enden der Klemme sind, wie sich aus der Untersuchung von Gerät Nr. 56 ergibt, in zwei kleine Schlitze des an zwei Seiten verbreiterten Hütchenrandes eingefügt und dann umgebogen, so daß eine mechanisch feste Verbindung entsteht. Ein weiteres Konstruktionsmerkmal ist die Art, in der Nadel und Hütchen vor dem Herabfallen von der Pinne geschützt sind. Zu diesem Zweck enthält der Kompaß eine metallene *Zwischenscheibe*, auf die bisher noch nicht in der Literatur eingegangen worden ist (vgl. auch [155]). Sie besteht aus einer dünnen Bleifolie, die bei dem untersuchten Gerät in Form eines Vieleckes beschnitten ist, vom Hersteller also nicht genau der zylindrischen Kompaßbüchse angepaßt wurde. Diese wird durch zwei zylindrische Ausbohrungen gebildet, die inmitten des schalenförmigen Holzgehäuses angebracht sind. Der untere und engere Zylinder enthält die Pinne und wird durch die kleine Zwischenscheibe abgedeckt. Sie enthält ein Loch in der Mitte, das gerade so groß ist, daß das Kupferhütchen mit der Klemme und Nadel aufgesetzt werden kann, ohne die Zwischenscheibe entfernen zu müssen. Der obere und weitere Zylinder ist nur

wenig größer als der Durchmesser der Nadel und wird durch das Schutzglas abgeschlossen. Dieses ist in einen kleinen Holzring eingefügt, der zylindrisch nach unten verlängert ist und beim Einpassen auf die Zwischenscheibe drückt und diese festhält. Sie ist entweder eben oder flach kegelförmig. Zur Markierung der Nord-südrichtung ist ein Durchmesser durch Einritzen kenntlich gemacht.

Der Zweck dieser Metallscheibe ist folgender: Durch die Lagerung der Magnetnadel oberhalb des Schwerpunktes des aus Hütchen, Klemme und Nadel bestehenden Systems ist dieses als Ganzes für Störungen aus der Gleichgewichtslage empfindlich. Deshalb werden die Bewegungen der Nadelenden in vertikalen Richtungen durch zwei Begrenzungsflächen eingeschränkt. Die obere ist wie üblich durch das Schutzglas gegeben, die untere durch die Zwischenscheibe. Diese gewährleistet trotz der hohen Einstellempfindlichkeit der Nadel eine gute Lagerung des ganzen Systems und damit die Sicherheit im Gebrauch. Da durch diese Scheibe der Ausschlag der Nadelenden durch die Höhe des Auflagepunktes begrenzt wird, kann die Nadel mit dem Hütchen bei schiefen Lagen des Gerätes nicht herunterfallen. Bei dem untersuchten Kompaß ist das Kupferhütchen mit einer bläulich schimmernden Masse, vermutlich einem Halbedelstein oder dergleichen, ausgefüllt, der die Reibung vermindert. Der Südteil der Nadeln ist bei den Deutungs-scheiben mit rotem Lack überzogen. Das untersuchte Gerät, ein reiner Magnetkompaß, bildet hier eine Ausnahme. Bei ihm ist der Nordteil der Nadel rot lackiert. Dies ist gegen die üblichen Gepflogenheiten der Chinesen und deutet auf europäische Einflüsse hin.

Über die Vorteile dieser Halterung der Magnetnadel oberhalb des Hütchens heißt es bei JOHN BARROW (frei übertragen nach J. KLAPROTH (1834) [145, S. 98])¹⁾: „Die kleine Nadel der Chinesen hat einen großen Vorteil in bezug auf ihre Neigung gegenüber dem Horizont gegenüber denjenigen (Nadeln), die man in Europa benutzt; diese erfordern, daß das eine äußerste Ende schwerer gemacht wird als das andere, um die magnetische Anziehung(skraft) auszugleichen. Da aber diese Inklination in den verschiedenen Teilen der Welt verschieden ist, kann die Nadel nur wirklich genau sein an dem Ort, wo sie konstruiert worden ist. Bei den kurzen und leichten Nadeln, aufgehängt nach der Art der Chinesen, ist das Gewicht, das unterhalb des Aufhängepunktes ist, mehr als genügend, um die Kraft

¹⁾ Der Text in KLAPROTHS Arbeit [145, S. 98] (A. WITTSTEIN [146] bringt keine Übersetzung dieser Stelle) lautet: „La petite aiguille de la boussole des Chinois a un grand avantage sur celles dont on se sert en Europe, relativement à l'inclinaison vers l'horizon; ce qui dans les dernières, exige qu'une extrémité soit plus pesante que l'autre pour contre-balancer l'attraction magnétique. Mais cette inclinaison étant différente dans les diverses parties du monde, l'aiguille ne peut être véritablement juste que dans l'endroit où elle a été construite. Dans les courtes et légères aiguilles, suspendues d'après la manière des Chinois, le poids qui est audessous du point de suspension est plus que suffisant pour vaincre le pouvoir magnétique de l'inclinaison dans toutes les parties du globe. Aussi ces aiguilles n'ont jamais de déviation dans leur position horizontale.“

der magnetischen Inklination in allen Teilen der Erde zu überwinden. Überdies haben diese Nadeln niemals in ihrer horizontalen Lage eine Abweichung.“

Der letzte Satz dieser Barrowschen Bemerkung enthält die Aussage, daß die chinesischen Nadeln keine horizontale Abweichung, d. h. keine magnetische Deklination zeigen. Das ist nur ein von Ort und Zeit abhängiges Ergebnis. Es ist dadurch bedingt, daß für den in Frage kommenden Zeitraum der Isogonenverlauf in China etwa meridianparallel war und außerdem nur um Werte bis $\pm 2^\circ$ etwa schwankte, d. h., die zu beobachtenden Abweichungen waren sehr gering und für den praktischen Gebrauch vernachlässigbar klein (vgl. L. A. BAUER [19, Taf. 1, Peking]). Wie jede andere Magnetnadel stellt sich auch die Nadel in den chinesischen Kompassen in die Richtung des magnetischen Meridians ein.

Die Äußerungen BARROWS über die Inklination, die J. KLAPROTH und später J. NEEDHAM¹⁾ wiedergaben, sind ebenfalls nicht widerspruchsfrei. Eine solche Unabhängigkeit der chinesischen Magnetnadeln von dem Einfluß der magnetischen Inklination, wie in der angeführten Textstelle behauptet wird, existiert *nicht*. Das zeigt folgende Überlegung: Die Magnetnadel mit dem Hütchen und der Klemme stellt bei symmetrischer Massenverteilung einen gleicharmigen Hebel dar, der um den Auflagepunkt, die Spitze der Pinne, gedreht werden kann (vgl. Bild 28). Setzt man nur die Schwerebeschleunigung voraus, dann greifen an den Hebelenden zwei gleichgroße Kräfte an. Sie bewirken eine Gleichgewichtslage parallel zur Horizontalebene, genauer in einer Äquipotentialfläche des Schwerefeldes. Da jedoch die Hebelarme, die durch die Magnetnadel gebildet werden, ein magnetisches Moment, nämlich das der Nadel, besitzen, treten zusätzliche Kräfte auf. Sie sind entgegengesetzt gerichtet und bilden sogenannte Kräftepaare. Das eine bewirkt wegen des Vorhandenseins des erdmagnetischen Feldes ein Drehmoment in der Horizontalebene, das andere ein Drehmoment in der Vertikalebene. Daraus resultiert das Einstellen der Magnetnadel in Richtung des erdmagnetischen Feldes und in die entsprechende isodynamische Fläche, wobei hier die eine Komponente des vertikalen Kräftepaares in und die andere Komponente entgegen der Richtung der Schwerebeschleunigung angreift und damit zur Neigung der Nadel in die isodynamische Fläche führt. Außerdem ist dabei zu berücksichtigen, welche Freiheitsgrade die Nadel als Horizontal- oder als Vertikalnadel besitzt. Für die erstere spielen noch die Ausschlagshöhe der Nadelenden und die Bewegungsmöglichkeiten zwischen Hütchen und Pinne (Größe des Öffnungswinkels) eine Rolle.

Betrachtet man für den vorliegenden Fall einer Kompaßnadel der Einfachheit halber nur die Horizontalintensität H , dann folgt aus der Beziehung $H = |\vec{F}| \cos I$

¹⁾ NEEDHAM [190, S. 7] schreibt: „Moreover, the fact that the weight was concentrated above the point of suspension meant that it was quite sufficient to overcome the dip, or inclination of the needle downwards.“ (Auf die unterschiedliche Darlegung „audessous“ bei J. KLAPROTH und „above“ bei J. NEEDHAM sei hier nur hingewiesen.)

($|\vec{F}|$ Totalintensität des erdmagnetischen Feldes bzw. Betrag des magnetischen Feldvektors \vec{F} , I magnetische Inklination), daß am magnetischen Äquator, wo $I = 0$ ist, das vertikale Kräftepaar verschwindet und die Magnetnadel kein Drehmoment in dieser Richtung erhält. Für alle anderen von Null verschiedenen Werte der magnetischen Inklination existiert ein solches vertikales Drehmoment auf entsprechend gelagerten Nadeln. Dies gilt auch für die betrachteten chinesischen Kompassse und ihre besondere Konstruktion. Durch sie wird zwar ein sehr kleines Trägheitsmoment der Nadeln und damit ein kleines Drehmoment ermöglicht, nicht aber dieses beseitigt. Wenn trotzdem die chinesischen Kompassse, wie sie in der Hellmannschen Sammlung vorhanden sind, kaum eine vertikale Neigung ihrer Nadeln zeigen, so beruht das ebenso auf einem genauen *Ausbalancieren* wie bei den europäischen Kompasssen. Die betrachtete besondere Konstruktion der chinesischen Kompassse erlaubte dabei eine sehr einfache Methode. Die Nadel wird in der Halterung, in der sie umschließenden Klemme, ein wenig aus dem Mittelpunkt verschoben, so daß ein ungleicharmiger Hebel entsteht und damit die durch die Inklination bedingte vertikale Neigung kompensiert wird. Dies gilt streng nur für einen bestimmten Wert der raum- und zeitabhängigen Inklination. Für die Geräte des praktischen Gebrauchs kann dies jedoch so weit vernachlässigt werden, daß sie für einen bestimmten Wert, meist den des Herstellungsortes, eingestellt werden. Eine andere Form der Ausbalancierung durch unsymmetrische Massenverteilung bei den Trägern der Magnetnadel, dem Hütchen und der Klemme, scheint, soweit aus dem untersuchten Kompaß (Nr. 56) hervorgeht, nicht angewendet worden zu sein. Überdies befinden sich die zwei Befestigungen der Klemme an den beiden gegenüberliegenden Seiten des Hütchens senkrecht zur Nadel und kommen daher für einen Gewichtsausgleich nicht in Betracht. Sie tragen nur zur mechanischen Stabilisierung des Systems bei. Das gilt auch in gewisser Weise für die Massenverteilung in der Vertikalen. Zwar befindet sich der Schwerpunkt oberhalb des Auflagepunktes. Da jedoch die Masse der Nadel klein gegenüber der von Klemme und Hütchen ist, dieses außerdem verhältnismäßig weit nach unten gezogen ist, soweit es die Seiten mit der Halterung für die Klemme betrifft, bilden Hütchen und Klemme ebenfalls eine Art gleicharmigen Hebel, der sich um den Auflagepunkt drehen kann. Der Massenschwerpunkt liegt daher nur wenig über dem Auflagepunkt, und die nichtmagnetischen Teile des Systems sind ebenfalls in sich ausbalanciert.

Die oben beschriebene Zwischenscheibe aus unmagnetischem Metall (Zinn, Blei u. dgl.) bewirkt übrigens eine so starke Dämpfung der kleinen drahtförmigen Magnetnadel, daß bei horizontaler Auslenkung dieser Nadel durch einen zweiten Magneten etwa um den Winkel $\pi/2$ der damit eingeleitete Schwingungsvorgang nahezu aperiodisch abklingt. Im Gegensatz dazu verläuft der analoge Schwingungsvorgang, der in gleicher Weise bei einem hölzernen Kompaß ohne metallene Zwischenscheibe hervorgerufen werden kann, so bei dem Gerät Nr. 57, in der zu

erwartenden Form, d. h. als langsam gedämpfter Schwingungsvorgang, der periodisch abklingt. Wegen der wahrscheinlichen Herstellungszeit dieser Kompaßtypen (Ende 18. Jh./Anfang 19. Jh.) dürfte die Anwendung dieses magnetischen Dämpfungseffektes durch Induzierung von Wirbelströmen in einer unmagnetischen Metallscheibe ähnlich wie bei anderen metallenen Kompassen vorhergegangener Jahrhunderte lediglich auf praktischen Erfahrungen und Beobachtungen der Kompaßmacher beruhen.

Durch die beschriebene Konstruktion erhalten die Nadeln eine große Sensibilität. Sie könnte möglicherweise auch zur Interpretation oder zum „Nachweis“ geomantischer Einflüsse benutzt worden sein; denn zur einfachen räumlichen Orientierung reicht auch eine Nadel mit geringer Einstellempfindlichkeit aus. Da jedoch eine hohe gewählt wurde, die bei diesen gewöhnlich auf dem festen Land gebrauchten Geräten nicht unbedingt erforderlich erscheint, könnte man entweder an diese Interpretation der Nadelbewegungen im Sinne der Geomantie oder auch an die Möglichkeit denken, die Nadel mittels eines anderen Magneten oder Eisengegenstandes schnell ausulenken, ohne daß dies anderen Beobachtern auffällt. In diesem Fall würden dann die Deutungsscheiben als bloße „Gaukler-Bussolen“ (vgl. dazu A. Schüeck [241]) aufzufassen sein. Nach diesen Annahmen wären die Eigentümlichkeiten in der Konstruktion der chinesischen Kompassse und kompaßähnlichen Geräte speziell durch die Aufgaben der Deutungsscheiben mit angeregt worden. Zieht man die Verwendung der Kompassse auf See in Betracht, so könnte sich das ebenfalls auf die Entwicklung dieser Konstruktionsform ausgewirkt haben. Weshalb die chinesischen Kompaßmacher ihren Instrumenten einen solchen Aufbau gaben, bleibt jedoch im ganzen noch unbestimmt und läßt sich auf Grund der untersuchten Geräte und der benutzten Literatur nicht entscheiden.

Die Windrosen der chinesischen Kompassse sind gewöhnlich 4teilig, 8teilig oder 24teilig. Die 4teilige Windrose besteht aus den vier Erdrichtungen oder Weltgegenden, die 8teilige Windrose aus den acht Himmels- oder Raumrichtungen und die 24teilige aus einer Dreiteilung der acht Himmelsrichtungen. Zur Kennzeichnung werden bei dieser Einteilung Symbole aus einem Zehner- und Zwölferzyklus benutzt, die aus den zehn „Himmelsstämmen“ bzw. den zwölf „Erdstämmen“ bestehen. Kombinationen der Elemente dieser beiden Zyklen führen auf einen Sechzigerzyklus, der in der Chronologie der Chinesen Bedeutung besitzt. Neben den Symbolen der Erd- und Himmelsstämme treten als Zeichen in der Kompaßeinteilung auch Trigramme auf. Sie entstehen durch Permutation von drei ganzen Strichen (mit der Bedeutung „Erde“) mit drei halben Strichen (mit der Bedeutung „Himmel“). Die Grundlage für die Einteilung der chinesischen Windrosen beruht auf einem für die alte chinesische Kultur eigentümlichen System, bei dem astronomische Vorgänge, wie der jährliche Umlauf der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne, mit astrologischen und geomantischen Vorstellungen verknüpft wurden. Einzelheiten darüber sind in der neueren Literatur besonders von L. DE SAUSSURE

in verschiedenen Arbeiten über die Astronomie der Chinesen [215—218] und von J. NEEDHAM [189, Bde. 3 und 4, 1] dargelegt worden. Das Charakteristische der chinesischen Windrosen besteht nicht in einer formalen Zweiteilung der Hauptrichtungen, Zwischenrichtungen usw. oder in einer einfachen Benennung einzelner Winde, wie bei den deutschen oder romanischen Windrosen, sondern in einer Mehrdeutigkeit der Richtungsbezeichnungen, die auf Grund des verwendeten kosmologisch-geomantischen Systems festgelegt wird. Dieses läßt verschiedene Möglichkeiten, wie die Zuordnung von Eigenschaften, Farben u. ä. zu Hauptrichtungen, zu (Vgl. dazu im einzelnen J. KLAPROTH [145, S. 110ff.] und L. DE SAUSSURE [218, S. 11, insbesondere die auf dieser Seite abgedruckte Tabelle mit den verschiedenen Varianten, die Windstriche der europäischen Kompaßrose durch chinesische Bezeichnungen wiederzugeben].)

Neben den Orientierungskompassen sind in diesem Zusammenhang die geomantischen Kompassse oder Deutungsscheiben zu erwähnen. Sie besitzen als Umrandung des Kompasses eine Anzahl von Beschriftungsringen, die teils zur Richtungsbestimmung, teils für Deutungszwecke benutzt werden. (Über die Aufteilung dieser Ringe für Deutungszwecke vgl. die Instrumentenbeschreibung, Gerät Nr. 54 und die dort angegebene Literatur.) Soweit die Beschriftungsringe für Richtungsbestimmungen in Betracht kommen, also Windrosen sind, müssen bei den geomantischen Kompassen die dreifach vorhandenen 24teiligen Windrosen genannt werden. Sie enthalten azimutale Teilungen, die bei den drei entsprechenden Beschriftungsringen gegeneinander verdreht sind. Die beiden äußeren Windrosen sind jeweils um $7\frac{1}{2}^\circ$ gegenüber der inneren Windrose verschoben. Die eine weicht nach Osten, die andere nach Westen um den genannten Winkelbetrag ab. Hierbei werden die auf den astronomischen Meridian bezogene Teilung chêng chen (orthodoxe Nadel), die auf die östliche Abweichung bezogene Teilung fêng chen (Saum-Nadel) und die auf die westliche Abweichung bezogene Teilung chung chen (zentrale Nadel) genannt (vgl. J. KLAPROTH [145, S. 110ff.] und J. NEEDHAM [189, Bd. 4,1, S. 299] und [490, S. 5]). Durch das Verschieben der Windrosen wird eine Berücksichtigung der unterschiedlichen Mißweisungen möglich. Diese Methode ist alten Ursprungs und geht auf Zeiten zurück, in denen sowohl eine östliche als auch eine westliche Abweichung der Magnetnadel in China beobachtet wurde. Als Belege führt J. NEEDHAM mittelalterliche chinesische Quellen an, in denen über Diskussionen der Geomantiker berichtet wurde, welches die korrektere Richtung, die der orthodoxen Nadel usw., sei. (Zur Arbeitsweise mit den geomantischen Kompassen vgl. die Abbildung bei J. NEEDHAM [189, Bd. 2, S. 362, Fig. 46], in der eine entsprechende chinesische Zeichnung wiedergegeben wird.)

Die Form, wie die Mißweisung bei den geomantischen Kompassen berücksichtigt wurde, ist aufschlußreich. Sie erinnert an die europäischen Kompassse, die z. T. mit Mißweisungsbeträgen in Form ganzer oder halber Windstriche versehen wurden. Da die 24teiligen Windrosenkreise der chinesischen Deutungsscheiben

aus 15° -Sektoren bestehen, ergibt sich durch eine einfache Teilung dieses Winkels der Betrag von $7\frac{1}{2}^\circ$, um den die beiden äußeren Windrosen gegenüber der inneren verdreht sind. Die Berücksichtigung der Mißweisung erfolgte also nur in *summarischer* Form. In diesem Zusammenhang muß auf die eingeritzte Nordsüdmarkierung der schon betrachteten metallenen Zwischenscheibe hingewiesen werden. Sie ist nicht gehäusefest angebracht, soweit aus dem untersuchten Gerät (Nr. 56) gefolgert werden darf, und kann nach Abnehmen des Schutzglases auf die jeweilige „Nadel“ (orthodoxe usw.) eingestellt werden kann. Da die Deutungsscheiben als äußere Umrandung eine Grobeinteilung in 28 nichtgleiche Sektoren, in die 28 Häuser der chinesischen Ekliptik, genannt „sieou“ (französische Umschrift, vgl. J. KLAPROTH [145, S. 110]), und eine Feineinteilung von $360\frac{1}{4}^\circ$, die etwa mit dem tropischen Jahr korrespondiert, besitzen, wäre prinzipiell eine Orientierung der Bezugsrichtung auf dem Gerät (Markierung der Nordsüdrichtung auf der Zwischenscheibe) für jeden vorgegebenen Wert der magnetischen Deklination möglich. Damit ergäbe sich eine genaue Richtungsbestimmung, soweit sie ohne Visiereinrichtung durchgeführt werden kann. Von dieser Erhöhung der Genauigkeit wurde jedoch bei den geomantischen Kompassen kein Gebrauch gemacht. Die Feineinteilung gilt nur in Verbindung mit den Angaben über die chinesische Ekliptik, die Teilung in 28 Häuser. (Vgl. L. DE SAUSSURE, der diese Fragen näher behandelt und auch Zeichnungen über die Aufteilung des Horizontkreises in die 28 chinesischen Häuser usw. bringt, [215 und 216, insbes. die Abb. auf S. 8], [217, insbes. S. 214—231] und [218, S. 28 (Abb.) und S. 36 (Feineinteilung)].) Während die geomantischen Kompass oder Deutungsscheiben in ihrer Konstruktion etwa mit den Trockenkompassen europäischer Meister verglichen werden können, ist das für die chinesischen Seekompass nicht der Fall. Sie wurden im Fernen Osten vielmehr lange Zeit nur in Form der Wasserkompass benutzt. (Vgl. dazu die von A. SCHÜCK [241], R. HENNIG [126], W. E. MAY [175] und J. NEEDHAM [189, Bd. 4, 1, insbes. Fig. 333 und 334] sowie [190] angeführten Belege.) Erst mit der Anwesenheit der Jesuiten in China (nach 1644) scheinen sich europäische Einflüsse bei der Konstruktion von Seekompassen und anderen Instrumenten stärker geltend gemacht zu haben. Als neueres Beispiel kann ein chinesischer Schiffskompaß erwähnt werden, der von quadratischer Form ist und die übliche Pinnenlagerung der Magnetonadel wie bei europäischen Geräten besitzt. Dieser Kompaß stammt von einer chinesischen Dschunke aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts und wurde von H. L. HITCHINS und W. E. MAY [130, Pl. 1] abgebildet. (Über die Schwierigkeit, mit solchen einfachen, rohen Geräten ausreichend navigatorisch zu arbeiten, vgl. die eben angeführten Arbeiten.)

b) Chinesische Kompaß-Sonnenuhren

Die Gnomonik der Chinesen ist von J. NEEDHAM [189, Bd. 3] im Zusammenhang mit der Astronomie in China eingehend dargestellt worden. In der Konstruktion von chinesischen Reise- oder Taschensonnenuhren, wie sie in der Hellmannschen Sammlung vorhanden sind, finden sich einige Besonderheiten, die im folgenden betrachtet werden. Ebenso wie bei der Fertigung von Kompassen und Deutungsscheiben besitzen die Chinesen in der Herstellung von Sonnenuhren eine auffällige Abhängigkeit von alten Traditionen. Nach J. NEEDHAM [189, Bd. 3, S. 310 bis 314] lassen sich die tragbaren Sonnenuhren der Chinesen in drei Gruppen oder Typen gliedern. Typ A umfaßt Klappsonnenuhren mit Fadengnomon. Seine Eigentümlichkeit ist, daß diese Geräte äquidistantgeteilte Zifferblätter besitzen. Daraus läßt sich folgern, daß die chinesischen Hersteller die Fehler, die sich durch eine solche Zifferblattgestaltung ergeben, nicht kannten oder außer acht ließen. Wie bereits angeführt, ist eine Gleichteilung der Zifferblätter nur bei den Äquatorialsonnenuhren gegeben. Die Entstehungszeit solcher chinesischer Klappsonnenuhren mit gleichgeteiltem Zifferblatt wird für die Zeit der Ming-Dynastie (1368—1644) angenommen. Korrekturen der Zifferblattkonstruktion finden sich zu Ende der Ming-Dynastie, also mit der Ankunft der Jesuiten etwa. Gleichzeitig entstand neben der alten Bezeichnung „phing mien jih kuei“ die Benennung „yang kuei“ (fremde Sonnenuhren). Typ B umfaßt Sonnenuhren verschiedener Art, die jedoch alle eine verstellbare Zifferblattebene besitzen und zur Gruppe der Äquatorialsonnenuhren gehören. Dieser Typ, dessen Entstehungszeit etwa in der Sung-Dynastie (981—1280) liegt, repräsentiert die Hauptform der chinesischen Sonnenuhren. Nach J. NEEDHAM wurzelt sie ganz in der chinesischen Tradition, und es gibt keine Gründe, die für eine Einführung dieser Sonnenuhrform durch die Jesuiten sprechen. Typ C dagegen verdankt seine Konstruktion europäischen Einflüssen und gehört in die Zeit der Tsing-Dynastie (1644—1911). Er besteht aus einer Anzahl Eisenplatten, die mit einem kleinen Schattenstab und dem Liniennetz für die Tageslängen und die Stunden versehen sind und für bestimmte Polhöhen angefertigt wurden.

In der Hellmannschen Sammlung sind nur Geräte vom Typ A und B der genannten Klassifikation vorhanden, die überdies erst dem 19. Jahrhundert etwa entstammen. Trotzdem sind sie geeignet, die wichtigsten Merkmale in der Konstruktion, speziell vom Typ B zu zeigen. Zunächst muß vorausgeschickt werden, daß die chinesische Stundenzählung aus einer Bezifferung der gleichlangen Doppelstunden (1—12) besteht, die jeweils in Ober- und Unterstunden geteilt sind. Die Zählung beginnt mit 23 Uhr.

Das Charakteristische der Sonnenuhren vom Typ B ist eine *Jahreszeitenskala*, die etwa mit der Polhöhenkala bei den europäischen Klappsonnenuhren verglichen werden kann. (Die deutsche Bezeichnung ‚Jahreszeitenskala‘ wurde vom Verfasser

des vorliegenden Beitrages gewählt, um den Inhalt dieser Skala hervorzuheben.) Die Jahreszeitskala besteht aus 24 Perioden von etwa 14 Tagen Dauer, die als „chhi“ (englische Umschrift) bzw. „tsié“ (französische Umschrift) bezeichnet werden und ursprünglich soviel wie Knoten des Bambusrohres bedeuteten. Diese Benennung stammt aus der alten chinesischen Kalenderrechnung, der lunarsolare Einteilungsprinzipien zugrunde liegen. Ein lunarer Monat umfaßt die Zeit von Vollmond zu Vollmond (chhi bzw. tsié). Die lunaren Monate 1 bis 3, vom Frühlingsanfang, nicht vom Frühlingsäquinoktium gezählt, gehören zum Frühling, die entsprechenden lunaren Monate 4 bis 6 zum Sommer, 7 bis 9 zum Herbst und 10 bis 12 zum Winter (vgl. dazu L. DE SAUSSURE [217, S. 325—350, Abschnitt „Le Calendrier“] und J. NEEDHAM [189, Bd. 3, S. 405]). Bei dieser Einteilung treten im Vergleich zum tropischen Jahr gewisse Änderungen auf, so beim Beginn der einzelnen Jahreszeiten usw., die auch in der im folgenden zu betrachtenden Jahreszeitskala des Gerätes Nr. 30 aus der Hellmannschen Sammlung zum Ausdruck kommen. C. A. S. WILLIAMS [269, S. 71] bezeichnet den Aufbau der Jahreszeitskala treffend als „twenty-four fortnightly climatic periods of the solar circle“ (24 vierzehntägige *klimatologische* Perioden der Ekliptik). Sie sind gewöhnlich als 6. Kreis in den Deutungsscheiben angebracht.

Die Jahreszeitskala steht bei der betrachteten Sonnenuhr als Beschriftung auf beiden Seiten einer in die Grundplatte des Gerätes eingefügten Rasterung. Mittels einer kleinen Metallstütze, die in die Rasterung eingreift, kann die Zifferblattscheibe der Sonnenuhr gegenüber der Grundplatte, also der Horizontebene gehoben werden. Dieser Erhebungswinkel (α) umfaßt den Wertebereich von $15^\circ \leq \alpha \leq 50^\circ$ und ändert sich von Rasterstellung zu Rasterstellung um rund 3° (vgl. dazu die folgende Zusammenstellung). Die Beschriftung der Jahreszeitskala besteht aus Angaben über den Beginn der einzelnen Jahreszeiten usw. und aus klimatologischen Angaben. Diese gelten streng nur für einen bestimmten Ort oder für ein begrenztes Gebiet. Im Laufe der historischen Entwicklung ist jedoch auf diese Tatsache keine Rücksicht mehr genommen worden. Die Hersteller solcher Sonnenuhren haben vielmehr ihre Geräte mit einer gleichbleibenden Form der Skala, „standard chhi“ nach J. NEEDHAM, versehen. Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt die Gliederung der Jahreszeitskala, wie sie sich nach dem Gerät Nr. 30 ergibt. Dabei werden die Angaben in englischer Umschrift und in deutscher Übersetzung gebracht, die der Verfasser Herrn E. YANG, Berlin, verdankt. Zur weiteren Erläuterung werden in der Zusammenstellung Daten über den Beginn der einzelnen jahreszeitlichen Perioden und in einigen Fällen auch abweichende englische oder französische Übersetzungen gebracht, die dem Abdruck der Jahreszeitskala bei J. NEEDHAM [189, Bd. 3, S. 405]) bzw. bei L. DE SAUSSURE [217, S. 335] entnommen wurden. Die ferner beigefügten Angaben über die Größe des Erhebungswinkels ergaben sich durch Ausmessen des Gerätes Nr. 30. (Vgl. dazu die Instrumentenbeschreibung.)

Jahreszeitskala

(Gerät Nr. 30, Blick auf den Geräterand, vgl. Abb. 30b)

linke Seite	Erhebungswinkel	rechte Seite
tung chi (22. 12.) Wintersmitte Wintersolstitium	15°	tung chi (22. 12.) Wintersmitte Wintersolstitium
ta hsü (7. 12.) großer Schnee	18°	hsiao han (6. 1.) kleine Kälte
hsiao hsü (23. 11.) kleiner Schnee	21°	ta han (21. 1.) große Kälte
li tung (8. 11.) Wintersanfang	24°	li chun (2. 2.) Frühlingsanfang
shuang giang (24. 10.) Reiffall, Reifbildung gelée blanche	27°	yü shui (20. 2.) Regenfall
han lu (9. 10.) kalter Tau	30°	gin chi (7. 3.) Tiere (Insekten) bewegen sich awaking of creatures grouillement (des insects)
chiu fen (24. 9.) Herbstmitte Herbstäquinoktium	32°	chun fen (22. 3.) Frühlingsmitte Frühlingsäquinoktium
bai lu (8. 9.) weißer Tau, klarer Tau	35°	ching ming (6. 4.) frisch und klar pure clarté
chu ch'u (24. 8.) Hitzeende	38°	gu yü (21. 4.) Reisregen grain rain pluie pour les céréales
li chiu (8. 8.) Herbstanfang	41°	li hsia (6. 5.) Sommersanfang
ta chu (24. 7.) große Hitze	44°	hsiao man (22. 5.) kleine Fülle, alles blüht, reift lesser fulness petite plénitude (du grain)

Jahreszeitenskala (Fortsetzung)

linke Seite	Erhebungswinkel	rechte Seite
hsiao chu (8. 7.) kleine Hitze	47°	man chung (7. 6.) Korn reift grain in ear barbe des épis
hsia chi (22. 6.) Sommersmitte Sommersolstitium	50°	hsia chi (22. 6.) Sommersmitte Sommersolstitium

Die Namen der 24 Perioden (gleich 13 Rasterstellungen) lassen nach J. NEEDHAM vermuten, daß diese Benennungen zuerst im Tal des Gelben Flusses, des Hwang-ho, oder nördlich davon entstanden. Das wird auch bestätigt, wenn man die in der obigen Tabelle niedergelegten klimatologisch-meteorologischen Erfahrungen betrachtet. Hier finden sich typische Merkmale des nordchinesischen Klimas, so z. B. der Eintritt der sommerlichen Höchsttemperaturen im Monat Juli anstelle des Monats August für vergleichbare gemäßigte Breiten. Die winterliche Trockenperiode kommt ebenfalls, allerdings nur angenähert zum Ausdruck, wie z. B. der Gang der Monatsmittel für Peking zeigt, das um einen Breitengrad nördlicher als der Unterlauf des Gelben Flusses liegt (genaue Koordinaten 39° 54' N und 116° 28' E):

Winterliche Jahreszeit						
Monat	XI	XII	I	II	III	
Temperatur	4,0	-2,7	-4,5	-1,5	5,1	°C
Niederschlag	7	2	4	4	8	mm

Sommerliche Jahreszeit							
Monat	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatur	13,8	20,3	24,7	26,4	25,3	20,1	°C
Niederschlag	16	34	83	256	144	58	mm

(Die Zahlenangaben wurden B. P. ALISSOW [3, S. 78] entnommen.)

Die Bezeichnung „frisch und klar“ auf der Jahreszeitenskala, mit der die Periode von etwa Anfang bis Mitte April charakterisiert wird, weist auf die in der Übergangszeit auftretenden Einbrüche von Polarluft hin, die in Nordchina meist kontinentaler Herkunft (cP) ist. Nach neueren klimatologischen Daten (B. P. ALISSOW [3, S. 82—83]) beträgt für Peking das Monatsmittel der relativen Feuchtigkeit im April 40% und erreicht damit ein Minimum, d. h., der April ist klimatologisch gesehen der trockenste Monat des Jahres, also von „pure clarté“.

(Polarluft ist im Vergleich zu anderen Luftmassen, wie Tropikluft usw., von geringerem Kerngehalt und sonstigen Trübungsbestandteilen und dadurch als Luftmasse mit guten bis ausgezeichneten Sichtverhältnissen charakterisiert.) Auch phänologische Beobachtungen sind in dieser Jahreszeitenskala festgehalten, wie „kleine Fülle“ oder „Korn reift“, die etwa mit dem Ährenschieben oder dem Ausreifen des Getreides bei uns verglichen werden können. Da es sich bei dieser Einteilung um eine Festlegung jahrhundertelanger meteorologischer Erfahrungen handelt, in denen nur allgemeine Züge des nordchinesischen Klimas zum Ausdruck kommen, ist eine Betrachtung von weiteren Einzelheiten dieser Skala nicht erforderlich, zumal dann eine genaue Lokalisierung notwendig wäre. Sie aber entspricht nicht dem Zweck der Jahreszeitenskala, die, wie erwähnt, durch „standard chhi“ gebildet wurde. Diese Einteilung, für die wegen ihres klimatologischen Charakters (vgl. auch [269, S. 71]) der Name „Jahreszeitenskala“ gewählt wurde, ist nicht nur auf dem Instrument Nr. 30 der Hellmannschen Sammlung vorhanden, sondern nach J. NEEDHAM [189, Bd. 3, S. 310] auf zahlreichen Sonnenuhren dieser Form anzutreffen (vgl. auch B. STICKER [290, S. 24].)

Nach diesen Betrachtungen über den Inhalt der Jahreszeitenskala sind noch einige Bemerkungen über die Konstruktion erforderlich, die ebenfalls bisher in der Literatur noch nicht gegeben worden sind.

Entsprechend der angeführten Einteilung ist der Erhebungswinkel (α) bei winterlichen Perioden, also bei niedrigen Sonnenhöhen, klein und durch den Wert von $\geq 15^\circ$ begrenzt, bei sommerlichen Perioden, also bei hohen Sonnenständen, groß und durch den Wert von $\leq 50^\circ$ begrenzt. Orientiert man die Sonnenuhr in den Meridian, d. h., zeigt die Öffnung des Erhebungswinkels nach Süden, dann erhält die zum Zifferblatt senkrechte Ebene, die Ebene des Polstabes also, beim Auftreffen der Sonnenstrahlen in jeder Jahreszeit maximale Beleuchtung. Damit ist gesichert, daß die Schattenlänge hinreichend groß ist, um alle Sektoren des Zifferblattes zu überstreichen und eine einwandfreie Ablesung der Zeitangaben zu ermöglichen. Im Vergleich zu den europäischen Äquatorialsonnenuhren ist bei den chinesischen Geräten dieser Form eine besondere Konstruktion benutzt worden. Während bei jenen Instrumenten die unterschiedlichen Sonnenhöhen im Laufe eines Jahres durch Umklappen des Polstabes um 180° berücksichtigt werden können (vgl. dazu z. B. die Äquatorialsonnenuhren in der Instrumentenbeschreibung), erfolgt bei den Sonnenuhren vom Typ B ein Nachstellen des Zifferblattes etwa nach dem jährlichen Gang der Sonnendeklination. Durch dieses Verfahren wird allerdings das Prinzip der Äquatorialsonnenuhren durchbrochen; denn das äquidistant geteilte Zifferblatt gilt nur für die Sonnenuhren, deren Zifferblattebene gegenüber der Horizontebene um den Winkel der Polhöhe bzw. der geographischen Breite des betreffenden Ortes geneigt ist (mit Ausnahme zur Zeit der Äquinoktien). Da China sich etwa von 20° bis 50° N geographischer Breite erstreckt, sind in dem Intervall, in dem der Erhebungswinkel α variieren kann, auch die

Polhöhen aller chinesischen Orte enthalten. Auf die Polhöhe eines bestimmten Ortes ist jedoch die Sonnenuhr vom Typ B nur zweimal 14 Tage im Jahr genau (oder angenähert wegen der 3°-Rasterung) eingestellt, d. h. $\alpha = \varphi$. Nur in dieser Zeit gibt die Sonnenuhr zuverlässige Werte. Für alle anderen Perioden wäre das gleichgeteilte Zifferblatt entsprechend dem Entwurf für inklinierende Sonnenuhren abzuändern. Daraus ergibt sich, daß diesen Sonnenuhren als Zeitmesser im Vergleich zu den europäischen Äquatorialsonnenuhren nur ein sehr geringer Wert zukommt. Abgesehen von dem genannten Zeitraum eignen sie sich lediglich zur Bestimmung von 12^h wahrer Ortszeit, genaue Orientierung des Gerätes in den Meridian vorausgesetzt. Diese Mängel in der Konstruktion gelten in gewisser Weise auch für den Typ A der chinesischen Sonnenuhren, die Klappsonnenuhren mit Polfaden, bei denen ebenfalls das Zifferblatt nicht auf die entsprechende Polhöhe abgestimmt ist; vgl. dazu Gerät Nr. 31.

c) Hersteller und Herstellungsorte der betrachteten
chinesischen Instrumente

Die in der Hellmannschen Sammlung vorhandenen chinesischen Geräte gehören alle der neueren Zeit an und sind in der Tsing-(Mandschu-)Dynastie (1644—1911) entstanden. Dabei ist von besonderem Interesse, daß drei der Instrumente von dem gleichen Hersteller stammen, der schon bei J. KLAPROTH (1834) [145, S. 116 und Pl. III] erwähnt wird, wenn man von der Möglichkeit zweier Hersteller gleichen Namens absieht. Auf den in Frage kommenden Geräten der Hellmannschen Sammlung sind wie auch auf dem von KLAPROTH wiedergegebenen Instrument der Herstellername und der Herstellungsort eingetragen, und beide Angaben stimmen bei dem Klapprothschen Instrument und den Hellmannschen Geräten überein. Es handelt sich um den chinesischen Hersteller FANG HSIU-SHUI aus der Gemeinde Hsiu-i, Kreis (Distrikt) Hsin-an. Seine Lebensdaten sind unbekannt, doch scheint er Anfang des 19. Jahrhunderts gearbeitet zu haben, wie aus der Ausführung seiner Instrumente geschlossen werden kann. Einen weiteren zeitlichen Anhaltspunkt liefert die Erwähnung dieses Herstellers durch J. KLAPROTH, dessen Arbeit [145] 1834 erschien. Mit diesem Erscheinungsjahr läßt sich etwa die Schaffensperiode des chinesischen Instrumentenmachers zur Gegenwart hin abgrenzen.

In dem Zusammenhang ist der Hinweis angebracht, daß A. VON HUMBOLDT auf seiner Asienreise 1830 einen chinesischen Kompaß als Geschenk erhielt (vgl. dazu G. SCHMIDT (1910) [223, S. 254—255] und H. BECK (1959—1961) [20, Bd. 2, S. 129 und Anm. 237]. Aus den angeführten Literaturstellen geht nicht hervor, ob dieser Kompaß, den HUMBOLDT bekam, ein Orientierungskompaß oder geomantischer Kompaß war.) Da J. KLAPROTH auf HUMBOLDTS Anregungen seine Studien über die Erfindung des Kompasses vollendete und die Ergebnisse seiner Untersuchungen sogar in Form eines Briefes an A. VON HUMBOLDT veröffentlichte, ist die Ver-

mutung nicht ganz von der Hand zu weisen, bei dem von J. KLAPROTH zur Abbildung gebrachten chinesischen geomantischen Kompaß könnte es sich vielleicht um das Gerät aus dem Besitz A. VON HUMBOLDTS gehandelt haben. Leider gibt jedoch KLAPROTH keine Quelle für die Herkunft des Instrumentes an, das er abzeichnen ließ, so daß sich für die angeführte Vermutung keine Bestätigung erlangen ließ.

Zur Datierung der in der Hellmannschen Sammlung vorhandenen chinesischen Geräte läßt sich noch ein konstruktives Merkmal, nämlich die Halterung des Schutzglases bei den Kompassen heranziehen. Die von FANG HSIU-SHUI stammenden Geräte Nr. 31 und 56 tragen das Schutzglas in einer Art Holzzylinder, dessen Deckplatte das Schutzglas bildet. Das Gerät Nr. 30, ebenfalls mit dem Namen FANG HSIU-SHUI signiert, hat eine Art Sprengring, der nicht aus einem einfachen Drahring, sondern aus einem Hohlring besteht, der an seiner Unterseite offen bzw. abgeschnitten ist. Setzt man voraus, daß die zuletzt genannte Form ein Ergebnis der neueren Entwicklung ist, dann müssen die Geräte mit einer solchen Halterung des Schutzglases im 19. Jahrhundert, möglicherweise Ende bis Anfang des 20. Jahrhunderts entstanden sein. (In der Instrumentenbeschreibung werden sie auf das 19. Jahrhundert etwa festgelegt.) Von dem eingangs erwähnten FANG HSIU-SHUI existieren Instrumente mit Holzpassung für das Schutzglas und mit metallenen Sprengring.¹⁾ Diese Tatsache könnte nun als das Ergebnis von frühen und späten Arbeiten des genannten Meisters erklärt werden. Eine andere Möglichkeit, die auf Grund dieser konstruktiven Eigenart in Betracht zu ziehen ist, ergibt sich aus der großen Gebundenheit an die Tradition, die ganz allgemein in der chinesischen Kunst und im Kunsthandwerk festzustellen ist. Danach könnten die verschiedenen Geräte, die mit dem Namen eines bestimmten Meisters, hier FANG HSIU-SHUI versehen sind, nicht allein von diesem gefertigt worden, sondern auch Arbeiten seiner Schüler gewesen sein, die aus Achtung vor ihrem Meister sich dessen Herstellervermerkes bedienen.²⁾ In solchen Fällen müßte dann der Fertigungsvermerk als „hergestellt in der Manier oder Art des Fang Hsiu-shui“ gedeutet werden, wobei jedoch auf die Voraussetzung zu achten ist, daß der „hölzerne“ und der „metallene“ Befestigungsring in ihrer Entstehung zeitlich verschieden angenommen worden sind. Ein genauer Nachweis darüber fehlt.

Für die Hersteller der anderen Geräte in der Potsdamer Sammlung dürfte als Zeitraum ihrer Arbeiten das 19. Jahrhundert und später wahrscheinlich sein; denn die Geräte besitzen alle einen metallenen Befestigungsring für das Schutzglas. Das

1) Ein von FANG HSIU-SHUI signierter Kompaß mit fünf Beschriftungsringen und metallenen Befestigungsring für das Schutzglas befindet sich in Privatbesitz. (Herrn K. MARTENS, Warnemünde, ist der Verfasser für freundliche Hinweise auf dieses Gerät und für Abbildungen zu Dank verpflichtet.)

2) Auf diese Möglichkeit wurde der Verfasser von Frau Dipl.-Phil. R. VIOLET aufmerksam gemacht.

Instrument Nr. 57 der Hellmannschen Sammlung, das in einer Werkstatt, der Cheng-nan-tang (Cheng-nan-Halle) gefertigt wurde, ist hinsichtlich seiner Kompaßlagerung (Pinne und Hütchen) ganz in europäischer Manier, wenn auch miniaturisiert gefertigt, und gehört dem ausgehenden 19. Jahrhundert an.

Über die Lage des Herstellungsortes Hsiu-i, Kreis (Distrikt) *Hsin-an*, lassen sich keine eindeutigen Aussagen machen. Es gibt vier Distrikt- oder Kreisstädte mit dem Namen Hsin-an, die in den chinesischen Provinzen Anhui, Honan, Hope und Kwangtung liegen. Als wahrscheinliche Herstellungsgebiete kommen dabei die küstennahen Provinzen Anhui und Kwangtung in Betracht, die zugleich auch Zentren der Lackindustrie sind. (Alle betreffenden chinesischen Geräte sind lackiert.) J. NEEDHAM scheint die zuletzt genannte Provinz wahrscheinlicher, wo im Bezirk der Handelsmetropole Kanton ein Ort Hsin-an liegt. (Nähere Untersuchungen darüber hat J. NEEDHAM jedoch nicht anstellen können; briefl. Mitteilung an den Verfasser.) Ein anderer Autor, H. LÖSCHNER, erwähnt in seiner Gnomonik [167, S. 90—91], „daß in China und Japan kleine tragbare Sonnenuhren mit seidnem Fadenzeiger gefunden werden, welche seit altersher in der Provinz Nganhwui aus Buchsbaumholz gefertigt und gewöhnlich in chinesischen Städten gekauft werden“. Eine Quelle für diese Angabe der am unteren Jangtsekiang gelegenen Provinz Anhui (alte Schreibung Nganhui) wird von H. LÖSCHNER nicht mitgeteilt. (Eine von FANG HSIU-SHUI hergestellte kleine Klappsonnenuhr mit Polfaden für 40° Polhöhe befindet sich in der Hellmannschen Sammlung, vgl. Gerät Nr. 31.) Berücksichtigt man die eben angeführten Angaben und die erwähnten klimatologischen Gesichtspunkte, dann scheint das Hsin-an in der Provinz Anhui als Herstellungsort bzw. -gebiet zutreffender. Übrigens gehören noch zwei der Hersteller von chinesischen Geräten, die sich in der Hellmannschen Sammlung befinden, zu dem Kreis der Instrumentenmacher in Hsin-an.

Die Art und Weise, wie die chinesischen Geräte der Sammlung nach Europa gekommen sind, bleibt weitgehend unbestimmt. Wahrscheinlich gehören sie zu der großen Gruppe der Reiseandenken, die in China an fremde Seeleute und andere Reisende verkauft wurden. Vgl. etwa R. T. GUNTHER [107, S. 119], der eine 39 cm große chinesische Deutungsscheibe erwähnt, die ein englischer Marineoffizier 1821 mitbrachte, und J. NEEDHAM [189, Bd. 4, 1, Fig. 338], der 1946 einen geomantischen Kompaß in Shanghai kaufte.

In Europa sind umgekehrt auch Instrumente für den Export nach China gefertigt worden, so beispielsweise Taschenuhren (Räderuhren) usw. Zifferblätter u. ä. solcher Taschenuhren haben u. a. L. DE SAUSSURE [216, S. 5, Fig. 5—10] und A. CHAPUIS [50] abgebildet und beschrieben. Auch in der Hellmannschen Sammlung sind chinesische Geräte vorhanden (Nr. 28 und 29), die vermutlich zu dieser Art von Ausfuhrartikeln gehörten und in ihrer künstlerisch-technischen Form auf europäische Einflüsse hindeuten (vgl. dazu die Instrumentenbeschreibung). (Über eine neuere Arbeit von LIEOU SIEN-TCHEOU von 1956, in der u. a. auch chinesische

Sonnenuhren behandelt werden, vgl. die Rezension von P. HUARD und M. WONG (1956) [132]. In diesem Zusammenhang muß auch auf ein sehr frühes Beispiel einer chinesischen Räderuhr hingewiesen werden, das in einem Werk über Armillarsphären und Globen von SU SUNG 1090 erwähnt wird, wie J. NEEDHAM, WANG LING und D. J. PRICE (1956) [191] und (1960) [192] näher ausgeführt haben.)

2. Zum Aufbau arabischer Instrumente

In der muselmanischen Welt waren, wie aus bisher vorhandenen Belegen geschlossen werden kann, Wasserkompass und Trockenkompass seit dem frühen Mittelalter bekannt. So setzt H. HASAN [114, S. 111] nach F. HIRTH für die erste Verwendung des Seekompasses das 12. Jahrhundert an. Der Aufbau dieser Instrumente deckt sich im wesentlichen mit dem der europäischen und chinesischen Kompass. Beispiele für solche arabischen Geräte sind in den Werken und Arbeiten zur Geschichte des Magnetkompasses vielfach aufgeführt, so daß hier nur darauf verwiesen werden darf. In einer Reihe von Spezialuntersuchungen haben vor allem E. WIEDEMANN [264—267] die Kompass und C. SCHOY [226—234] die Sonnenuhren der Araber betrachtet. (Vgl. dazu auch E. WIEDEMANN und J. FRANK [268], E. ZINNER [282, S. 12—14] und A. SUHEYL UNVER [249]. Hinzugefügt werden muß, daß hier und im folgenden unter „Arabien“ und „arabisch“ die Länder des islamischen Kulturkreises zu verstehen sind.)

Wie bereits einleitend erwähnt, besaß und besitzt der Kompaß bei den Arabern auch eine zusätzliche Funktion. Er wird als Hilfsmittel zur Bestimmung der Gebetsrichtung benutzt. Dabei handelt es sich um die Ermittlung der Richtung nach Mekka, genauer zur Ka'ba, nach der der Mohammedaner sein Gesicht beim Gebet wenden muß. Diese Richtung wird als Kibla (Qibla) bezeichnet. (Über die Doppelbedeutung des Wortes Kibla, das sowohl in dem genannten Sinne als auch für Süden (Ġanūb) benutzt wird, vgl. J. KLAPROTH [145, S. 31] und [146, S. 18 bis 19] sowie C. SCHOY [234].) Die Festlegung der Richtung für das Nachmittagsgebet wurde dagegen gewöhnlich mittels Sonnenuhren durchgeführt (vgl. C. SCHOY [232]). Diese Form der Uhren fand ebenfalls bei der Kiblabestimmung Verwendung, da einmal am Tag der Schatten des Gnomons oder Polstabes in die Richtung der Kibla fiel. Das wurde öffentlich ausgerufen. Die Bestimmung der Kibla, die noch betrachtet werden muß, hat zunächst mit dem Kompaß nichts zu tun. Dieser liefert nur eine Bezugsrichtung. Die Lösung der Aufgabe, für zwei gegebene Orte das Azimut oder Gegenazimut festzustellen, ergibt sich auf Grund der sphärischen Trigonometrie. Dabei müssen als Bestimmungsstücke die geographischen Koordinaten der beiden Orte bekannt sein. Wie C. SCHOY in seiner Abhandlung „Mittagslinie und Qibla“ [228] sowie in verschiedenen Quellenpublikationen [229—231] näher dargelegt hat, bedienten sich die arabischen

Astronomen und Mathematiker dazu sowohl Näherungsverfahren als auch strenger Methoden und bestimmten durch Rechnung oder durch geometrische Konstruktion die Kibla. So benutzte der Mathematiker IBN YŪNUS (gest. 1009) den Kosinussatz der sphärischen Trigonometrie. IBN AL-HAITHAM (gest. 1039) legte seiner geometrischen Konstruktion den Kotangentensatz zugrunde. Darin zeigt sich ebenso wie in der arabischen Gnomonik (vgl. dazu insbesondere C. SCHOY [232], wie eingehend die Kenntnisse waren, die die muselmanischen Gelehrten auf mathematischem und verwandten Gebieten besaßen. (Über Leben und Werk der arabischen Mathematiker und Astronomen vgl. H. SUTER [250] und H. P. J. RENAUD [206]). Dies gilt nach Betrachtungen von A. P. JUSCHKEWITSCH und B. A. ROSENFELD [137, insbes. S. 68—74] ganz allgemein für die Entwicklung der Mathematik im nahen und fernen Orient. Besonders für die Zeit des späten Mittelalters erreichte hier das mathematische Wissen einen Stand, der die Kenntnisse der Hellenen, von denen die Araber ausgegangen waren, weit übertraf. Die Gründe dafür liegen sowohl in den allgemeinen gesellschaftlichen Verhältnissen als auch in der Vervollkommnung der mathematischen Hilfsmittel. In den damaligen zentralistisch gelenkten Feudalstaaten war die Anwendung mathematischer Methoden für wichtige praktische Aufgaben, so z. B. für die lebensnotwendige Bewässerung, aber auch für die Innehaltung religiöser Gebräuche erforderlich. Zwar ist in diesem Zusammenhang gesehen die Herstellung von Kompassen und Sonnenuhren nur eine der vielfältigen Aufgaben. Doch ist sie nicht unwesentlich, da sich auch bei ihrer Lösung zeigt, daß nur durch die Beherrschung von theoretischen wie praktischen Kenntnissen ein wirklicher Erfolg zu erzielen war. (Über andere arabische Instrumente und ihre Hersteller vgl. die Literaturübersicht von F. MADDISON [288].)

a) Ein persischer Gebetskompaß

Ehe auf dieses Gerät eingegangen wird, muß erwähnt werden, daß das bisher früheste Zeugnis eines arabischen Trockenkompasses mit Windrosenblatt und Markierung der Kibla in dem Werk eines Zauberkünstlers, des AL-ZACHŪRĪ, aus dem Jahre 1399/1400 vorliegt, wie E. WIEDEMANN [264, S. 262 ff.] gezeigt hat. In dem Buch dieses Arabers wird von Taschenspielerkunststücken berichtet. Damit ist zugleich eine frühe Anwendungsform magnetischer Erscheinungen belegt. In dem Bericht wird u. a. ein Kompaß beschrieben, der zwei Nadeln besitzt, die eine Papierscheibe tragen, auf der die Gebetsnische der Mohammedaner, genannt Mihrāb, in Form eines gezeichneten Halbkreises zur Markierung des Südpunktes und damit der Kibla enthalten ist. AL-ZACHŪRĪ lebte in Ägypten, wo die Richtung der Kibla etwa gleich der Südrichtung oder geringer östlicher Abweichung davon ist, besonders wenn man die damalige westliche magnetische Deklination im östlichen Mittelmeer berücksichtigt. Die genannte Konstruktion genügte daher für eine einfache Bestimmung der Gebetsrichtung.

Der in der Hellmannschen Sammlung vorhandene persische Gebetskompaß stammt von MUHAMMAD TAHIR, der etwa um 1670 lebte. Von ihm waren bisher nur zwei Astrolabien bekannt, eines in der Eremitage in Leningrad, das andere im Museum of the History of Science in Oxford (vgl. dazu R. T. GUNTHER [106, Pl. 34], H. MICHEL [180, insbes. S. 185], D. J. PRICE [203, insbes. S. 363—381] und L. A. MAYER [177, S. 78]). Der im Geomagnetischen Institut Potsdam befindliche Gebetskompaß ist nun das dritte Instrument, das von diesem Meister bekannt geworden ist. Wie im folgenden noch näher gezeigt werden wird, muß dieser persische Hersteller auf Grund des Potsdamer Instruments zu den *Isfahaner Meistern* gezählt werden, die seit dem 10. Jahrhundert durch die Herstellung von Astrolabien und anderen Instrumenten bekannt wurden (vgl. dazu die eben angeführte Literatur). Eine genauere Untersuchung dieses Instruments scheint deshalb nützlich zu sein, zumal in der Literatur über diese besondere Form des Kompasses nur wenig zu finden war.

Betrachtet man diesen persischen Gebetskompaß (Gerät Nr. 53), der in Form eines messingnen Dosenkompasses gearbeitet ist, so ist auffällig, daß er als Verzierung auf der Deckelaußen- und Deckelinnenseite sowie auf dem Boden verschiedene Beschriftungsringe enthält. (Bezüglich Einzelheiten vgl. hier und im folgenden die Instrumentenbeschreibung.) Diese Beschriftungsringe bestehen aus Kiblangaben für einzelne, vorwiegend persische Orte. Auf der Schmalseite der Dose ist in Versform eine Gebrauchsanweisung angebracht. Der Aufbau des Kompasses selbst entspricht dem der europäischen Geräte. In der Mitte befand sich die Pinne, auf der die Nadel ruhte. (Beide fehlen bei dem Potsdamer Gerät.) Der Boden ist flach kegelförmig gestaltet und besitzt damit die für arabische Kompassse typische Form der Gestaltung, die von E. WIEDEMANN [267] als besonderes Merkmal angeführt wird. Diese zur Mitte hochgetriebene Bodenfläche erinnert an die ähnlichen flach kegelförmigen metallenen Zwischenscheiben bei den chinesischen Kompassen. Damit wird die Ausschlaghöhe der Nadelenden ein wenig vergrößert. Inwieweit es sich bei diesem persischen Kompaß nur um eine zufällige Ähnlichkeit oder um eine gewisse Nachahmung der chinesischen Konstruktion handelt, bleibt unbestimmt. Da Teilkreis und Schutzglas bei dem Potsdamer Instrument ebenfalls fehlen, lassen sich darüber keine Angaben machen.

Als weitere Besonderheit dieses Gerätes finden sich auf dem inneren Boden außer der Südrichtung die Richtungen nach den schiitischen Heiligtümern markiert. Durch die vom Fußpunkt der Pinne ausgehenden eingezeichneten Strahlen sind bestimmte Azimutwerte festgelegt. Sie ermöglichen eine Lokalisierung, etwa die Gegend von Isfahan. Damit wird das bereits angeführte Ergebnis über den wahrscheinlichen Entstehungs- oder Verwendungsort dieses Gebetskompasses bestätigt. (Isfahan war unter der Regierung von Schah ABBAS (lebte von 1586—1628) die Hauptstadt Persiens und blieb es bis etwa Anfang des 18. Jahrhunderts.) Bezüglich des Bezugspunktes der Azimutwerte, die von Süden über Westen aus gezählt

werden, ist von Interesse, daß dieser nicht die Stadt Isfahan ist, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach der in etwa 60 km Entfernung nordöstlich von Isfahan liegende Ort Baqirabad, wo eine Paßstraße nach Asbasad, Natanz und anderen Orten in oder nördlich der Kuhi-Kehris-Kette beginnt.

Dies läßt sich wie folgt zeigen: Mit den durch Ausmessen gewonnenen Azimutwerten, die in dem Instrument eingetragen sind, und den geographischen Koordinaten der Orte mit schiitischen Heiligtümern ergeben sich auf Grund des Kotangentensatzes der sphärischen Trigonometrie für die drei vorgeschriebenen Bezugspunkte: (1) Isfahan ($32^{\circ}40' N$ und $51^{\circ}40' E$), (2) Kumeschëh ($32^{\circ}55' N$ und $51^{\circ}49' E$), etwa 40 km nordöstlich von Isfahan gelegen, und (3) Baqirabad ($33^{\circ}02' N$ und $51^{\circ}59' E$) Abweichungen von den in dem Instrument eingetragenen Azimutwerten.

Ort	Azimut (eingetragen)	Abweichungen (berechnet)		
		(1)	(2)	(3)
Medina	56°	$+0^{\circ}40'$	$+1^{\circ}07'$	$+1^{\circ}09'$
Nedschef/Kerbala	79°	$-6^{\circ}30'$	$-4^{\circ}37'$	$-3^{\circ}42'$
Kazimain b. Bagdad	95°	$-3^{\circ}41'$	$-1^{\circ}19'$	$-0^{\circ}15'$
Samarra	101°	$-4^{\circ}23'$	$-2^{\circ}11'$	$-1^{\circ}04'$
Kum	151°	$-11^{\circ}01'$	$-5^{\circ}12'$	$+0^{\circ}10'$
Abd al-azim b. Teheran	171°	$-5^{\circ}32'$	$-2^{\circ}37'$	$+0^{\circ}40'$
Meschhed	231°	$-7^{\circ}49'$	$-9^{\circ}03'$	$-9^{\circ}24'$

Die Ortskoordinaten dieser und der in der folgenden Tabelle genannten Städte wurden der Internationalen Weltkarte 1:1 Mill. (International World Map), und zwar den Blättern NF-37/1956, NG-36/1944, NG-37/1944, NH-38/1944, NH-39/1918, NH-40/1956, NH-41/1928, NI-38/1944, NI-39/1959 (Teheran, Isfahan usw.), NJ-40/1955, NJ-41/1941, NK-38/1942 entnommen. Für Nedschef wurden $31^{\circ}59' N$ und $44^{\circ}19' E$, für Kazimain $33^{\circ}23' N$ und $44^{\circ}21' E$ und für Samarra $34^{\circ}12' N$ und $43^{\circ}52' E$ zugrundegelegt. Die Koordinaten der anderen Orte sind in der Tabelle der Kiblawerte mit aufgeführt. Die Vorzeichen der Abweichungen ergeben sich aus der Beziehung:

$$\text{Azimut (eingetragen)} = \text{Azimut (berechnet)} \pm \text{Fehler.}$$

Sind die Abweichungen positiv, dann sind die berechneten Azimutwerte zu klein, bei negativem Vorzeichen zu groß. Aus dem Gang der Fehler von negativen Werten über Null zu positiven Werten und umgekehrt ist ersichtlich, daß die Verschiebung des Bezugspunktes von Isfahan aus in nordöstlicher Richtung

besonders für die Werte von Kazimain, Kum und Abd al-azim b. Ray bzw. Teheran zu einer besseren Übereinstimmung der eingetragenen Werte mit den berechneten führt. Die Werte für Meshhed fallen dabei offensichtlich etwas heraus. Eine weitere Erörterung scheint nicht angebracht, da die in das Gerät eingetragenen Azimutwerte nur auf etwa $0,5^\circ$ genau ausgemessen werden konnten. Auch fehlen Angaben über die Ortskoordinaten, die den eingetragenen Azimutwerten zugrundegelegt worden sind. Hinzu kommt noch, daß für die wahrscheinliche Lage des Bezugspunktes eine zusätzliche Annahme, Vorhandensein eines Ortes u. ä., gemacht werden mußte, die ebenfalls als mögliche Fehlerquelle in die Rechnung eingeht. Möglicherweise käme als Bezugsort auch eines der kaiserlichen Lustschlösser in Betracht, die sich in der weiteren Umgebung von Isfahan befanden. So berichtete 1656 ADAM OLEARIUS (1599—1671) [196, 28. Kap., Ausgabe 1959, S. 335], daß auf der Gesandtschaftsreise nach Isfahan Anfang August 1637 in einem kaiserlichen Lustschloß übernachtet wurde, ehe am anderen Tag die Residenz Isfahan erreicht wurde. (Die Reiseroute verlief u. a. über Kum, Kaschan, Natanz nach Isfahan.)

Außer den angeführten Eigentümlichkeiten im Geräteaufbau ist auch eine besondere Handhabung dieses Kompasses zu erwähnen. Nach Einstellung des Instruments in den magnetischen Meridian, hier auf Süden bezogen, mußte die Gebetsrichtung ermittelt werden. Dies erfolgte in der Weise, daß am Teilkreis von Süden bzw. Norden ausgehend der Winkel aufgesucht wurde, der dem Inḥirāf, d. h. dem Winkel zwischen dem astronomischen Meridian und der Richtung nach Mekka, entsprach. Die Ablesung dieses Wertes erfolgte in zwei Arbeitsgängen. Einmal mußte die Richtung, bezeichnet als „Ĝihat“, also der Quadrant festgestellt werden, in dem der Winkel vom Meridian aus gezählt wird. Für die persischen Orte liegt Mekka in südwestlicher Richtung, d. h., der Winkel mußte von Süden nach Westen, also in azimuthaler Folge gezählt werden. Zum anderen mußte die Größe des Winkels festgestellt werden. Die Ablesung des Winkels, des Inḥirāf, schloß ebenfalls zwei Vorgänge ein. Zum ersten mußten die Winkelgrade, zum zweiten die Winkelminuten abgelesen werden. Da diese in zwei Gruppen von je zwei Buchstaben mit Zahlbedeutung angegeben sind, mußten diese zunächst addiert werden, ehe sich der Endwert für die Grad- und Minutenzahl ergab. Die Minutenangaben scheinen wegen des kleinen Teilkreisdurchmessers (68 mm) und damit $1^\circ \approx 1,2$ mm nur für das Auf- oder Abrunden in Betracht gekommen zu sein, falls man nicht die tabellierten Kiblawerte für andere Zwecke verwenden wollte. (Zur Winkелеinteilung mittels Buchstaben in Zahlbedeutung vgl. auch J. WÜRSCHMIDT [276], der eine Fünfgradteilung eines Quadrant-Astrolabs betrachtet, und T. N. KARY-NIJAZOV [138, Abb. 36—38].)

Die in dem persischen Gebetskompaß enthaltenen Werte des Inḥirāf, also der Richtung der Kibla, sind in verschiedener Hinsicht aufschlußreich. Das läßt sich an folgender Zusammenstellung zeigen:

Ort	Geographische		Winkelabweichung vom Meridian		
	Breite (N)	Länge (E)	(Inhirāf)		
			berechnet	abgelesen	Differenz
			(1)	(2)	(Fehler)
					(3)
Ahwas	31° 20'	48° 42'	40° 46'	40° 30'	+0° 16'
Basra	30° 30'	47° 48'	40° 07'	36° 05'	+4° 02'
Ganscha (Kirowabad)	40° 40'	46° 21'	17° 58'	15° 49'	+2° 09'
Hamadan	34° 47'	48° 31'	31° 59'	33° 57 ⁺	—1° 58'
	35° 10 ⁺				
Isfahan	32° 40'	51° 40'	45° 40'	47° 40'	—2° 00'
	32° 05 ⁺				
Kandahar	31° 37'	65° 42'	72° 29'	75° 05'	—2° 36'
Kerman	30° 17'	57° 06'	63° 56'	62° 51'	+1° 05'
Merw (Mary)	37° 36'	61° 49'	55° 42'	52° 30'	+3° 12'
Ray (b. Abd al-azim)	35° 35'	51° 27'	38° 44'	37° 37'	+1° 07'
Schuschtar	32° 02'	48° 51'	39° 20'	35° 38'	+3° 42'
Tiflis (Tbilissi)	41° 43'	44° 48'	13° 10'	14° 41'	—1° 31'
Bagdad	33° 20'	44° 21'	19° 41'	12° 50 ⁺	+6° 51'
	33° 41 ⁺				
Herat	34° 20'	62° 06'	61° 54'	54° 08'	+7° 46'
Kaswin	36° 16'	50° 00'	33° 34'	38° 34 ⁺⁺	—5° 00'
Kermanschah	34° 19'	47° 03'	28° 06'	34° 09 ⁺	—6° 03'
	34° 30 ⁺				
Kum	34° 39'	50° 53'	39° 08'	31° 54'	+7° 14'
Medina	24° 28'	39° 35'	4° 21'	9° 10'	—4° 49'
Meschhed	36° 18'	59° 37'	54° 33'	46° 37'	+7° 56'
Nischapur	36° 13'	58° 50'	53° 21'	45° 06'	+8° 15'

Die angeführten geographischen Koordinaten wurden der genannten Weltkarte von 1:1 Mill. entnommen.

Die mit + bezeichneten Breitenwerte stammen von einem Vergleichsinstrument, einer persischen Kompaß-Sonnenuhr, und sollen zeigen, wie groß die Unterschiede zwischen den älteren und neueren Breitenbestimmungen sind. Für die Zwecke solcher Gebrauchsinstrumente kann die Übereinstimmung als ausreichend angesehen werden.

Der mit ++ bezeichnete Wert ist bei beiden Geräten identisch.

Weiterhin bedeuten:

- (1) die berechneten Werte der Winkelabweichung der Kiblarichtung vom astronomischen Meridian. Sie wurden nach dem Kotangensatz der sphärischen Trigonometrie ermittelt:

$$\cot \alpha = \frac{\sin \varphi_1 \cos (\lambda_1 - \lambda_2) - \cos \varphi_1 \tan \varphi_2}{\sin (\lambda_1 - \lambda_2)},$$

wobei α der Winkel zwischen der Richtung nach Mekka und dem astronomischen Meridian (Inhirāf) ist, φ_1 und λ_1 die geographische Breite und Länge des betreffenden Ortes und φ_2 und λ_2 die Koordinaten von Mekka sind, die mit $21^\circ 25' N$ und $39^\circ 50' E$ angesetzt wurden. (Über dieses und andere Berechnungsverfahren vgl. etwa J. I. CRAIG [56] und C. SCHOY [228].)

- (2) die aus dem Instrument bzw. dem Vergleichsinstrument entnommenen Werte. Die Lesung und Übersetzung dieser Angaben sowie der übrigen in den beiden Instrumenten enthaltenen Daten verdankt der Verfasser Herrn Dr. W. SUNDERMANN, Berlin. Um Lesefehler auszuschließen, wurden die betreffenden Werte mehrfach gelesen. Allerdings ließ sich damit auch noch nicht eine völlige Eindeutigkeit erzielen, da infolge des Abgegriffenseins des Instruments die Daten verschiedentlich unleserlich waren. Auch ist die Punktierung der Buchstaben nicht immer genau durchgeführt worden, so daß sich Mehrdeutigkeit ergibt. (Soweit es die Minutenangaben betrifft, bleiben Fehler dieser Art im Bereich von $\leq 1^\circ$. Bei den Gradangaben wurden alle die Werte ausgeschlossen, die infolge der mangelnden Punktierung auch als $> 90^\circ$ gelesen werden konnten, da sie den Wert eines Quadranten übersteigen.)
- (3) Die Differenzen zwischen den berechneten und den abgelesenen Werten des Inhirāf wurden als „Fehler“ angesehen, die sich aus der Beziehung: Berechneter Wert = Abgelesener Wert \pm Fehler ergeben.

In der obigen Zusammenstellung wurden die Orte in zwei Gruppen zusammengefaßt. In der ersten betragen die Differenzen zwischen abgelesenen und berechneten Werten bis etwa $\pm 4^\circ$. In der zweiten Gruppe liegen die Fehler etwa über $\pm 4^\circ$. Die Ursachen für diese größeren Differenzen müssen vor allem in den größeren Unterschieden zwischen den alten und neuen Bestimmungen der geographischen Koordinaten gesucht werden. Hier kommen besonders Fehler bei der Längenbestimmung in Betracht. Sie beruhen hauptsächlich darauf, daß erstens unterschiedliche Annahmen über die Lage des Nullmeridians gemacht wurden (vgl. dazu etwa J.-J. SEDILLOT (1834—1835) [242, Bd. 1, S. 312—317] und T. N. KARY-NUJAZOV [138, S. 188]) und zweitens nicht immer zuverlässige Werte über die Zeit- oder Längendifferenz zwischen Orts- und Nullmeridian existierten oder überhaupt fehlten. So führt C. SCHOY [228, S. 558] eine alte Bestimmung des Inhirāf für Hammadān an, bei der die Länge um mehr als 2° gegenüber neueren Werten zu klein ist und damit einen Kiblawert von $22^\circ 16'$ ergibt, der im Vergleich zu den oben berechneten um rund $9,5^\circ$ zu klein ist. KARY-NUJAZOV bringt in einer kleinen Tabelle

[138, S. 188] Längenbestimmungen von ULŪG BEG für Samarkand u. a., die gegenüber der Länge von Greenwich bis zu einem Maximalwert von $3^{\circ} 32'$ untereinander differieren. Fehler in der Längenbestimmung führen daher zu Abweichungen beim Inḥirāf. Soweit diese in der Größenordnung von etwa $< 10^{\circ}$ liegen, muß die in Betracht kommende ältere Bestimmung der Kiblarichtung, die der Genauigkeit der damaligen Ortsbestimmung entsprach, noch als ausreichend angesehen werden.

Das läßt sich am Beispiel von Herat genauer zeigen. Es ist die geographische Länge dieses Ortes nach den Berechnungen von ULŪG BEG (1393—1449) gleich $94^{\circ} 20' E$, nach neuen Bestimmungen $62^{\circ} 06' E$ (von Greenwich). Als Breitenwert stand nur eine neuere Angabe mit $34^{\circ} 20' N$ zur Verfügung. Die alten Koordinaten von Mekka sind $77^{\circ} 10' E$ und $21^{\circ} 40' N$, wobei die Länge wie bei dem Wert von ULŪG BEG von den „Glücklichen Inseln“ gerechnet ist. (Die alten Koordinaten wurden den obigen Arbeiten von KARY-NIJAZOV und СHOУ, die neuen der genannten Weltkarte von 1:1 Mill. entnommen.) Mit diesen alten Werten und unter Benutzung der bei den alten arabischen Astronomen gebräuchlichen Näherungsformel

$$\sin \text{Inḥirāf} = \frac{\sin \text{Längendifferenz}}{\sin \text{Breitendifferenz}}$$

(vgl. dazu C. СHOУ [234]) ergibt sich als Inḥirāf von Herat $53^{\circ} 23'$. Mit den neuen Werten (vgl. die Zusammenstellung) folgt nach dem gleichen Näherungsverfahren ein Wert von $59^{\circ} 24'$ und nach dem Kotangentensatz ein Wert von $61^{\circ} 54'$. Dem steht als *abgelesener Wert* $54^{\circ} 08'$ gegenüber. Als Differenzen (Fehler) ergeben sich in den angeführten drei Fällen: $-0^{\circ} 45'$ bzw. $+5^{\circ} 16'$ bzw. $+7^{\circ} 46'$, d. h., im Fall Herat scheint das Näherungsverfahren benutzt worden zu sein; denn bei Verwendung der alten geographischen Koordinaten ergeben sich die geringsten Fehler bzw. Abweichungen.

Insgesamt gesehen lassen jedoch die ermittelten Werte der obigen Tabelle keine Entscheidung darüber zu, ob die in dem Gebetskompaß bzw. in der noch zu erwähnenden persischen Kompaß-Sonnenuhr eingetragenen Werte des Inḥirāf nach einem Näherungsverfahren oder nach einer exakten Methode gewonnen wurden. Die verhältnismäßig späte Entstehungszeit der beiden Instrumente und die damals schon lange bekannten genauen Verfahren zur Bestimmung der Kibla (vgl. C. СHOУ [232]) sprechen für eine einwandfreie Ermittlung dieser Werte. Das zeigt sich auch in der hinreichenden Übereinstimmung zwischen den berechneten und abgelesenen Daten, besonders in der ersten Gruppe der Orte. Die obige Zusammenstellung ist daher für die Beurteilung der damaligen Kenntnisse über die geographische Ortsbestimmung aufschlußreich.

Ob die Instrumentenmacher, speziell M. ТАНІR, die notwendigen Berechnungen selbst vornahmen oder astronomischen Tafelwerken (ziğ) ihrer Zeit entnahmen,

läßt sich auf Grund der ermittelten Werte nicht entscheiden. Doch scheint letzteres wahrscheinlicher gewesen zu sein. (Über die Form solcher Tabellen der arabischen Astronomen vgl. etwa J.-J. SEDILLOT [242, Bd. 1, S. 199—204 und S. 312 bis 317] und T. N. KARY-NIJAZOV [138, S. 189 und 305].)

Die in den beiden genannten Instrumenten eingetragenen Werte für die Kiblabestimmung sind auch für die Kenntnis der magnetischen Mißweisung zu der damaligen Zeit von Interesse. Doch lassen sich leider keine quantitativen Angaben anführen. Ebenso wie bei der Frage, ob Näherungsverfahren oder strenge Methoden zur Bestimmung der Gebetsrichtung benutzt wurden, scheidet die Beantwortung der Frage nach der Berücksichtigung der magnetischen Deklination daran, daß die Berechnungsunterlagen, also die verwendeten Ortskoordinaten sich nicht genau rekonstruieren lassen. Prinzipiell bestand die Möglichkeit, die astronomischen Werte, die auf die Minuten genau angeführt wurden, mit einem Korrekturbetrag zu versehen, der der beobachteten magnetischen Abweichung an dem betreffenden Ort entsprach. Anhaltspunkte darüber lassen sich jedoch nicht aus den Geräten entnehmen.

b) Eine persische Kompaß-Sonnenuhr

Bei der Untersuchung des persischen Gebetskompasses wurde ein Vergleichsinstrument herangezogen, das mit dem Instrument des M. TĀHIR gewisse Ähnlichkeiten in der Gestaltung, aber auch verschiedene konstruktive Besonderheiten aufweist, die im folgenden betrachtet werden. Bei dem Gerät handelt es sich um eine Kompaß-Sonnenuhr eines ungenannten persischen (?) Meisters, die etwa im 17. Jahrhundert gefertigt wurde. Das Instrument gehört zur Sammlung von Captain EDWARD McCAULY, San Francisco, und wurde 1931 auf einer Ausstellung in London gezeigt (vgl. Persian Art [199, S. 27]). Das Instrument konnte für die vorliegende Arbeit nur nach einer Abbildung in dem eben genannten Katalog und nach den Abbildungen bei W. HARTNER [113, Bd. 6, Taf. 1400, Abb. A und C] untersucht werden. Verschiedene Einzelheiten ließen sich daher nur insoweit berücksichtigen, wie sie auf den Abbildungen zu erkennen waren.

Die Kompaß-Sonnenuhr besteht aus einer runden messingnen Dosen-Sonnenuhr von 80 mm Durchmesser und besitzt in ihrer künstlerischen Gestaltung auffallende Ähnlichkeit mit dem Gebetskompaß des M. TĀHIR. Das gilt besonders für die Eintragungen der Angaben über die Kibla, die in tonnenförmige Aussparungen des Instrumentendeckels u. ä. eingraviert sind. Auch ist bis auf eine Ausnahme die Anordnung der Daten für die Kiblabestimmung gleich. Als äußerer Beschriftungsring folgt der Ring mit den Ortsnamen — hier ebenfalls mit vorwiegend persischen Städten —, dann der für das Inḥirāf und dann als Besonderheit ein Beschriftungsring mit Angaben über die geographische Breite der betreffenden Orte. Dieser Ring steht anstelle der Angaben über den Quadranten, d. h. der Richtung (Ġihat). Ebenso wie bei dem Gebetskompaß wird diese Anordnung der

drei Beschriftungsringe auf dem Deckel noch einmal nach innen zu wiederholt. Wie bei dem Gerät des T̄AHİR sind die Zahlenangaben in Buchstabenform eingetragen. Für die oben betrachtete Tabelle ergeben sich auf Grund dieses Instruments Vergleichswerte, die dort mit + kenntlich gemacht sind. Hinsichtlich der Breitenangaben auf der Kompaß-Sonnenuhr ist von Interesse, daß sich mittels dieser Daten das berechnete Inhirāf etwa in der Größenordnung von 1° ändert, falls die Breitendifferenz zwischen neuem und altem Wert innerhalb dieser Grenzen bleibt und die Längenbestimmung annähernd übereinstimmt.

Die Sonnenuhr des Vergleichsgerätes weist hinsichtlich ihrer Konstruktion ebenfalls Eigentümlichkeiten auf. Sie besteht aus einem Äquatorring, der auf seiner Oberseite die Stundenbezifferung (in Zahlzeichen, sogenannten türkischen Numeralen) für 5—12—7 trägt, also das Zifferblatt einer Horizontalsonnenuhr besitzt. Das abklappbare Poldreieck schließt einen Winkel von 60° gegenüber der Horizontebene ein und gilt daher nur für diese Polhöhe. Danach kommen als Anwendungsbereiche nur Nordeuropa und ähnliche Gebiete in Frage. Die 60° Polhöhe entsprechen z. B. der von Leningrad (St. Petersburg). Andererseits läßt sich nun diese Sonnenuhr wegen ihrer Konstruktion als Äquatorialuhr (mit dem Zifferblatt einer Horizontaluhr) auch für beliebige Breiten verwenden. Zur PolhöhenEinstellung dient wie bei den rein europäischen Äquatorialsonnenuhren ein abklappbares Viertelkreissegment. Dieses trägt eine Gradeinteilung, die von 60 bis 10° läuft. Bei geographischen Breiten kleiner als 60° wird durch Einstellen des Zifferblatt-ringes auf die gewünschte Breite der Winkel der konstant vorgegebenen Äquatorhöhe $90 - 60 = 30$ ° um den entsprechenden Betrag der Skala des Quadranten vermehrt, so daß das Poldreieck mit seiner schattenwerfenden Kante zum Himmelpol zeigt. Diese inklinierende Horizontalsonnenuhr besitzt damit die Funktion einer Äquatorialsonnenuhr. Als Inkonsequenz ist hierbei nur die für 60° Polhöhe eingerichtete Horizontalsonnenuhr mit Fünfminutenteilung zu erwähnen, die nicht die Bedingungen einer äquidistanten Teilung erfüllt. Da aber diese Fehler in der Teilung des Zifferblattes mit abnehmender Breite geringer werden und überdies für Zeitbestimmungen bei Sonnenhöchststand verschwinden, ist diese Form der Sonnenuhr als Ersatz für eine Äquatorialuhr brauchbar. Soweit aus der Abbildung zu ersehen ist, trägt der Kompaßboden der Sonnenuhr einen 4teiligen Windrosenstern, wie er bei europäischen Kompassen üblich ist. Außerdem ist eine Kreisteilung angebracht, die etwa durch das erste Drittel der Windrosenspitzen verläuft und wahrscheinlich zur Kiblabestimmung verwendet wurde. (Über die kartographischen Methoden zur Ermittlung der Richtung nach Mekka vgl. C. СНОУ [226, 227].) Da der Kompaß dieses Gerätes zum Typ der Landkompassse gehört, genügte die Anbringung der Windrosenteilung auf dem Kompaßboden. Für den genannten Zweck war lediglich eine Feinteilung von 360° erforderlich, um die Kibla festzustellen. In dieser Hinsicht erscheint der Windrosenstern nur als eine Art Verzierung.

Durch freundliches Entgegenkommen von F. MADDISON, Oxford, erhielt der Verfasser 1964 die Kataloge der Billmeir-Collection im Museum of the History of Science in Oxford (2. Ed., Oxford 1955, und Suppl. Cat., Oxford und London 1957, vgl. [286] und [287]). Darin ist eine ähnliche Kompaßsonnenuhr mit persischer Beschriftung beschrieben und abgebildet (Suppl. Cat., S. 57 und Taf. XXXc). Nach brieflicher Mitteilung von F. MADDISON beträgt der Winkel des Poldreieckes dieser inklinierenden Horizontalsonnenuhr ebenfalls 60° , auch ist die sonstige Ausführung wie eben beschrieben. Nach F. MADDISON sind diese Instrumententypen vorwiegend in England für den türkischen Markt hergestellt worden, wobei allerdings die Gravierungen der persischen Beschriftungen und die sonstige Ausschmückung dieser Instrumente aller Wahrscheinlichkeit nach von persischen Instrumentenmachern herrühren. Im Oxforder Museum befindet sich eine europäische Kompaßsonnenuhr, die als inklinierende Horizontalsonnenuhr konstruiert worden ist, und zwar von dem namhaften Instrumentenmacher und Optiker JOHN DOLLAND (1706—1761). Sie ist fast in gleicher Form wie die oben erwähnten Geräte ausgeführt, allerdings wesentlich genauer mit Wasserwaagen und Schraubfüßen. (F. MADDISON vermutet, daß die persische Kompaßsonnenuhr in der Billmeir-Collection, Gerät Nr. 210 des Suppl. Cat., von DOLLAND hergestellt wurde.) In dem Oxforder Museum befindet sich außerdem noch eine inklinierende Sonnenuhr (Gerät Nr. M 13), die ähnlich wie die erwähnte Sonnenuhr von DOLLAND gestaltet ist und von einem englischen Instrumentenmacher stammt, der in St. Petersburg (Polhöhe 60°) arbeitete. Er zeichnete mit „Morgan St. Petersburg“ (russ.). Bei diesem Instrument ist der Winkel des Poldreieckes 45° , die Quadrantenteilung läuft von 45 bis 90° . (Für die im Vorstehenden mitgeteilten Angaben ist der Verfasser Herrn Dr. F. MADDISON, Oxford, zu besonderem Dank verpflichtet.)

In Europa kamen diese Horizontalsonnenuhren mit verstellbarem Zifferblatt für verschiedene Polhöhen, also die inklinierenden Horizontalsonnenuhren in der Funktion einer Äquatorialsonnenuhr, etwa Anfang des 18. Jahrhunderts auf (vgl. dazu N. BRON [32, S. 402], und Suppl. Cat. Billmeir-Collection, S. 57, Gerät Nr. 244, eine inklinierende Horizontalsonnenuhr mit festeingestelltem Polfaden und PolhöhenEinstellung von 0 — 55° , konstruiert und „inventé“ von JULIEN LE ROY (1686—1759) etwa um 1730).

Die betrachteten persischen Kompaßsonnenuhren sind daher in ihrer Konstruktion europäischen Ursprungs oder an eine solche angelehnt.

Auf die besondere Form arabischer Windrosenteilungen bei Seekompassen, die eine nach Sternen orientierte Einteilung besaßen, soweit es mittelalterliche Kompassse betrifft, hat vor allem L. DE SAUSSURE wieder aufmerksam gemacht ([218, S. 49—64, insbes. Tabelle auf S. 58—59], abgedruckt auch in G. FERRAND [81, S. 31—127]). Diese Orientierung nach Sternen ist nur in den Gebieten zwischen den Wendekreisen brauchbar, wo sich die Auf- und Untergangszeiten der Gestirne

jahreszeitlich wenig ändern und in der Regel günstigere Sichtverhältnisse vorhanden sind als in höheren Breiten. Es ist daher kein Zufall, daß die siderale Teilung der Windrose in den subtropischen Trockengebieten der Erde entwickelt und besonders von arabischen Piloten benutzt wurde. (Vgl. dazu auch H. HASAN [114, S. 83—84], der auf die persische Herkunft einzelner Bezeichnungen bei dieser Windrosenform hinwies.) Diese Art der Windrose ist besonders im Vergleich zu den auf anderen Prinzipien beruhenden Windrosen der europäischen Völker bemerkenswert.

Die Beschriftungsringe mit den Breitenangaben bei der betrachteten persischen Kompaßsonnenuhr ergeben sich aus der Funktion dieser Sonnenuhr als Äquatorialuhr. Da bei dem Instrument von M. TAHIR kein Schutzglas und Teilkreis mehr vorhanden sind, könnte vermutet werden, daß dieser Gebetskompaß auch eine aufgesetzte Sonnenuhr getragen habe. Das ist jedoch nicht der Fall, da zwischen Deckel und Kompaßdose kein freier Raum vorhanden ist, wo eine solche Sonnenuhr noch hätte angebracht werden können. Auch fehlen die Breitenangaben bei den Beschriftungsringen.

Die beiden betrachteten persischen Instrumente sind nicht nur in technischer, sondern auch in künstlerischer Beziehung aufschlußreich. So enthalten sie die im 17. Jahrhundert etwa in Persien zur Ausschmückung benutzte Ornamentik. Speziell der Gebetskompaß von M. TAHIR ist in seiner ornamentalen Gestaltung einem Astrolab des MUHAMMAD KHALIL oder DJALIL aus Isfahan (1688) ähnlich, das H. MICHEL [180, Taf. 16] abgebildet hat.

Wenn auch die untersuchten arabischen und chinesischen Instrumente nur eine kleine Auswahl darstellen, so ist diese doch repräsentativ genug, um verschiedene Besonderheiten deutlich werden zu lassen, die solche Instrumente aus dem nahen und fernen Osten im Vergleich mit den damaligen europäischen Geräten besitzen. Insgesamt gesehen fügen sich auch die orientalischen Kompaße und Kompaß-Sonnenuhren in die allgemeine Entwicklung dieser Instrumente ein. Nach den bisherigen Forschungsergebnissen zu urteilen, vollzog sich dabei der zeitliche Ablauf dieser Entwicklung so, daß die frühesten Kenntnisse über solche Instrumente zuerst in China, dann in Arabien und dann in Europa auftraten. In dem betrachteten Zeitraum des 16. bis 18. Jahrhunderts und in der Folgezeit ist jedoch die führende Rolle der Instrumentenmacher in Europa unbestritten und eines der Ergebnisse der in dieser Zeit eingetretenen wissenschaftlich-technischen Umwälzungen.

V. TABELLEN UND VERZEICHNISSE

Tabelle 1a

Werte der magnetischen Deklination und der Polhöhen nach Herstellungsjahr der Instrumente

Jahr	Ort	magnetische Deklination (1)	Polhöhen (2)	(3)	Gerät Nr.	Hersteller
1514	o. O.	$50^\circ \pm 5^\circ$			D I 65	o. H.
um 1560	Dresden	$50^\circ \pm 5^\circ$	51°		D I 63	GÖBE
1561	o. O.	Hohlsonnenuhr			D I 12	o. H.
1562	Augsburg	$50^\circ \pm 5^\circ$	42—54°		D I 37	SCHISLER
1565	Augsburg (?)	$50^\circ \pm 5^\circ$			D I 22	SCHISLER (?)
1579	Nürnberg	$50^\circ \pm 5^\circ$	—	51°	1	TUCHER
1601	Nürnberg	$50^\circ \pm 5^\circ$	—	52° u. 54°	2	TROSCHER
nach 1602	Augsburg	$50^\circ \pm 5^\circ$	—	48°	6	MILLER (?)
nach 1603	Dresden	$50^\circ \pm 5^\circ$	—		A I 44	o. H.
1610	o. O.	Kompaß	—	49°	4	LÖSEL
1634	Augsburg	$50^\circ \pm 5^\circ$	42—54°	42—54°	5	MILLER
1699	o. O.	$50^\circ \pm 5^\circ$	—	48°	26	RICHARDUS
um 1700	o. O. ¹⁾	Äquatorialuhr			D I 80	KRIGNER (?)
vor 1720	Augsburg	Äquatorialuhr	—	—	11	MARTIN
		(> 55° ²⁾)				
um 1720	Augsburg	Äquatorialuhr			D I 94	WILLEBRAND
		(> 55°)				
um 1720	Paris ³⁾	< 45° u.	40—55°	40—60°	13	BION
		$50^\circ \pm 5^\circ$				
um 1730	Paris ³⁾	< 45° u.	40—55°	40—60°	D I 90	BERNIER
		$50^\circ \pm 5^\circ$				
um 1730	Paris ³⁾	< 45° u.	43—52°	40—60°	D I 78	LANGLOIS
		$50^\circ \pm 5^\circ$				
1758	o. O.	$50^\circ \pm 5^\circ$	51°	51°	22	A. F.

1760	Augsburg	—15°	Äquatorialuhr (> 55°)	Äquatorialuhr	18	MÜLLER
um 1760	Reinharz	—15°	Äquatorialuhr (> 55°)	Äquatorialuhr	D I 7	ZIMMER (?)
um 1760	Reinharz	—15°	Äquatorialuhr (> 55°)	Äquatorialuhr	D I 9	ZIMMER
um 1760	Nürnberg	—15°	50° ± 5°	36—55°	D I 76	BERINGER
um 1760	Augsburg	—20°	Äquatorialuhr (> 55°)	40—55°	D I 96	VOGLER
um 1775	Augsburg	—16°	Äquatorialuhr (> 55°)		D I 89	GRASSL
nach 1790	Augsburg	—20°	Äquatorialuhr (> 55°)		10	SCHRETTEGGER
nach 1790	Augsburg	—22°	Äquatorialuhr (> 55°)		D I 91	SCHRETTEGGER
1798	o. O.	—15°	50° ± 5°		D I 95	I. C. R.
um 1820	o. O.	—18°	Äquatorialuhr		D I 82	o. H.
o. J. (17. Jh.)	o. O.	—10°	50° ± 5°	—	7	o. H.
o. J. (17. Jh.)	o. O.	—11°	Kompaß	47°	48	o. H.
o. J. (18. Jh.)	Augsburg	—11°	Äquatorialuhr		D I 64	HÖLDERICH
o. J. (18. Jh.)	o. O.	—13°	50° ± 5°		D I 88	o. H.
o. J. (18. Jh.)	o. O.	—15°	Kompaß		49	o. H.
o. J. (18. Jh.)	o. O.	—19°	< 45°	50° ± 5°	12	PERSICH
o. J. (18. Jh.)	o. O.	—20°	> 55°	—	17	o. H.
o. J. (18. Jh.)	o. O.	—20° u.	50° ± 5°	—	19	o. H.
		—5°				
o. J. (18. Jh.)	o. O.	—20°	50° ± 5°	—	23	o. H.
o. J. (18./19. Jh.)	o. O.	—11°	50° ± 5°	—	24	o. H.
o. J. (18./19. Jh.)	o. O.	—12°	50° ± 5°	34—56°	D I 85	o. H.

Tabelle 1a (Fortsetzung)

Jahr	Ort	magnetische Deklination	(4)	Polhöhen (2)	(3)	Gerät Nr.	Hersteller
o. J. (18./ 19. Jh.)	o. O.	-13°	50° ± 5°	35—55°	51°	D 1 86	o. H.
o. J. (19. Jh.)	o. O.	-10°	Äquatorialuhr			D 1 77	o. H.
o. J. (19. Jh.)	o. O.	-22°	50° ± 5°	32—52°	50°	25	o. H.

Anmerkungen: In den Spalten für die Polhöhe bedeuten:

- (1) die Bezifferung der Horizontalsonnenuhr bzw. in einigen Fällen auch der Äquatorialsonnenuhr als Grundlage für den vorgesehenen Polhöhenbereich. Dabei sind die Bezifferung 4—12—8 Uhr für den Bereich von 50° ± 5°; die Bezifferung 5—12—7 Uhr für den Bereich < 45° und die Bezifferung 3—12—9 Uhr für den Bereich > 55° gesetzt.
- (2) die vom Hersteller vorgesehene Polhöhenkala. Bezüglich der aus dieser Skala fixierten Werte vgl. die Instrumentenbeschreibung.
- (3) die gemessenen Polhöhen auf Grund der Polfäden usw.

1) Warschau oder Marienburg. (Vgl. dazu T. PRAZYRKOWSKI [289].)

2) Der eingeklammerte Polhöhenbereich (> 55°) bedeutet, daß die Stundenbezifferung bei diesen Äquatorialuhren von 3—12—9 läuft, ein konstruktives Merkmal, das besonders bei den in Augsburg im 18. Jahrhundert hergestellten Reisesonnenuhren auftritt (vgl. dazu Tabelle 2).

3) Nach der langjährigen Pariser Meßreihe der magnetischen Deklination wurden u. a. folgende Werte beobachtet:

1550	+8° 00'	1692	-5° 50'	1725	-13° 15'
1580	+11° 30'	1695	-6° 48'	1730	-14° 25'
1610	+8° 00'	1698	-7° 40'	1735	-15° 40'
1640	+3° 00'	1700	-8° 12'	1740	-15° 45'
1664	+0° 40'	1705	-9° 35'	1745	-16° 15'
1670	-1° 30'	1710	-10° 50'	1750	-17° 15'
1680	-2° 40'	1715	-11° 10'		
1685	-4° 10'	1720	-13° 00'		

Vgl. dazu Encyclopédie [61, Bd. 1, 1777, S. 747] und J. S. T. GEHLER [86, Bd. 1, 1787, S. 19—20], wo die vollständigen Werte nach G. LE MONNIERS Bericht abgedruckt worden sind. Nach G. VON NEUMAYER (1894) [194] entsprach ein Wert von -12° für Paris etwa dem Jahr 1727, wobei die Säkularvariation mit -0,186° pro Jahr für die Periode von 1700 bis 1770 angenommen wurde. Vgl. dazu auch L. A. BAUER [19]. Über die Londoner Meßreihe der magnetischen Deklination und magnetischen Inklination vgl. L. A. BAUER [19, S. 15] und in der neueren Literatur J. C. BELSHÉ [21] und die dort wiedergegebenen Isogonenkarten für 1600 und 1700 (nach W. VAN BEMMELEN [22, Abb. 6 und 7]); die Bildunterschriften sind bei BELSHÉ vertauscht.

Tabelle 1b

Vergleichswerte der magnetischen Deklination nach Kompassen auf Stichen des
16. und 17. Jahrhunderts

Jahr	Ort	magnetische Deklination	Quelle
1566	Zürich	+11°	Joost MURER, Landkarte des Züricher Gebietes. In: H. BALMER [9, S. 570].
1599	Nürnberg	+6°	Stich von HANS WECHTER nach LORENZ STRAUCH. In: F. BACHMANN [6, Bd. 2, 1, Taf. 66, Abb. 118].
1602	Bamberg	+11°	Stich von DIETRICH BANG nach PETRUS ZWEIDLER. [6, Bd. 2,1, Taf. 15, Abb. 26].
1613	München	+8°	Zeichnung und Stich von TOBIAS VOLCKMER. [6, Bd. 2,1, Taf. 53, Abb. 102].
1614	Landshut	+6°	Radierung von LORENZ STRAUCH. [6, Bd. 2,1, Taf. 42, Abb. 82].
1633	Bamberg	+22°	M. MERIAN, Theatrum Europ. II. [6, Bd. 2,1, Taf. 16, Abb. 27].
1657	Minden	+11°	JOHANNES JANSSON, Germania superior. [6, Bd. 1,1, Taf. 57, Abb. 102].

Tabelle 2

Werte der magnetischen Deklination und der Polhöhen nach Herstellungsort der Instrumente

Ort (mit Polhöhe)	Jahr	magnetische Deklination	Polhöhen (1) ¹⁾	Gerät Nr.	Hersteller
Augsburg (48° 22')	1562	+ 10°	50° ± 5°	D I 37	SCHÜSSLER
Augsburg (48° 22')	1565	+ 5°	50° ± 5°	D I 22	SCHÜSSLER (?)
Augsburg (48° 22')	nach 1602	+ 6°	50° ± 5°	6	MILLER (?)
Augsburg (48° 22')	1634	+ 6°	50° ± 5°	5	MILLER
Augsburg (48° 22')	vor 1720	- 22°	Äquatorialuhr (> 55°)	41	MARTIN
Augsburg (48° 22')	um 1720	- 9°	Äquatorialuhr (> 55°)	D I 94	WILLEBRAND
Augsburg (48° 22')	um 1760	- 15°	Äquatorialuhr (> 55°)	48	MÜLLER
Augsburg (48° 22')	um 1760	- 20°	Äquatorialuhr (> 55°)	D I 96	VOGLER
Augsburg (48° 22')	um 1775	- 16°	Äquatorialuhr (> 55°)	D I 89	GRASSL
Augsburg (48° 22')	nach 1790	- 20°	Äquatorialuhr (> 55°)	40	SCHRETTEGGER
Augsburg (48° 22')	nach 1790	- 23°	Äquatorialuhr (> 55°)	D I 91	SCHRETTEGGER
Augsburg (48° 22')	o. J. (18. Jh.)	- 11°	Äquatorialuhr (> 55°)	D I 64	HÖLDERICH
Dresden (51° 03')	um 1560	+ 5°	50° ± 5°	D I 63	GÖBE
Dresden (51° 03')	nach 1603	+ 9°	Kompaß	A I 44	o. H.
Nürnberg (49° 27')	1579	+ 8°	50° ± 5°	1	TUCHER
Nürnberg (49° 27')	1599	+ 6°	gezeichneter Kompaß		
Nürnberg (49° 27')	1601	+ 6°	(s. Tabelle 1b)		
Nürnberg (49° 27')	um 1760	- 15°	50° ± 5°	2	TROSCHEL
Paris (48° 50')	um 1720	- 12°	50° ± 5° u. < 45°	D I 76	BERINGER
Paris (48° 50')	um 1730	- 14°	50° ± 5° u. < 45°	13	BION
Paris (48° 50')	um 1730	- 14°	50° ± 5° u. < 45°	D I 90	BERNIER
Reimharz (51° 42')	um 1760	- 15°	Äquatorialuhr	D I 78	LANGLOIS
Reimharz (51° 42')	um 1760	- 15°	Äquatorialuhr	D I 7	ZIMMER (?)
Warschau bzw. Marienburg (52° 13' bzw. 54° 02')	um 1700	- 21°	Äquatorialuhr	D I 9	ZIMMER
				D I 80	KRIGNER (?)

1) Wegen der Spalten (2) und (3) vgl. Tabelle 1a, desgl. auch bezüglich der Instrumente mit unbekanntem Herstellungsort.

KURZE BESCHREIBUNG DER SONNENUHREN UND KOMPASSE IM GEOMAGNETISCHEN INSTITUT POTSDAM UND IM STAATLICHEN MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN SALON DRESDEN

Bei den Klappsonnenuhren bedeuten die Abkürzungen Ia die Oberseite, Ib die Unterseite der oberen Platte, IIa und IIb die entsprechenden Seiten der unteren Platte. Die magnetische Deklination wird bei westlichen Beträgen in negativen, bei östlichen Beträgen in positiven Winkelgraden angeführt. Unter Polhöhen-einstellung ist bei Äquatorialsonnenuhren ein gewöhnlich abklappbares Kreis-segment (Quadrant) zu verstehen, das in der Regel eine 0° — 90° -Teilung trägt. Die Bezifferung der Vertikalsonnenuhren läuft von 6—12—6, die der Horizontal-sonnenuhren in der Regel von 4—12—8 Uhr. Angaben über diese Bezifferung werden nur gebracht, wenn der Bereich größer oder kleiner als eben angegeben ist. — Literaturhinweise über gleiche oder ähnliche Instrumente sind jeweils bei-gefügt.

Potsdamer Instrumente

Die Beschreibung der Geräte im Geomagnetischen Institut Potsdam (Hellmann-sche Sammlung) wurde nach dem Katalog dieser Instrumentensammlung [156] gegeben.

- Nr. 1 Viereckige elfenbeinerne Klappsonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „HANS DVCHER ER ZV NVRNBERG 1579“, d. i. HANS
TUCHER (gest. 1615 oder 1632). Maße: $80 \times 117 \times 13$ mm. Vgl.
E. ZINNER [282, S. 557]. Bild 20a und b.
Ia: Mond- und Äquatorialuhr mit Randbeschriftung „wen ich kompast
recht sol weisen so richt mich nicht nahet bei eissen der später sol nichts
ver achten den er kins besser machen“. Vertikaluhr mit Polfaden (49°
Polhöhe). IIa: Kompaß mit 16teiliger Windrose mit Mißweisungspfeil
(etwa $+8^{\circ}$). Horizontaluhr. Halbkugelförmige Jahreszeitenuhr. IIb:
Polhöhenangaben für Orte und Landschaften.
- Nr. 2 Viereckige elfenbeinerne Klappsonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „HANS TRÖSCHEL NVRMBERG MDCI“, 1601, d. i.
HANS TROSCHEL (1549—1612). Maße: $55 \times 90 \times 13$ mm. Vgl. E. ZIN-
NER [282, S. 552] und H.-G. KÖRBER [153, Abb. 1]. Bild 21a und b.

Ia: 16teilige Windrose mit Inschrift „NAVCLERO NAVEM GVBERNANTI“. Ib: Vertikaluhr mit Polfaden ($53^{\circ} 30'$). IIa: Kompaß mit 4teiliger Windrose. Mißweisung etwa $+6^{\circ}$, nachträglich markiert etwa -21° . Horizontaluhr, Jahreszeitenuhr. IIb: Monduhr.

- Nr. 3 Runde messingne äquatoriale Tischsonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „Facs Antuerpie Mich Coignet[u]s Anno Dnj 1604“, d. i. MICHAEL COIGNET (QUIGNET) aus Antwerpen (1544—1623). Maße: Grundplatte 80 mm Durchmesser, Instrument etwa 115 mm hoch. Mit Etui.
Kompaß (unvollständig) mit 4teiliger Windrose. Äquatorialuhr mit Zifferblattring und feststehendem Polstab, der in einer quadrantenförmigen PolhöhenEinstellung endigt. Unterseite der Grundplatte mit Polhöhenangaben.
- Nr. 4 Viereckige elfenbeinerne Klappsonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „ALBRECHT LÖSEL FACIEBAT MDCX“, 1610. Maße: $83 \times 118 \times 15$ mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 429]. Bild 22a.
Ia: Mond- und Äquatorialuhr mit 32teiliger Windrose. Ib: Jahreszeitenuhr. Vertikaluhr mit Polfaden. IIa: Kompaß (unvollständig) mit Mißweisungspfeil (etwa $+4^{\circ}$) und 4teiliger Windrose. Horizontaluhr und halbkuglig vertiefte Jahreszeitenuhr. IIb: Polhöhenangaben, von 62° bis 37° geordnet. (Platte II gerissen).
- Nr. 5 Viereckige elfenbeinerne Klappsonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „LEONHART MILLER 1634“, d. i. LEONHARD MILLER aus Augsburg, arbeitete etwa von 1602—1651. Maße: $55 \times 90 \times 12$ mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 450]. Bild 22a und b.
Ia: 16teilige Windrose. Ib: Jahreszeitenuhr. Seitlich davon die 12 Tierkreiszeichen und die Beschriftung „QUAN TITAS DIEI“ (für die Stundenlinien der Tageslängen). Unterhalb der Jahreszeitenuhr sind die Polhöhenangaben für einzelne Orte, von 42° bis 54° geordnet, angebracht. Außerdem Durchbohrungen für den verstellbaren Polfaden für die Polhöhen von 42° , 45° , 48° , 51° und 54° (von oben nach unten). IIa: Kompaß mit 4teiliger Windrose. Mißweisung etwa $+6^{\circ}$. Nadel und Schutzglas neuerer Herkunft (etwa 19. Jh.). Horizontaluhr mit den Zifferblättern für die angeführten Polhöhen. Polfaden fehlt. Jahreszeitenuhr. IIb: Monduhr, messingnes Zifferblatt der Äquatorialuhr fehlt. Verzierungen: Blattornamente.
- Nr. 6 Achteckige elfenbeinerne Klappsonnenuhr mit Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa nach 1602). Meistermarke: heraldische Lilie. Vermutlich aus der Werkstatt von LEONHARD MILLER, der mit

diesem Meisterzeichen signierte. Maße: $45 \times 60 \times 20$ mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 450] und H.-G. KÖRBER [153, Abb. 2].

Ia: Mond- und Äquatorialuhr. Ib: Vertikaluhr mit Polfaden. IIa: Kompaß mit Mißweisungspegel (etwa $+6^\circ$) und 4teiliger Windrose. Horizontaluhr. Seitlich der Pinne ist die Meistermarke eingetragen. IIb: Meistermarken.

Nr. 7 Viereckige elfenbeinerne Klappsonnenuhr mit Kompaß

o. Hersteller und o. J. (etwa 17. Jh.). Meistermarke (?): Mondsichel mit Gesicht. Maße: $35 \times 45 \times 13$ mm.

Ia: Mond- und Äquatorialuhr. Ib: Vertikaluhr mit Polfaden. IIa: Kompaß mit 4teiliger Windrose. Mißweisung etwa -10° . Horizontaluhr. IIb: leer.

Nr. 8 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit mechanischer PolhöhenEinstellung und Kompaß

bezeichnet „Johann Willebrand in Augspurg“, o. J. (etwa um 1720). WILLEBRAND starb 1726. Maße: Grundplatte 68×68 mm. Instrument z. T. versilbert und vergoldet. Vgl. E. ZINNER [282, S. 592] und H.-G. KÖRBER [153, Abb. 3]. Bild 23a und b.

Grundplatte mit vier Füßen, davon zwei verstellbar. Kompaß mit doppelter $0^\circ-90^\circ-0^\circ$ -Teilung und verstellbarem Mißweisungspegel, der auf Beträge von $\pm 40^\circ$ eingestellt werden kann. Windrosenstern 16teilig. Auf der Grundplatte befinden sich ein abklappbares Lotgestell mit Lot und eine zifferblattartige PolhöhenEinstellung ($25^\circ-60^\circ$). Übertragung auf die ringförmige Äquatorialuhr (3—12—9) mit Polstab erfolgt mittels Federwerk, das an der Unterseite der Grundplatte befestigt ist. Hier auch Ausschnitt für den Stellhebel des Mißweisungspegels.

Nr. 9 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß

bezeichnet „Johann Willebrand in Augspurg“, o. J. (etwa um 1720). Maße: Grundplatte 60×65 mm. Instrument z. T. versilbert und mit Lederetui. Vgl. E. ZINNER [282, S. 592].

Grundplatte mit drei verstellbaren Füßen. Lotgestell fehlt. Kompaß mit Mißweisungspegel wie bei Gerät Nr. 8. Abklappbare PolhöhenEinstellung in Kreissegmentform. Äquatorialuhr mit Polstab. Etuideckel enthält Messingscheibe mit Polhöhenangaben.

Nr. 10 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß

bezeichnet „Johann Schrettegger in Augspurg“, o. J. (etwa nach 1790). SCHRETTEGGER starb 1843. Maße: Grundplatte 50×50 mm. Instrument

z. T. vergoldet und mit Lederetui, das „Jannasch“ (Robert?) bezeichnet ist. Vgl. E. ZINNER [282, S. 530].

Grundplatte auf der Kompaßbüchse ruhend. Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa -20°) und 4teiliger Windrose. Ringförmige Äquatorialuhr (3—12—9) mit Polstab. Abklappbare PolhöhenEinstellung. Rosettenartige Verzierungen.

Nr. 11 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß

bezeichnet „Johan Martin in Augspurg“, o. J. (etwa nach 1670). MARTIN lebte von 1642—1720. Maße: Grundplatte 41×48 mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 439—440].

Grundplatte auf der Kompaßbüchse und zwei festen Füßen ruhend. Kompaß mit 4teiliger Windrose. Mißweisung etwa -22° . Oberseite enthält Polhöhenangaben. Äquatorialuhr mit offenem Zifferblattring (III—XII—IX) und Polstab. Abklappbare PolhöhenEinstellung.

Nr. 12 Viereckige messingne Tischsonnenuhr mit Kompaß

bezeichnet „Pfersich“, o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: Grundplatte 100×145 mm, Instrument etwa 80 mm hoch und aus Gelbkupfer.

Grundplatte mit drei verstellbaren Fußschrauben. Kompaß (unvollständig) an einer Schmalseite überstehend befestigt. Kompaßteilung 360° mit 5° -Teilung. Mißweisungsbereich von 0° bis -35° mit 1° -Teilung Eingravierter Mißweisungspfeil (-19°) und Feststelleinrichtung für Kompaßnadel. Horizontaluhr (V—XII—VII) mit Transversalteilung, beziffert von 5^{min} zu 5^{min} , und einer Ablesegenauigkeit von 1^{min} . Feststehendes Poldreieck, dessen schattenwerfende Kante auf $50^\circ \pm 5^\circ$ Polhöhe eingestellt werden kann. Poldreieck dient auch als Lotgestell. Lot fehlt.

Nr. 13 Achteckige messingne horizontale Reisesonnenuhr mit Kompaß

bezeichnet „N Bion A Paris“, d. i. NICOLAS BION (1652—1733), o. J. (etwa um 1720, vgl. dazu Anm. bei Tab. 1a). Maße: Grundplatte 66×74 mm. Vgl. N. BION [32, S. 394—395 und Taf. XXVI, Fig. 6]. Bild 24a und b.

Grundplatte auf der Kompaßbüchse und einem festen Fuß ruhend. Kompaß mit Steiliger Windrose. Mißweisung (etwa -12°). Nadel in ihrer Nordhälfte zur Verzierung ringförmig erweitert. Horizontaluhr mit vier Zifferblättern (von innen nach außen) für 40° Polhöhe (V—XII—VII), für 45° (4—12—8), für 50° (VIII—XII—VIII) und für 55° (4—12—8). Abklappbares Poldreieck mit Federhalterung und PolhöhenEinstellung für 40° — 60° . Die Halterung des Poldreiecks ist in Form eines Vogels gestaltet, dessen Schnabel als Zeiger für die Pol-

höhenkala dient. Grundplattenunterseite mit Polhöhenangaben für einzelne Orte (in französischer Schreibweise).

- Nr. 14 Viereckige messigne Klappsonnenuhr mit Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa 17./18. Jh.). Maße: $62 \times 72 \times 24$ mm.
Ia: Horizontaluhr mit abklappbarem Poldreieck (50°). Platte I halbkreisförmig offen und mit Auschnitten für die Ablesung von Kompaßnord und -süd. Ib: leer. Mit zwei kleinen Füßen an der Scharniergegenseite, die auf Platte II stehen (bei zusammengeklappter Sonnenuhr).
IIa: Kompaß mit 4teiliger Windrose. In der Kompaßbüchse ist oberhalb der Nadel ein Teilkreis mit einer 24-Teilung angebracht, deren Bezeichnung (1—24) entgegen dem Uhrzeigersinn verläuft. Magnetnadel mit kreuzförmiger Nordspitze.

- Nr. 15 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Minutenteilung und Kompaß

o. Hersteller, vermutlich aus der Werkstatt von GEORG FRIEDRICH BRANDER in Augsburg (1713—1783), o. J. (etwa nach 1750). Maße: Grundplatte 141×142 mm, Instrument etwa 110 mm hoch und z. T. versilbert. Mit ledergefüttetem Pappetui. Vgl. E. ZINNER [282, S. 256 ff.] und M. BOBINGER in: Lebensbilder a. d. Bayer. Schwaben 4, 1955, S. 299—313.

Grundplatte ruht auf drei verstellbaren Fußschrauben. Kompaß mit 32teiligem Windrosenstern und Feststelleinrichtung für die Magnetnadel. Kompaß wird von einer drehbaren Kreisscheibe mit Äquatorialuhr, abklappbarer PolhöhenEinstellung und abklappbarem Lotgestell mit Lot umgeben. Auf der freien Fläche der Kreisscheibe sind Polhöhenangaben für europäische Orte angebracht. Kreisscheibe kann nach einer grundplattenfesten Teilung (0° — 90° — 0° zweimal) eingestellt werden. Äquatorialuhr besitzt ebenfalls Kreisscheibenform mit doppelter I—XII-Teilung. Innerhalb dieses Zifferblattes ist eine weitere Kreisscheibe mit doppelter 1—60-Minutenteilung und Zeiger angebracht. Als Schattenstab trägt die Äquatorialuhr ein Diopterlineal, das aus zwei abklappbaren Stegen bzw. Schienen besteht, von denen die eine in Form eines Lochgnomons mit Lupe, die andere die Lineatur einer Jahreszeitenuhr mit Markierung des Äquinoktialpunktes durch ein kleines Loch besitzt. Außerdem enthält diese Schiene einen beweglichen Schieber, der zur Festlegung des von der Lupe beim Auftreffen der Sonnenstrahlen erzeugten Lichtpunktes dient. Beim Nachführen des Diopterlineals entsprechend den einfallenden Sonnenstrahlen erfolgt durch Zahnradgetriebe das Einstellen des Minutenzeigers auf die Minutenzahl der

betreffenden Stunde. Die freie Fläche der Äquatorialuhr enthält Polhöhenangaben für vorwiegend außereuropäische Orte.

- Nr. 16 Viereckige messingne äquatoriale Tischsonnenuhr mit durchgehendem Polstab und Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa 18./19. Jh.). Maße: Grundplatte 78 × 162 mm, Instrument etwa 90 mm hoch. Bild 25 a.
Grundplatte auf vier verstellbaren Füßen ruhend. Kompaß ist aufgesetzt und besitzt nur eine 0°—90°—0°-Teilung, mit 1°-Unterteilung (Südhälfte ohne Teilung). Äquatorialuhr besteht aus quadratischer Platte mit rundem Zifferblatt (doppelte 1—12-Teilung) und Polstab, dessen Verlängerung nach unten durch die Platte hindurch als Zeiger für die Polhöhenskala dient. PolhöhenEinstellung fest auf der Grundplatte befestigt. Gerät gehört zu dem Typ der Sonnenuhren, die sich für einfache Bestimmungen der Gezeiten eignen.
- Nr. 17 Runde messingne Tischsonnenuhr mit feststehendem Poldreieck und Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: 130 mm Durchmesser. Bild 25 b.
Grundplatte auf drei verstellbaren Schrauben ruhend, die wahrscheinlich in eine Halterung eingefügt wurden (diese fehlt). Horizontaluhr (3—12—9), Zahl „8“ oben offen. Poldreieck feststehend (45°) mit geschloßförmigem Lot. Kompaß (unvollständig) mit Mißweisungspfeil (etwa —20°) und 4teiliger Windrose.
- Nr. 18 Viereckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „L. T. M.“, d. i. LUDWIG THEODATUS MÜLLER aus Augsburg, o. J. (etwa um 1760). Maße: Grundplatte 71 × 73 mm, Instrument etwa 65 mm hoch, z. T. versilbert, mit Lederetui. Vgl. E. ZINNER [282, S. 455] und H.-G. KÖRBER [153, Abb. 4].
Grundplatte auf drei festen Füßen ruhend. Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa —15°) und 8teiliger Windrose. Abklappbares Lotgestell mit geschloßförmigem Lot und abklappbarer PolhöhenEinstellung. Ringförmige Äquatorialuhr (III—XII—IX) mit Polstab. Grundplatte z. T. mit durchbrochenen Ornamenten verziert. Äußerer Boden der Kompaßbüchse sowie eine Messingscheibe im Etuideckel enthalten Polhöhenangaben.
- Nr. 19 Runde hölzerne Büchensonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „B“, o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: 55 mm Durchmesser, Instrument 18 mm hoch, Deckel fehlt.

Kompaß mit farbiger bedruckter 16teiliger Windrose versehen. Mißweisung etwa -5° , außerdem etwa -20° durch kleinen Kupferstift und mit roter Tinte gemalte Pfeilspitze markiert. Auf dem Schutzglas befindet sich ein messingner Teilkreis mit der Stundenbezeichnung für die Horizontaluhr und dem abklappbaren Poldreieck (50°).

Nr. 20 Runde hölzerne Büchsen Sonnenuhr mit Kompaß und lupenförmigem Schutzglas

o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.), wahrscheinlich eine Nürnberger Arbeit (nach E. ZINNER). Maße: 25 mm Durchmesser, 36 mm hoch, Deckel fehlt.

Drahtförmige Kompaßnadel als Träger einer papiernen bedruckten Horizontaluhr mit kleinem messingnen innen offenen Poldreieck gearbeitet (vgl. auch Nr. 21). 4teilige gehäusefeste Windrose, bedruckt mit den deutschen Richtungsbezeichnungen und Blattornamenten.

Nr. 21 Runde hölzerne Büchsen Sonnenuhr mit Kompaß

o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.), wahrscheinlich eine Nürnberger Arbeit (nach E. ZINNER). Maße: 50 mm Durchmesser, 45 mm hoch (mit Deckel), lupenförmiges (?) Schutzglas fehlt.

Kompaßnadel und Horizontaluhr in Form eines kleinen Pappzylinders gearbeitet, dessen überstehende Bodenfläche eine aufgeklebte magnetisierte Drahtschleife enthält. Die überstehende Deckfläche des Zylinders ist mit dem gedruckten Zifferblatt der Horizontaluhr beklebt und trägt das Poldreieck (Ausführung wie bei Nr. 20, Polhöhe 50°). 4teilige gehäusefeste Windrose, bedruckt wie bei Gerät Nr. 20.

Nr. 22 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit Kompaß

bezeichnet „A F 1758“. Maße: $40 \times 61 \times 16$ mm.

Ia: leer. Ib: Vertikaluhr mit Polfaden (gerissen), beschriftet „GR 51“ (Polhöhe), und kleiner Vertiefung für die Kugel eines Fadenlotes (fehlt).

IIa: Kompaß mit 4teiliger Windrose und Mißweisungs Pfeil (etwa -22°) und Horizontaluhr. IIb: leer.

Nr. 23 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit Kompaß

bezeichnet „K“ und mit Krone bzw. Doppelkrone als Meistermarke, o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: $50 \times 85 \times 19$ mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 600].

Ia: leer. Ib: Vertikaluhr mit Polfaden (50°) und Fadenlot sowie kleiner Vertiefung für die kleine Steinkugel des Lotes. IIa: Kompaß mit 4teiliger mißweisender Windrose (etwa -20°) und Horizontaluhr. IIb: leer.

- Nr. 24 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit Kompaß
 o. Hersteller und o. J. (etwa 18./19. Jh.). Maße: $76 \times 122 \times 40$ mm.
 Ölfarbenbemalung und -beschriftung, vermutlich Bastelarbeit.
 Ia: leer. Ib: Vertikaluhr (Zahlen IX, XI und XII stehen auf dem Kopf).
 Polfaden (49°) fehlt. II a: Kompaß (unvollständig) mit Mißweisungspfeil
 (etwa -11°). II b: leer.
- Nr. 25 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit bedruckten papiernen Ziffer-
 blättern und Kompaß
 o. Hersteller und o. J. (etwa 19. Jh.). Maße: $65 \times 105 \times 19$ mm. Eng-
 lische Beschriftung.
 Ia: Polhöhen einzelner Orte, nach Ländern gruppiert, nordamerikani-
 sche Orte zuerst (darunter Washington, gegründet 1791). Ib: Vertikal-
 uhr mit Polfadenhalterung für 34° — 56° , eingerichtet auf 50° und 51°
 Polhöhe. II a: Kompaß mit steiliger Windrose. Mißweisung etwa -22° ,
 Horizontaluhr für 48° , 50° und 52° (für mitteleuropäische u. ä. Breiten).
 II b: leer. Einfachste Ausführung des Gerätes, rohe Holztafeln lediglich
 mit den papiernen Zifferblättern usw. beklebt.
- Nr. 26 Mehrflächige hölzerne Tischsonnenuhr mit Kompaß
 bezeichnet „Fr[ater] Richardus fecit Anno 1699“. Maße: Holzkörper
 (Prismenstumpf) $135 \times 135 \times 60$ mm, Instrument 270 mm hoch.
 Holzkörper ruht auf gedrechseltem Holzständer. Prismenstumpf ent-
 hält Messingbeschläge mit dem Kompaß und Mißweisungspfeil (etwa
 -11°) — Nadel vermutlich neuerer Herkunft — sowie den Zifferblättern
 der oberen und unteren Äquatorial- bzw. Polaruhr, der Nord- und Süd-
 uhr und der Ost- und Westuhr. Polstäbe (45°) und Poldreieck unvoll-
 ständig.
- Nr. 27 Mehrflächige hölzerne Tischsonnenuhr mit Kompaß
 bezeichnet „D. Beringer und G. P. Seyfried“, o. J. (etwa nach 1736).
 DAVID BERINGER arbeitete in Nürnberg etwa von 1725—1776. Maße:
 Holzkörper (in Würfelform) 65 mm Kantenlänge, Instrument etwa
 140 mm hoch. Vgl. E. ZINNER [282, S. 247].
 Holzkörper (Würfel) mit bedruckten papiernen Zifferblättern für Ziffer-
 blätter der bei Nr. 26 aufgeführten Sonnenuhren versehen, wobei Äqua-
 torial- und Polaruhren hier identisch sind. Schattendreiecke bzw. -trapeze
 aus Messingblech. Holzkörper sitzt auf kniegelecktartigem Gestell, das
 auf der hölzernen Grundplatte mit Kompaß (unvollständig) befestigt ist.

Nr. 28 Runde versilberte messingne Dosensonnenuhr mit Kompaß in chinesischer Beschriftung

o. Hersteller und o. J. (etwa 18./19. Jh.). Maße: 45 mm Durchmesser, 20 mm hoch, mit aufschraubbarem Deckel und Trageöse. Transkription und Übersetzung verdankt der Verfasser Herrn E. YANG, Berlin.

Horizontaluhr mit abklappbarem Poldreieck (40°). Äußerer Ring der Zifferblatteilung enthält die 12 chinesischen bzw. japanischen Stunden (= 24 Stunden). Die drei inneren Beschriftungsringe bestehen aus den Zahlen 4—9 und entsprechen der japanischen Toki-Zählung (vgl. dazu z. B. K. LANGE [160]), einer jahreszeitlich veränderlichen Zählung (das 6. Toki fällt mit dem Sonnenaufgang bzw. -untergang zusammen). Innerster Ring gilt für die Zeit des Wintersolstitium, der äußere für die des Sommersolstitium, der mittlere wahrscheinlich für die Äquinoktien. Kompaß ohne Windrose. Dosenunterseite ist durch Glaseinlegearbeiten in Form der Winterpflaumenblüte verziert. Gezahnte Einfassungen deuten auf europäische Einflüsse hin. (Vgl. J. ABELER, der eine europäische Taschenuhr aus dem 18. Jh. mit einer solchen Verzierung abgebildet hat; Westermanns Monatshefte 102, 1961, H. 9, S. 32.)

Nr. 29 Dreieckige messingne Tischsonnenuhr mit Kompaß in chinesischer Beschriftung

o. Hersteller und o. J. (etwa 18./19. Jh.). Maße: 145 mm Seitenlänge der dreieckigen Grundplatte, Lotgestellhöhe 95 mm. Mit Holzetui, Deckel fehlt. (Wahrscheinlich Chinoiserie aus Paris, nach E. ZINNER.)

Grundplatte ist mit drei Stellschrauben auf einem dreieckigen Metallrahmen im Holzetui gelagert. Kompaß und Horizontaluhr mit abklappbarem Lotgestell und Fadenlot mit kleiner käfigartiger Hohlkugel. Lot dient zugleich als Gnomon. Zifferblatt auf emailliertem Metallring (3—12—9) und entsprechende chinesische Zeichen sowie Zeichen für Süden) aufgetragen. Blattornamente vermutlich europäischer Herkunft. Polhöhe (50°) weist auch auf ein europäisches Herstellungszentrum hin.

Nr. 30 Viereckige hölzerne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß in chinesischer Beschriftung

bezeichnet „Fang Hsiu-shui aus Hsiu-i, [Kreis] Hsin-an“ (Provinz Anhui), o. J. (etwa Anfang 19. Jh. und später). Maße: 55 × 115 × 14 mm. Transkription und Übersetzung siehe Nr. 28. Vgl. J. NEEDHAM [189, Bd. 3, S. 310 (Typ B)]. Bild 30a und b.

Instrument ähnlich wie eine Klappsonnenuhr gestaltet. Eine Hälfte der Grundplatte enthält kleinen Kompaß mit drahtförmiger Magnetnadel

und Zwischenscheibe (vgl. S. 81). Schutzglas durch eine Art metallenen Sprengring befestigt. (Das gilt auch für die Geräte Nr. 54 und 55.) Als Kompaßumrandung eine 12-Doppelstundenteilung, eine 4teilige und eine Steilige Windrose. Die andere Hälfte der Grundplatte besitzt ein aufklappbares Oberteil, das auf der Oberseite eine Äquatorialuhr mit abklappbarem Schattenstab und an der Unterseite eine Metallstütze trägt, die in die Rasterung auf der Grundplatte eingefügt wird und damit das aufklappbare Oberteil in einer bestimmten Stellung zur Grundplatte hält. Die Zifferblattbeschriftung besteht aus drei Ringen, im inneren stehen die Bezeichnungen und Sektoren der 12 Doppelstunden, im mittleren die 24 Stunden und im äußeren die Viertelstunden, jeweils in äquidistanter Teilung. Seitlich neben der Rasterung auf der Grundplatte ist die Beschriftung einer Jahreszeitenskala angebracht (vgl. S. 91). Die Skala umfaßt zweimal 12 Perioden von rund 14 Tagen Dauer (bezeichnet „chhi“) und hat 13 Rasterstellungen. Die beiden äußeren für „Winters-“ bzw. „Sommermitte“ sind gleich, die anderen gelten jeweils für korrespondierende Perioden, wie z. B. für „Winters-“ bzw. „Frühlingsanfang“. Seitlich der Skalenbeschriftung befinden sich vier Zeichen in roter Tusche ausgeführt mit der Bedeutung: „Die vier Jahreszeiten sind harmonisch.“ Das Gerät ist lackiert und mit schwarzer und roter Tusche beschriftet. (Das gilt auch für die Geräte Nr. 31 und 54—57.) Rückseite trägt den Herstellervermerk.

Nr. 31 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit Kompaß in chinesischer Beschriftung

bezeichnet „Fang Hsiu-shui aus Hsiu-i, [Kreis] Hsin-an (Provinz Anhui) fertigte es an“, o. J. (etwa Anfang 19. Jh.). Maße: 45 × 55 × 19 mm. Transkription und Übersetzung siehe Nr. 28. Vgl. J. NEEDHAM [189, Bd. 3, S. 310 (Typ A)]. Bild 31a.

Ia: Landschaftsbild. Ib: Vertikaluhr mit Polfaden (40°) und äquidistanter Teilung der 12 Doppelstunden. IIa: Kompaß mit drahtförmiger Nadel und Zwischenscheibe. Schutzglas durch Holzring befestigt. Horizontaluhr mit der Doppelstunden- und der Viertelstundenteilung (in nahezu äquidistanter Strichmarkierung) sowie 4teilige Windrose. IIb: Herstellervermerk.

Nr. 32 Ringförmige messingne Horizontalsonnenuhr mit abklappbarem Poldreieck

o. Hersteller und o. J. (etwa 17. Jh.). Maße: 38 mm Durchmesser. Teil einer Tönnchensonnenuhr (siehe Gerät Nr. 46), Poldreieck (45°). Vgl. R. T. GUNTHER [107, Abb. 158] und H.-G. KÖRBER [154, Abb. 3 und 4].

- Nr. 33 Ringförmige messingne Horizontalsonnenuhr mit Polfaden
 o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: 80 mm Durchmesser, Polfadenhalterung 50 mm hoch.
 Horizontaluhr besteht aus einem bedruckten Papierring, der auf einem Messingring aufgeklebt ist. Der Polfaden (60°) wird durch einsteckbaren Polfadenhalter gespannt. Als Verzierungen Band- und Pflanzenornamente. Gerät diente wahrscheinlich als Aufsatzsonnenuhr für einen kleineren Schiffskompaß.
- Nr. 34 Viereckiges hölzernes Kästchen mit im Deckel eingezeichneter Vertikalsonnenuhr und mit Teilchen eines Meßbesteckes
 o. Hersteller und o. J. (etwa 17. Jh.). Maße: Holzkästchen 125 × 90 × 26 mm.
 Vertikaluhr auf der Deckelinnenseite eingeritzt und vom Schattenstift aus abzulesen. Dieser besteht aus kleiner Messingnadel mit elfenbeinerem Kopf, die beim Gebrauch in ein dafür vorgesehenes Loch gesteckt wird. Das unvollständige Meßbesteck umfaßt ein messingnes Lineal (0—16 beziffert) und einen zweiseitigen Winkelmesser (0—17 beziffert) mit Gradbogen (0—12 beziffert). Gerät gehörte vermutlich zu den Hilfsmitteln bei der Konstruktion von Sonnenuhren.
- Nr. 35 Viereckige messingne Tischsonnenuhr mit abklappbarem Poldreieck
 bezeichnet „Fecit Joan. Engelbrecht Beraunensis 1795“ d. i. JOHANN ENGELBRECHT aus Beraun (Böhmen), arbeitete etwa von 1780 bis 1804. Maße: 120 × 113 mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 307] und Geräte D I 74, 79 und 83.
 Grundplatte ruht auf drei verstellbaren Füßen. Als äußere Berandung die Horizontaluhr mit 4teiliger Windrose. Innen das Zifferblatt der Jahreszeitenuhr für alle 10° des Tierkreises mit monatlicher Datierung, wie „Jan 1“ usw. Der Frühlingspunkt ist durch eingeschlagenen kleinen Stift besonders markiert. Das abklappbare Poldreieck ist am Ende kreisbogenförmig ausgespart und dort mit einer Polhöhenkala (30° bis 70°) versehen. Als Lot und Zeiger der Polhöhenkala dient ein geschoßförmiger Senkel. Die schattenwerfende Kante ist an einer Stelle ein wenig ausgebuchtet, so daß ein kleiner Schattenkreis erzeugt wird, der als Zeiger der Jahreszeitenuhr dient. Auf der Rückseite befindet sich eine Feder als Halterung für das hochgeklappte Poldreieck. (Entsprechendes gilt auch für die Ausführung der oben angeführten Geräte ENGELBRECHTS.)

- Nr. 36 Horizontalsonnenuhr mit eisernem Poldreieck auf viereckiger Schieferplatte
 o. Hersteller, datiert „Anno 1795“, mit dem eucharistischen Zeichen „J. H. S.“ und einem Herzen verziert (Symbole des Jesuitenordens). Maße: 125 bzw. 135 × 157 mm. Poldreieck 65 mm hoch.
 Horizontaluhr mit eisernem Poldreieck (50°) und Steiliger Windrose in abgekürzter deutscher Bezeichnung. Schieferplatte an einer Querseite abgerundet und mit Befestigungslöchern (für Sockel und dgl.) versehen.
- Nr. 37 Horizontalsonnenuhr auf viereckiger Gußeisenplatte
 o. Hersteller und o. J. (Datierung nach Inschrift: 1737). Maße: 230 × 220 mm. Sonnenuhr vermutlich als Verzierung eines Kastendeckels (mit Befestigungslöchern und Schlüsselloch). (Hinweise zur Datierung verdankt der Verfasser Herrn Prof. Dr. E. ZINNER, Bamberg.)
 Horizontaluhr und Jahreszeitenuhr mit Tierkreisbildern und Monatsdaten, reliefartig ausgeführt, desgleichen auch die anderen Inschriften. Polhöhenangabe: „Ad Elevationem Poli 54 Grad:“. Am unteren Rand befindet sich die Angabe „VMbra VIas soLIIs LVX qVoqVe nosce D...Cent...“ (punktierter Stellen unleserlich). Durch Summation der Großbuchstaben mit ihrem römischen Zahlwert ergibt sich die Jahreszahl 1737. Außerdem ist ein fürstbischöfliches Wappen angebracht, das auf dem Wappenschild einen Schrägbalken mit drei vierblättrigen Rosen und daneben zwei springende Geißböcke enthält. Es ist das Geschlechterwappen (Wappenschild) des Fürstbischofs CHRISTOPH JOHANN GRAF VON SZEMBEK des Fürstbistums Ermeland, der von 1724—1740 regierte und in Heilsberg (etwa 54° Polhöhe) seinen Bischofssitz hatte. Vgl. dazu J. SIEBMACHER [243, Bd. 4, Abt. 14, T. 1, S. 33 und 95 sowie Taf. 33], G. LENGNICH [161, Einl.] und F. HIPLER [129, S. 7]. Bei diesem Gerät handelt es sich offensichtlich um ein im Auftrage dieses Fürstbischofs gefertigtes Stück.
- Nr. 38 Messingne Säulchensonnenuhr mit versenkbarem Schattenstab
 o. Hersteller und o. J. (etwa 17./18. Jh.). Maße: Instrument 55 mm hoch, 10 mm Durchmesser, mit Aufhängeöse. Jahreszeitenuhr mit Linien der Sonnenhöhen für die ungleichlangen Stunden (1—12) und den Linien für die Monatsdekaden (Mantellinien des Zylinders). Die Linien der Sonnenhöhen verlaufen spiralförmig um den Zylinder und sind an ihren Anfangspunkten mit „12“, dann „1“ und „11“ usw. bis „7“ und „5“ beziffert. Schattenstab wird durch Federhalterung beim Gebrauch der Sonnenuhr in senkrechter Lage gehalten.

- Nr. 39 Hölzerne Säulchensonnenuhr mit versenkbarem Schattenstab
 o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: Instrument 300 mm hoch, 100 mm Durchmesser. Bemalung und Beschriftung in Ölfarbe. Jahreszeitenuhr mit Ausführung wie bei Nr. 38. Am oberen und unteren Rand der Uhrensäule ist schachbrettartig eine Pentadenteilung nebst den Tierkreiszeichen und der Monate angebracht. Neben der Stundenbezeichnung befindet sich eine Sonnenhöhenkala (5° — 70°). Schattenstab aus Messing läßt sich in dem herausziehbaren Haltezapfen versenken.
- Nr. 40 Messingne Ringsonnenuhr
 o. Hersteller und o. J. (etwa 17./18. Jh.). Maße: 70 mm Durchmesser. Mit Aufhängeöse und zweigliedriger Kette. Dreikreisinstrument mit Meridianring, markiert für $50^{\circ} \pm 5^{\circ}$, Stundenring und Dioptering, die alle drei kardangelenkartig verbunden und beim Nichtgebrauch scheibenartig zusammengefügt sind. Die Halterung sitzt an einem einfachen Drahting, der den Meridianring verschiebbar umschließt. Blattartige und bogenartige Verzierungen.
- Nr. 41 Mehrflächige hölzerne Tischsonnenuhr in Form zweier Bücher
 bezeichnet „V. H. M.“ und „IIII. R. G.“, o. J. (etwa 18./19. Jh.). Maße: zugeklapptes liegendes Buch $130 \times 180 \times 15$ mm, aufgeklapptes stehendes Buch $110 \times 130 \times 15$ mm, Instrument 250 mm hoch, vermutlich Bastelarbeit. Bemalung und Beschriftung in Ölfarbe. Sonnenuhr für „51 Gr.“ konstruiert. Horizontaluhr und Vertikaluhr mit messingnem Polstab, der in einer Monduhr auf der Grundplatte (liegendem Buch) endigt. Stehendes Buch enthält Nordost- und Nordwestuhr mit messingnen Polstäben. Buchrücken des stehenden Buches läuft in zwei kreuzförmigen Holzbrettchen aus, die die obere und untere Äquatorial- sowie die Ost- und Westuhr tragen.
- Nr. 46 Kleine elfenbeinerne Himmelskugel mit Kompaß und Sonnenuhr
 o. Hersteller und o. J. (etwa 17. Jh.). Maße: 58 mm Äquatordurchmesser, 52 mm Poldurchmesser. Vgl. H.-G. KÖRBER [154, insbes. Abb. 1—4]. Die zwei zusammenschraubbaren elfenbeinernen Kugelschalen tragen außen die Teilung einer Erd- bzw. Himmelskugel, die vier Meridiankreise sowie die Breitenkreise sind durch eingelegte Messingdrähte markiert, Beschriftung in französischer Sprache. Nordhalbkugel enthält innen Kompaß (unvollständig), Südhalbkugel innen eine messingne Mond- und Horizontaluhr. Als Aufsatzsonnenuhr für den Kompaß muß

Gerät Nr. 32 angesehen werden, dessen Durchmesser mit 38 mm allerdings etwas größer ist als die Passung für das Schutzglas (37 mm Durchmesser). Gestaltung von Monduhr und von Gerät Nr. 32 ist nahezu gleich. Möglicher Herstellungsort: Dieppe (nach D. J. PRICE und F. MADDISON; freundliche Mitteilung an den Verfasser). (Über die Hersteller von Erd- und Himmelskugeln und die Gestaltung solcher Instrumente vgl. etwa M. FIORINIS und S. GÜNTHER [82], J. HARTMANN [111], M. L. BONELLI [35], Z. AMEISENOWA [4] und H. GRÖTZSCH [99].)

Nr. 47 Viereckiger hölzerner mit elfenbeinernen Intarsien und Aufhängehaken
versehener Kompaß

bezeichnet „S P“ und „M [Morgen] A [Abend]“, o. J. (etwa 17. Jh.). Maße: $70 \times 106 \times 12$ mm. Kompaß für bergmännische Vermessungszwecke. Bild 26 a. Kompaßbüchse ist in dem rechteckigen Holzgehäuse drehbar gelagert und mit 24-Teilung sowie Markierungen der halben, viertel und achtel Einheiten versehen. Nordrichtung durch Pfeil markiert, desgleichen auf dem inneren Boden der Kompaßbüchse ein gezeichnetes Band, das die Initialen „S P“ enthält, außerhalb davon stehen die beiden Richtungsinitialen (s. Bild 26). Kompaßbüchse wird durch zwei kleine Messingriegel im Gehäuse gehalten, von denen der eine als Zeiger für den Teilkreis ausgearbeitet ist. Intarsien bestehen aus Blattornamenten (Gehäuseoberseite) und einer Rosette (Gehäuseunterseite). Aufhängehaken aus Elfenbein (40 mm hoch) ermöglichen das Anbringen des Gerätes an eine horizontale Meßleine und die Bestimmung des (magnetischen) Azimuts dieser Leine. Im Vergleich zu den Markscheiderkompassen fehlt die Kardangelenkaufhängung bzw. das Hängezeug. Zur Bezeichnung Morgen und Abend bei Grubenkompassen vgl. H. MICHEL in Ciel et Terre 72, 1956, Heft 11/12.

Nr. 48 Viereckiger messingner Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa 17. Jh.). Maße: $66 \times 66 \times 11$ mm. Kompaß für Vermessungszwecke. Bild 26 b.

Kompaß ruht in einem quadratischen Messinggehäuse mit geraden Anlegekanten. Mißweisung etwa -11° ($\frac{6}{8}$ Grad der 24-Teilung). Als Verzierungen Blumenornamente.

Nr. 49 Runder messingner Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: 40 mm Durchmesser, Grundplatte 45×45 mm mit 40×25 mm großem Anschlußstück. Ledergefüttertes Pappetui, bezeichnet „8“, Gerät Teil einer Instrumentenausrüstung. Bild 27 a.

Kompaß mit 4teiliger Windrose mit abgekürzten deutschen Bezeichnungen und Mißweisungspfeil (etwa -15°). Kompaßbüchse ist mittels Schraube auf der Grundplatte befestigt. Anschlußstück der Grundplatte ist durchlocht und beziffert „21.8₂₃“ und „8“. Diese letzte Zahl befindet sich auch auf dem Etuideckel.

- Nr. 50 Kompaß in runder Lackdose mit Kalendarium perpetuum
o. Hersteller und o. J. (etwa 19. Jh.). Maße: 90 mm Durchmesser, 22 mm hoch.
Deckeläußeres enthält Frauenbildnis (Tracht etwa 17. Jh.), Deckelinneres ein papiernes scheibenförmiges „Calendarium Perpetuum“, auf dem u. a. Sonnenaufgang und -untergang für die einzelnen Tage usw. eingestellt werden können. Lackdose enthält Kompaß (unvollständig) mit 16teiliger Windrose und doppelter $0^\circ-90^\circ-0^\circ$ -Teilung (in deutscher Beschriftung). (Über Kalendarien vgl. A. RONDE [209], über Kalenderrechnung [92—94], [100] und [164].)
- Nr. 51 Kompaß in Form eines hölzernen Handspiegels
bezeichnet „T VIGNERON A LIEGE“ (Lüttich), mit eingeschnitztem Signum auf der Geräterückseite „MO 1751“. Maße: handspiegelartige Holzplatte $150 \times 150 \times 30$ mm, Stiel 100 mm lang, Kompaßdurchmesser 110 mm. Mit messingnem Schutzdeckel. Bild 27 b.
Kompaß (unvollständig) mit 32teiliger Windrose. Hauptwindrichtungen sind auf dem Holzgehäuse durch Messingdrähte und -stifte markiert. Schutzdeckel ist mit Ornamenten verziert. Gerät ist schwimmfähig und diente wahrscheinlich als nautisches Hilfsmittel bei der Küstenfischerei.
- Nr. 52 Kompaß in Form eines kleinen messingnen Steuerrades
o. Hersteller und o. J. (etwa 19. Jh.). Maße: 20 mm Durchmesser. Mit Aufhängeöse, wahrscheinlich Uhrenanhänger. Kompaß (unvollständig) mit beiderseitigen lupenförmigen Schutzgläsern und 16teiliger Windrose in abgekürzter deutscher Bezeichnung.
- Nr. 53 Runder messingner persischer Gebetskompaß in arabischer Beschriftung
bezeichnet „Muḥammad Ṭāhir al-faqīr al-ḥakīr ṣanaʿa-hū“ (MUHAMMAD ṬĀHIR, der untertänigste Diener, fertigte es an), o. J. (etwa um 1670), Īsfahan. Maße: 68 mm Durchmesser, 18 mm hoch, mit aufklappbarem Deckel. Kompaß unvollständig. Transkription und Übersetzung verdankt der Verfasser den Herren Prof. B. ALAVI, Dr. H. GIESECKE und Dr. W. SUNDERMANN. Vgl. L. A. MAYER [177, S. 78] (Ästrolabien von ṬĀHIR). Bild 32 a und b sowie Bild 33 a.

Boden der Kompaßbüchse enthält von der Pinne (fehlt) ausgehend strahlenförmige Markierungen, und zwar der Südrichtung, bezeichnet „Ġanūb“, und der Richtungen nach den schiitischen Heiligtümern, den Grabstätten des Propheten MUHAMMAD und der Imame (vgl. Encyclopädie des Islams). In azimuthaler Folge, d. h. von Süd über West, sind die Richtungen nach Medina (Grabstätte des Propheten MUHAMMAD) mit 56°, nach Kerbela (Grabstätte des 3. Imam) mit 79°, nach Nedschef (bei Kufa, Grabstätte des 1. Imam) mit ebenfalls 79°, nach Kazimain (bei Bagdad, Grabstätte des 7. und 9. Imam) mit 95°, nach Akskarain (bei Samarra, Grabstätte des 10. und 11. Imam) mit 101°, nach Kum (Grabstätte der FATIMA, Tochter des 7. und Schwester des 8. Imam) mit 151°, nach Abd al-azim (bei Teheran, Grabstätte des Imamzade — Imamsohns — seit 1876 Begräbnisstätte der Kaiser von Persien, bei Ray gelegen) mit 171° und nach Mesched (Grabstätte des 8. Imam) mit 231° eingezeichnet, wobei die Werte nur auf etwa $\pm 0,5^\circ$ genau ausgemessen werden konnten. Der Bezugspunkt liegt etwa in nordöstlicher Richtung von Isfahan (vgl. S. 100). Ober- und Unterseite der Kompaßdose enthalten zwei, Deckelinnenseite einen Beschriftungsring, auf dem die Kiblarichtungen, d. h. die Richtungen nach Mekka, für insgesamt 75 persische und irakische Orte angegeben sind. Die Beschriftungsringe setzen sich aus einem Ring mit den Ortsnamen, einem Ring mit den Abweichungen vom Meridian, bezeichnet als „Inḫirāf“ (Abweichung), und einem Ring mit den Richtungsangaben zusammen, bezeichnet „Ġihat“ (Richtung), wo die Quadranten, wie z. B. „west-südlich“ angegeben werden. Auf dem äußeren Deckel steht in der Mitte eine Widmung an einen Herrn (Wesir?) MUHAMMAD, auf dem äußeren Kompaßboden der Herstellervermerk. Die Schmalseite der Kompaßdose enthält eine in Versen gefaßte Gebrauchsanweisung, die übersetzt etwa lautet (nach Dr. H. GIESECKE): „Wirf einen Blick auf die Glasplatte [des Kompasses], wenn Du die Qibla [die Gebetsrichtung] suchst. Pendle mit der Nadel den Punkt des Südpols aus [d. h., bestimme die Südrichtung]. Siehe die [Winkel-]distanz des Ortes von Süden [auf dem Deckel usw.] und zähle sie noch dazu. Auf jeden Ort angewendet ist das die Richtung der Qibla.“ Das Gerät ist mit Ornamenten verziert.

Nr. 54 Runde hölzerne Deutungsscheibe (geomantischer Kompaß) in chinesischer Beschriftung

bezeichnet „Wu I-heng aus Hsiu-i, [Kreis] Hsin-an“ (Provinz Anhui), o. J. (etwa 19. Jh.). Maße: 145 mm Durchmesser, 20 mm hoch. Transkription und Übersetzung siehe Nr. 28. Vgl. J. KLAPROTH [145, Pl. III], wo eine ähnliche Deutungsscheibe abgebildet ist, die von FANG HSU-

SHUI gefertigt wurde und nur geringfügige Abweichungen in der Feinteilung besitzt. Bild 29b.

In der Mitte der schalenförmigen Holzdose befindet sich ein kleiner Kompaß mit drahtförmiger Nadel und Strichmarkierung der Nord-süd-richtung auf einer kegelförmigen metallenen Zwischenscheibe (siehe Nr. 30). Der Kompaß ist von 15 Beschriftungsringen umgeben. Der innerste Ring enthält eine Steilige Windrose. Die nächsten drei Ringe besitzen eine 24-Teilung und die weiteren Ringe eine einfache oder mehrfache 24-Teilung, gewöhnlich aus den 12 Erd- und den 10 Himmelsstämmen, aus Trigrammen und freibleibenden Feldern gebildet. (Zum Aufbau dieser Deutungsscheiben vgl. J. KLAPROTH [145], L. DE SAUSURE [217], C. A. S. WILLIAMS [269] und J. NEEDHAM [189, Bd. 4, 1]). Teilungen mit Windrosencharakter (24teilig) tragen der 4. Beschriftungsring, bezeichnet chêng chen (orthodoxe Nadel) für astronomisch Nord, der 7., bezeichnet chung chen (zentrale Nadel) für eine westliche magnetische Deklination von $7,5^\circ$, und der 9., bezeichnet fêng chen (Saum Nadel) für eine östliche Abweichung von $7,5^\circ$. (Vgl. dazu J. NEEDHAM [190].) Der 13. und 14. Beschriftungsring besitzen eine Teilung von rund 360 Teilen und der 15. Ring eine Teilung in die 28 Häuser der chinesischen Ekliptik, einer nicht gleichabständigen Teilung. Die Geräterückseite enthält eine Tabelle, deren erste Zeile aus acht Grundelementen, die weiteren Zeilen aus Zahlen (1—9) bestehen, vermutlich zum Auffinden dieser Elemente auf den Beschriftungsringen. Seitlich davon ist der Herstellervermerk angebracht.

Nr. 55 Runde hölzerne Deutungsscheibe (geomantischer Kompaß) in chinesischer Beschriftung

bezeichnet „Wang Niang-hsi aus Hsiu-i, [Kreis] Hsin-an“ (Provinz Anhui), o. J. (etwa 19. Jh.). Maße: 120 mm Durchmesser, 22 mm hoch. Transkription und Übersetzung siehe Nr. 28. Vgl. H.-G. KÖRBER [155, Abb. 3].

Gestaltung wie Nr. 54, jedoch nur mit 9 Beschriftungsringen und ohne Teilkreis für die chinesische Ekliptik. Rückseite enthält den Herstellervermerk.

Nr. 56 Runder hölzerner Dosenkompaß in chinesischer Beschriftung

bezeichnet „Fang Hsiu-shui“ aus Hsiu-i, [Kreis] Hsin-an (Provinz Anhui), o. J. (etwa Anfang 19. Jh.). Maße: 66 mm Durchmesser, 10 mm hoch. Deckel fehlt. Transkription und Übersetzung siehe Nr. 28. Vgl. H.-G. KÖRBER [155, insbes. Abb. 1 und 2]. Bild 28 und 29a.

Kompaß wie bei Gerät Nr. 31 mit hölzernem Ring als Halterung für das Schutzglas. Der Kompaß besitzt eine Steilige, eine 24teilige Windrose und zwei weitere Beschriftungsringe, die aus einer aus acht Grundelementen bestehenden 24-Teilung zur genaueren Richtungsbestimmung gebildet werden.

Nr. 57 Runde hölzerne Deutungsscheibe (geomantischer Kompaß) in chinesischer Beschriftung

bezeichnet „Gefertigt in der Cheng-nan-tang [Cheng-nan-Halle] in Chang Ching“ (Provinz Kiangsu), o. J. (etwa Ende des 19. Jh.). Maße: 115 mm, 10 mm hoch. Oberseite gold-, Unterseite schwarzlackiert (die anderen chinesischen Geräte sind naturfarbenlackiert). Transkription und Übersetzung siehe Nr. 28.

Kompaß mit Nadelaufhängung wie bei europäischen Kompassen. Beschriftungsringe wie bei Nr. 54, jedoch nur 11 Ringe. Rückseite enthält den Herstellervermerk.

Dresdener Instrumente

Die im folgenden angeführten Instrumente aus dem Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden umfassen den Bestand an Sonnenuhren und Kompassen. Letztere wurden nur in soweit herangezogen, wie sie als Zusatzgeräte an Sonnenuhren oder als Einzelgeräte auftreten. Die Kompass an Geschützaufsätzen u. ä. blieben unberücksichtigt. Die in der Literatur noch erwähnten Dresdener Sonnenuhren, astronomische Taschenbestecke usw. (vgl. M. BOBINGER [34] und E. ZINNER [282]), die hier nicht beschrieben werden, gehören zu den Kriegsverlusten, die die Sammlungen des Salons erlitten haben.

A I 44 Viereckiger messingner Kompaß mit Jahreszeitensonnenuhr, Teil des (jetzt: großen kurfürstlichen Meßbesteckes

C III d 3) o. Hersteller und o. J. (nach 1603). Maße: 88×88×12 mm. Kompaß mit 360°-Teilkreisring und Mißweisungspfeil (+9°).

Pinne dient nach Abnehmen der Kompaßnadel als Gnomon für eine Jahreszeitensonnenuhr, deren Liniennetz auf dem inneren Boden der Kompaßbüchse eingetragen ist. Auf dem äußeren Kompaßboden befindet sich ein Sonnenquadrant zur Bestimmung der Tageszeit nach Sonnenhöhen.

C II 3 Rundes messingnes Astrolabium (Planisphärium)

bezeichnet „IOHANNES PRAETORIVS IOACHIMICVS NORINBERGAE FACIEBAT ANNO 1568“. Maße: 388 mm Durchmesser. Gerät unvollständig (seit 1945). Vgl. E. ZINNER [282, S. 472]. Bild 18 (vollständiges Gerät).

Vorderseite der Scheibe (Mater Astrolabii) besteht aus Kreisteilung (doppelte 0° — 90° — 0° -Teilung und Stundenteilung zweimal I—XII). Sie fehlt ebenso wie der Tragering mit der reliefartig verzierten Aufhängevorrichtung. Das Rete mit der Alhidade oder dem Ableselineal ist noch erhalten, desgleichen die Mater, das Planispharium, mit der Lineatur zur Bestimmung der Auf- und Untergangszeiten der Gestirne für die Polhöhe „LATITVDO XLVI G.“ sowie drei weitere Scheiben für andere Polhöhen. Die Rückseite des Instruments (Dorsum Astrolabii) enthält außen Teilkreisringe zur Bestimmung des Höhenwinkels von Gestirnen und der Sonnenlänge für jeden Tag des Jahres. Das Diopterlineal fehlt. Außerdem sind der Herstellervermerk sowie Bedienungs hinweise in Form von Inschriften, ferner ein Meßquadrat, Stundenlinien und Darstellungen des Sonnenzirkels u. ä. eingetragen. (Zur Kalenderrechnung u. ä. vgl. F. K. GINZEL [92—94], H. GROTEFEND [100] und H. LIETZMANN [164].)

C IV 2 Rundes messingnes vergoldetes Kompaß-Gerät

o. Hersteller, datiert „1561“ mit kurfürstlich-sächsischem Wappen. Maße: 176 mm Durchmesser, Unterteil 14 mm, Deckel 27 mm hoch. Scheibenförmiger Unterteil des Kompaß-Gerätes enthält in der Mitte einen kleinen Kompaß, um den konzentrisch (von innen nach außen) angeordnet sind: ein Kreis mit den Symbolen, Figuren und Bezeichnungen der Metalle, eine doppelte 1—12-Teilung mit $\frac{1}{4}$ (stündiger) Unterteilung, ein schmaler Wachtring zur Markierung beliebiger Richtungen, ein Kreis mit den Figuren für die Tierkreiszeichen und den Namen der Planeten (einschließlich von Sonne und Mond) sowie eine 1—24-Teilung. Auf der Oberseite des leicht gewölbten Deckels ist in der Mitte eine kleine Horizontalsonnenuhr (5—12—7) mit Kompaß (unvollständig erhalten) angebracht. Kompaß und Sonnenuhr sind von gezeichneten allegorischen Figuren für die sieben Planeten (einschließlich von Sonne und Mond) umgeben. Das Poldreieck bzw. der Polfaden fehlen. (Der Entwurf der Horizontaluhr ist sehr ungenau ausgeführt. Die Stundenlinien sind teilweise unsymmetrisch und treffen sich nicht alle im Fußpunkt des Poldreiecks.) Das Kompaß-Gerät erfordert zu seiner Handhabung eine feste waagerechte Unterlage (Steinsockel, Tisch und dgl.), ist daher nicht als Grubenkompaß gedacht, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach ein reines Prunkgerät, das der Kurfürst AUGUST VON SACHSEN (regierte von 1553—1586) anfertigen ließ oder als Geschenk erhielt. Die astrologisch-alchemistischen Motive in der künstlerischen Ausgestaltung des Instruments deuten möglicherweise auf

AUGUSTS Vorliebe für Alchimie u. ä. hin. Das Gerät könnte daher als eine Art Astrologen- oder Alchimistenkompaß bezeichnet werden.

- C VI 2 Runder messingner Schiffskompaß mit kardanischer Aufhängung in dosenförmigem Gehäuse
o. Hersteller, o. J. (etwa 17. Jh.). Maße: 120 mm Durchmesser, 70 mm hoch (mit Deckel), Kompaßdurchmesser 86 mm. Vgl. A. SCHÜCK [238, T. 1, Taf. 33, Fig. 1 a].
Kompaßgehäuse ist in Dosenform gearbeitet und mit einem abnehmbaren Deckel verschließbar. In der Kompaßdose ruht in einer kardanischen Aufhängung der Kompaß mit doppeltem Teilkreis (Quadrantenteilung 0° — 90°).
- D I 1 Runde messingne vergoldete Stern- und Universaluhr
o. Hersteller (ERASMUS HABERMEL?, gest. 1606), o. J. (etwa um 1600). Maße: 112 mm Durchmesser. Vgl. M. ENGELMANN [71] und E. ZINNER [282, S. 331 ff.]. (Herstellerfrage wird noch untersucht.) Bild 5 a und b.
Die messingne vergoldete Grundscheibe enthält eine doppelte I—XII-Stundenteilung mit Fühlmarken. Darauf befindet sich eine drehbare Kreisscheibe, die mit kugelförmiger Haltevorrichtung des Gerätes fest verbunden ist. Die Scheibe trägt eine Jahresteilung und eine Teilung des Tierkreises (bezeichnet mit den Tierkreisbildern) mit Feinteilung für je 30° . Das Ableselineal ist radial gelagert und bis zur Hälfte hochklappbar. Die Linealspitze reicht über die Scheibe hinaus zwecks Anvisierung eines Gestirns. Auf der anderen Seite der Grundscheibe ist die Lineatur der Universaluhr sowie die Tabelle der Stundenregenten für die Wochentage angebracht. Der Ableseradius endet in der Haltevorrichtung und besitzt außen einen kleinen abklappbaren Schattenstift.
- D I 6 Rundes messingnes vergoldetes Astrolabium (Planispärium), unfertig, wahrscheinlich Hilfsgerät zur Darstellung der Sonnenbewegung
o. Hersteller und o. J. (etwa 16./17. Jh.). Maße: 181 mm Durchmesser. Die Grundscheibe (Mater Astrolabii) besitzt als Umrandung den Stundenring (doppelte I—XII-Teilung). Das Planisphärium ist auf der Mater nur angedeutet und enthält den Horizontkreis mit 4teiliger Windrose sowie zwei weitere Höhenkreise und die Tagnachtlinie. Das Rete ist nur als Ekliptikkreis gestaltet und trägt das radiale Ableselineal mit Visiereinrichtung. Die Teilung des Tierkreises bzw. der Ekliptik besteht aus einer 4—16-Stundenteilung (Tageslängen) für 16 ungleiche Sektoren, bezeichnet mit den Buchstaben A—Q, und der 30° -Teilung für die Tierkreiszeichen, gekennzeichnet durch Symbol und

Namen. Die Rückseite des Instrumentes ist bis auf zwei angerissene Kreise leer.

D 17 Viereckige messingne vergoldete äquatoriale Tischsonnenuhr mit Kompaß

o. Hersteller, wahrscheinlich aus der Werkstatt des Reichsgrafen LÖSER in Reinharz und vermutlich von J. G. ZIMMER gefertigt, o. J. (etwa um 1760). Maße: 98×98 mm (Grundplatte), 87 bzw. 52 mm Durchmesser der Stunden- bzw. Minutenscheibe, Instrument etwa 191 mm hoch. Vgl. H. GRÖTZSCH [97, S. 866 und Abb. 3] und E. ZINNER [282, S. 596] sowie H.-J. VON ALBERTI [2, S. 153]. Bild 13.

Grundplatte ruht auf drei Stellschrauben und enthält den Kompaß mit Mißweisungspfeil (-15°) und 360° -Teilkreis. Auf vierbeinigem Gestell, das ein Stablot mit geschoßförmiger Spitze und eine Lotsicherung trägt, ist die Viertelkreisscheibe der PolhöhenEinstellung und die Äquatorialuhr angebracht. Sie besteht aus der Stundenscheibe mit doppelter I—XII-Teilung und Zahnradkranz, auf dem die Minutenscheibe mittels Zahnrad umläuft. Die Ziffernringe sind aus Silber. Als Schattenzeiger ist ein Diopterlineal auf der Minutenscheibe angebracht.

D 19 Viereckige messingne vergoldete äquatoriale Tischsonnenuhr mit Kompaß

bezeichnet „J. G. Zimmer AReinhartz“, Signum „L“ (Reichsgraf LÖSER) auf silbernem Stundenzifferblatt, o. J. (etwa um 1760). Maße: 112×112 mm (Grundplatte), 89 bzw. 50 mm Durchmesser der Stunden- bzw. Minutenscheibe, Instrument etwa 227 mm hoch. Vgl. E. ZINNER [282, S. 596].

Aufbau des Instruments wie bei D 17. Davon abweichend: 4 Stellschrauben in der Grundplatte, Lotsicherung bogenförmig. Polhöhen-skala für 0° — 90° bzw. 90° — 0° (Pol- und Äquatorhöhen). Zahnradkranz der Stundenscheibe für IX—XII—III ausgespart. Kompaß ohne Teilkreis, nur Mißweisungsbereich beziffert. Mißweisungspfeil -15° . Sonnenöhr mit Monatssteg in Grifforn außerhalb der Minutenscheibe (zum Stellen des Schattenzeigers) angebracht.

D 12 Schalenförmige messingne vergoldete Hohlflächensonnenuhr (Skaphe) mit Kompaß

o. Hersteller, datiert „1561“. Maße: 146 mm Durchmesser, 97 mm hoch. Bild 2.

Rand mit doppelter 32teiliger Windrose und doppelter 1—12-Stunden- teilung sowie Wachsrille. Hohlfläche mit Stundenbezifferung und den

Stundenlinien und den Kurven für die Tageslängen. Gnomon fehlt. Im Boden der Schale ein unvollständiger Kompaß. (Mißweisung etwa +12°.)

D 1 22 Runde messingne Büchsen Sonnenuhr mit Kompaß

o. Hersteller (vermutlich aus der Werkstatt von CHRISTOPH SCHISSLER d. ÄLT., starb 1609), datiert „1565“. Maße: 72 mm Durchmesser, 45 mm hoch. Gerät unvollständig. Vgl. M. BOBINGER [34, S. 135] und E. ZINNER [282, S. 509].

Deckelinnenseite enthält Monduhr. Öffnung zur Darstellung der Mondphasen in Form eines Handspiegels gestaltet, der von zwei gezeichneten menschlichen Figuren gehalten wird. Kompaßbüchse mit eingezeichnetem Mißweisungspfeil (etwa +5°) und Horizontaluhr mit Mehrfachzifferblatt für 42°, 45°, 48°, 51° und 54° (von innen nach außen). Polfaden und Polfadhalterung. Kompaßnadel wurde nach 1945 ergänzt. Rückseite der Büchse enthält eine Darstellung Neptuns.

D 1 25 Viereckige messingne Büchsen Sonnenuhr mit Kompaß

o. Hersteller, vermutlich von CHRISTOPH SCHISSLER, o. J. (etwa um 1575). Maße: 92×92 mm, 7 mm hoch. Gerät nach der Art der Taschenbestecke gestaltet. Kompaß fehlt. Vgl. E. ZINNER [282, S. 518].

Büchse mit Horizontaluhr mit Zifferblättern für 45°, 48°, 51° und 54° Polhöhe. Polfaden mit abklappbarer bogenförmiger Halterung. Deckel enthält innen die Tabelle der Stundenregenten für die Tage und Nächte der Woche. Außerdem ist eine quadratische Scheibe mit der Teilung eines Astrolabiums planisphaerium (Dorsum) zwecks Höhen- und Zeitbestimmung vorhanden. Im Deckel Monduhr mit Angaben des Sonnenaufganges und -unterganges sowie einer Windrose mit Witterungsangaben (vgl. S. 52).

D 1 37 Viereckige messingne Horizontalsonnenuhr mit Kompaß (Tischbesteck)

bezeichnet „CHRISTOPHORVS SCHISSLER FACIEBAT AVGVST[A]E VI[NDELICORVM] ANNO 1562“. Maße: 222×247×26 mm (Holzsockel), 190×215×1,2 mm (messingnes Zifferblatt). Figur 113 mm hoch. Vgl. M. BOBINGER [34, S. 135] und E. ZINNER [282, S. 508]. Bild 3.

Messingnes Zifferblatt der Horizontaluhr ruht auf kastenförmigem Holzsockel. Horizontaluhr mit Jahreszeitenuhr, Planetenstunden, Scheibe für Tages- und Nachtlängen, Monduhr, Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa +10°). Polfaden ist an dem einen Ende an einem Stab befestigt, den eine auf einer kleinen messingnen Erdkugel stehende messingne Türkenfigur hält.

- D I 47 Viereckige messingne äquatoriale Tischsonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „ANDR[EAS] PFAB DRESDEN“, o. J. (etwa um 1740).
Maße: 192 × 146 mm, 26 mm hoch. Trägergestell der Äquatorialuhr
aus Holz. Vgl. E. ZINNER [282, S. 466].
Auf einer Holzplatte mit vier Metallfüßen ist eine auf die jeweilige
Polhöhe einzustellende Holzplatte mit der messingnen Äquatorialuhr
angebracht, beziffert IIII—XII—VIII. Als Schattenzeiger dient ein
Diopterlineal. Für die Angabe der Minuten ist ein gesondertes Ziffer-
blatt mit Zeiger vorhanden. Die Übertragung der Bewegung des
Stundenzeigers bzw. des Diopterlineals auf den Minutenzeiger erfolgt
durch Zahnräder. Ferner enthält das Trägergestell einen Kompaß
und ein Lotgestell mit geschobförmigem Lot. (Instrument unvollstän-
dig, Teile wurden 1947 restauriert.)
- D I 52 Viereckige messingne Horizontalsonnenuhr mit Kompaß und Vorrich-
tung zum selbsttätigen Waagrechtstellen
bezeichnet „*C*T*M*D*1611*“, d. i. CHRISTOPH TRECHSLER aus
Dresden. Maße: 113 × 113 mm, 490 mm hoch (Holzkasten mit Messing-
sockel), 110 × 110 mm (Horizontaluhr). Vgl. E. ZINNER [282, S. 549].
Bild 6.
Horizontaluhr mit Kompaß ohne Mißweisungspfeil (spätere, ungenau
eingeritzte Mißweisung etwa —10°). Zifferblattentwurf für 50° Polhöhe,
verstellbares Poldreieck. Uhrenplatte ruht auf einer Halterung, an der
sich ein pendelartiges Gegengewicht zum selbsttätigen Einstellen der
Uhrenplatte in die Horizontalebene befindet. Vorrichtung befindet sich
in einem Gehäuse, das aus übereinandergesetzten Messing- und Holz-
kästen besteht. Der obere, kleinere Kasten trägt Messingbeschläge, auf
denen Waffen abgebildet sind. (CHR. TRECHSLER, seit 1595 Werkmeister
der Stadt Dresden, war der älteste Sohn des Büchsenmachers LORENZ
TRECHSLER aus Dresden.)
- D I 55 Ovale messingne Horizontalsonnenuhr
o. Hersteller, „1633“. Maße: 296 bzw. 218 mm Durchmesser.
Gerät unvollständig, Poldreieck fehlt, Zifferblatt mit doppelter Teilung
für 50° Polhöhe. Mit hebräischer Inschrift, den Zeichen für Jehova,
und einer Krone.
- D I 56 Viereckige Horizontalsonnenuhr auf Solnhofener Schiefer mit Weltkarte
bezeichnet „Joann Martin Fried[rich]: Textor fecit“, o. J. (etwa um
1730). Maße: 418 × 410 × 22 mm, Poldreieck 247 mm hoch. Vgl.
E. ZINNER [282, S. 547].

Zifferblatt mit Transversalteilung zur Minutenablesung, feststehendes Poldreieck mit Diopterplatten. Die freie Fläche innerhalb des Zifferblattes enthält eine Weltkarte in französischer Beschriftung. (Umrisse der Kontinente sind verzerrt.) Grundplatte ruht auf drei Stellschrauben. Blatt- und Akanthusornamente.

D 1 58 Messingnes vergoldetes Zirkel-Instrument mit Horizontalsonnenuhr und Kompaß

bezeichnet „CHRISTOPHORVS SCHISLER FACIE.“ und „AVGVSTAE VIND: [ELICORVM] ANNO 1566“. Maße: 154 × 8 mm (Schenkel). Vgl. M. BOBINGER [34, S. 135] und E. ZINNER [282, S. 510]. Bild 4a.

Instrument unvollständig. Kompaß im Zirkelknopf untergebracht (Nordpfeil ist etwas östlich verdreht). Horizontaluhr für 45°, 48° und 51°. Auf Zirkelschenkel Skalen für Fußmaße. Querstege enthalten Kugeldurchmesser zur Gewichtsbestimmung von Eisen- und Steinkugeln.

D 1 61 Messingne Ringsonnenuhr

bezeichnet „Autor Odelem Braunschweig 52-15“ (1661—1740), o. J. (etwa um 1720). Maße: 148 bzw. 136 bzw. 122 mm Durchmesser und 7 bzw. 7 bzw. 8 mm breit. Vgl. E. ZINNER [282, S. 459] und H. GRÖRZSCH [97, S. 865 und Abb. 2]. Bild 9.

Dreikreisinstrument. Innerster Ring mit Diopter, auf den Ringen sind Polhöhenangaben (in Graden und Minuten) sowie eine Deklinations- und Monatsskala eingetragen.

D 1 62 Viereckige elfenbeinerne Klappsonnenuhr mit Kompaß

o. Hersteller (möglicherweise aus der Werkstatt von LEONHARD MILLER aus Augsburg oder in Anlehnung an die von diesem gefertigten Instrumente), o. J. (etwa um 1630). Maße: 84 × 55 × 13 mm. Vgl. H. GRÖRZSCH [97, S. 864 und Abb. 1], Gerät Nr. 5 und Bild 7a und b.

Ia: 32teilige Windrose mit messingnem Richtungspfeil, der in Form einer zeigenden Hand endet. Loch zum Ablesen von Kompaßnord. Ib: Jahreszeitenuhr mit Polfadenhalterung für 42°, 45°, 48° und 51° sowie Polhöhenangaben (Neapel mit 45°! angegeben). IIa: Kompaß (unvollständig) und Horizontaluhr für die angeführten Polhöhen, mit Polfaden. Zwei kleine Jahreszeitenuhren für die Stunden seit Sonnenaufgang bzw. -untergang (Temporalstunden). IIb: Monduhr.

- D I 63 Runde Horizontalsonnenuhr auf elfenbeinerer Scheibe mit Kompaß
bezeichnet „H * G“, d. i. HANS GÖBE (gest. 1574) aus Innsbruck, seit 1558 Hofuhrmacher in Dresden, o. J. (etwa um 1560). Maße: 56 mm Durchmesser, 11 mm hoch. Vgl. E. ZINNER [282, S. 323]. Bild 4b.
Horizontaluhr mit abklappbarem, innen offenem Poldreieck. Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa $+5^\circ$).
- D I 64 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „Nholderich Augspurg“, d. i. J. N. HÖLDERICH, und mit kleinem Wappenschild, der ein stilisiertes „A“ enthält, o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: Grundplatte $50 \times 52 \times 10$ mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 385].
Grundplatte ruht auf der Kompaßbüchse. Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa -11°) und 4teiliger Windrose. Äquatorialuhr mit Zifferblatt-ring, Polstab und PolhöhenEinstellung.
- D I 65 Viereckige messingne Büchsenonnenuhr (Universaluhr) mit Kompaß
o. Hersteller, datiert „1514“. Maße: $93 \times 95 \times 7$ mm. Bild 1a und b.
Büchse enthält Horizontaluhr mit abklappbarem Poldreieck für 53° , Jahreszeitenuhr und Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa $+10^\circ$). Kompaß unvollständig. Deckel enthält außen eine Mond- und Nachtuhr mit einem radial verschiebbaren Zeiger und mit Fühlmarken sowie den Angaben der Tages- und Nachtlängen, die an Ablesöffnungen eingestellt werden können. Auf dem Boden der Sonnenuhrbüchse ist ein Sonnenquadrant zur Bestimmung der Tageslängen und der Sonnenhöhen eingetragen.
- D I 66 Viereckige Horizontalsonnenuhr auf Solnhofener Schiefer mit Weltkarte und Kompaß
bezeichnet „J. M. F. Textor fecit“, o. J. (etwa um 1730). Maße: $513 \times 513 \times 38$ mm (Grundplatte), 272 mm hoch (Poldreieck). Vgl. E. ZINNER [282, S. 547]. Bild 10.
Horizontaluhr mit Transversalteilung zur Minutenablesung. Feststehendes messingnes Poldreieck (51°) mit Lot. Freie Fläche innerhalb des Zifferblattes enthält eine Weltkarte in lateinischer Beschriftung. (Umrisse der Kontinente sind weniger verzerrt als bei der Karte des Gerätes D I 56.) Kompaß (unvollständig) und drei Stellschrauben. Verzierungen mit Blatt- und Akanthusornamenten.

- D I 68 Runde messingne Büchsen Sonnenuhr mit Kompaß und abklappbarem Poldreieck
 o. Hersteller, o. J. (etwa um 1850). Maße: Durchmesser 59 mm, 12 mm hoch. Mit aufschraubbarem Deckel. Bild 17a.
 Büchse enthält Kompaß mit bedruckter papierner Windrosenscheibe (360°-Teilung, Ost mit „E“ bezeichnet, farbiger Windrosenstern) und aufgesetzten Zifferblattring aus Messing (III—XII—VIII) und messingnes, abklappbares Poldreieck der Horizontaluhr.
- D I 69 Viereckige messingne äquatoriale Tischsonnenuhr ohne Kompaß
 hergestellt nach der Beschreibung des Gnomonikers JOHANN FRIEDRICH PENTHER (1693—1749) („Gnomonica fundamentalis...“, Augsburg 1752, [198, Tab. VIII]). Maße: Grundplatte 171 × 171 mm, Äquatorialuhr 109 mm Durchmesser, etwa 155 mm hoch. Bild 14.
 Äquatorialuhr mit Zifferblattscheibe und halbzylindrischem Zifferblatt der Jahreszeitenuhr. PolhöhenEinstellung als Träger der Äquatorialuhr und des Lots gearbeitet und auf einer drehbaren Kreisscheibe befestigt, die von einer Azimutteilung umrandet wird, 4teilige Windrose.
- D I 71 Viereckige bleierne Horizontalsonnenuhr mit messingnem Poldreieck
 o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.), bezeichnet „Elv. Pol. 51°=30“.
 Maße: 110 × 102 mm, Poldreieck 56 mm hoch.
 Horizontaluhr mit festem Poldreieck. Bei der Bezifferung ist die Zahl „8“ in alter Form gestaltet (obere Schleife geöffnet).
- D I 73 Viereckige Horizontalsonnenuhr auf Marmorplatte
 o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: Grundplatte 262 × 262 mm, Poldreieck 138 mm hoch.
 Horizontaluhr (V—XII—VII) mit Transversalteilung zur Minutenablesung. Feststehendes messingnes Poldreieck, beziffert „51“ Grad, ohne Lot. Grundplatte mit drei Fußschrauben (nach 1945 restauriert) und mit Blatt- und Tierornamenten versehen.
- D I 74 Viereckige messingne analemmatische Horizontalsonnenuhr
 bezeichnet „Fecit Joan Engelbrecht Berau:“, o. J. (etwa um 1800). Maße: 175 × 154 mm, Poldreieck 67 mm hoch. Mit Etui. Vgl. E. VON BASSERMANN-JORDAN [17, S. 31 und Abb. 42] und E. ZINNER [282, S. 307—308]. Bild 16.
 Grundplatte ruht auf drei verstellbaren Füßen. Horizontaluhr mit Windrose und Jahreszeitenuhr sowie Öffnung für den verschiebbaren messerförmigen Gnomon der analemmatischen Sonnenuhr. Sonstige Ausführung wie bei Gerät Nr. 35.

- D I 76 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit bedruckten papiernen Zifferblättern und Kompaß
bezeichnet „Verfertigt von David Beringer“, Nürnberg, o. J. (etwa um 1760). Maße: 90 × 57 × 8 mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 247] und H. GRÖTZSCH [99, S. 147]. Bild 12a.
Ia: leer. Ib: Vertikaluhr mit Polfadenhalterung für 36°–55°, eingerichtet auf 54°. IIa: Horizontaluhr für 40°, 45°, 50° und 55° und Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa –15°). IIb: Polhöhenangaben.
- D I 77 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß
o. Hersteller und o. J. (Äquatorialuhr etwa 18. Jh., Kompaß etwa 19. Jh.). Maße: 58 × 55 × 11 mm.
Grundplatte ruht auf der Kompaßbüchse. Kompaß mit bedruckter papierner Windrosenteilung (360°; Ost mit „E“, Rose mit „Germany“ bezeichnet) und Mißweisungspfeil (–10°). Äquatorialuhr mit Zifferblattring, Polstab und PolhöhenEinstellung.
- D I 78 Achteckige messingne horizontale Reisesonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „Langlois A Paris Aux Galleries du Louvr[e]“, d. i. CLAUDE LANGLOIS (arbeitete etwa von 1730–1750), o. J. (etwa um 1730). Maße: 72 × 64 × 9 mm. Mit Etui. Vgl. M. DAUMAS [59, S. 341–343] und Gerät Nr. 13. Bild 11a.
Horizontaluhr für 43°, 46°, 49° und 52° mit verstellbarem und abklappbarem Poldreieck, dessen Halterung in Form eines Vogels gestaltet ist. Schnabelspitze dient als Zeiger für die Polhöhenkala. Kompaß mit steiliger Windrose in französischer Beschriftung. Mißweisung etwa –14°. Unterseite enthält Polhöhenangaben (in Graden und Minuten).
- D I 79 Viereckige messingne Horizontalsonnenuhr
bezeichnet „Fecit Joan Engelbrecht Beraunae in Bohemia 1800“. Maße: 141 × 127 mm. Mit Etui. Vgl. E. ZINNER [282, S. 307].
Ausführung wie bei Gerät D I 74, jedoch ohne analemmatische Sonnenuhr. Außerdem ist ein punktiertes Liniennetz für die Stunden seit Sonnenaufgang bzw. -untergang sowie für die Tages- und Nachtlängen vorhanden.
- D I 80 Ovale messingne vergoldete Büchsen-sonnenuhr mit Kompaß
o. Hersteller, vermutlich von SALOMON KRIGNER (um 1700) aus Marienburg bzw. Warschau, o. J. (etwa um 1700). Maße: 80 bzw. 55 mm Durchmesser, 14 mm hoch. Vgl. E. ZINNER [282, S. 420–421]. Bild 8a.
Büchse enthält eine Äquatorialuhr mit offenem silbernem Zifferblatt-

ring und einem drehbaren, lotartigen Polstab. PolhöhenEinstellung erfolgt durch Federwerk auf mechanischem Wege. Außerdem ist ein Lot mit abklappbarer Halterung angebracht. Der Kompaß besitzt eine 4teilige Windrose. Mißweisung etwa -21° . Im Deckel ist eine Monduhr untergebracht. (Ein nahezu gleiches Gerät, das mit „Salomon Krigner Marienburg“ signiert ist, befindet sich z. B. in der Zeiß-Sammlung wissenschaftlicher Instrumente in Jena.)

- D I 81 Messingne Ringsonnenuhr
o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: Durchmesser 98 bzw. 84 mm, Ringbreite 6 mm.
Zweikreisinstrument mit Monatschieber. Haltering und Öse fehlen.
- D I 82 Viereckige messingne äquatoriale Tischsonnenuhr mit Kompaß
o. Hersteller und o. J. (um 1820). Maße: 103×80 mm, etwa 108 mm hoch. Bild 17b.
Grundplatte mit zwei Stellschrauben und Libelle zur Horizontierung. Äquatorialuhr mit offenem Zifferblattring, linealartigem Polstab und PolhöhenEinstellung. Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa -18°).
- D I 83 Viereckige messingne Horizontalsonnenuhr (Zifferblatt)
bezeichnet „Fecit Johann Engelbrecht Beraunensis 1793“. Maße: 150×126 mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 307].
Gestaltung des Zifferblattes wie bei den Geräten D I 74 und 79, mit punktiertem Liniennetz für die Stunden seit Sonnenaufgang usw. Pol-dreieck und Fußschrauben fehlen.
- D I 85 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit bedruckten papiernen Zifferblättern und Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa 18./19. Jh.). Maße: $96 \times 61 \times 17$ mm.
Ia: leer. Ib: Vertikaluhr mit Polfadenthalterung für 34° — 56° , eingerichtet auf 52° Polhöhe. IIa: Horizontaluhr für 45° , 50° und 55° und Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa -12°), Windrosenstern, Steilige Windrose in englischer Beschriftung. IIb: Polhöhenangaben.
- D I 86 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit bedruckten papiernen Zifferblättern und Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa 18./19. Jh.). Maße: $86 \times 54 \times 16$ mm.
Ia: leer. Ib: Vertikaluhr mit Polfadenthalterung für 35° — 55° , eingerichtet auf 51° Polhöhe. IIa: Horizontaluhr für drei unbezeichnete Polhöhen und Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa -13°). Windrosen-

stern, Steilige Windrose in deutscher Beschriftung. IIb: Polhöhenangaben (unleserlich).

- D I 87 Viereckige messingne Horizontalsonnenuhr
bezeichnet „Fecit Johann Engelbrecht Beraun: 1792“. Maße: 130 × 118 mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 307].
Ausführung wie bei den Geräten D I 74, 79, 83, jedoch ohne punktiertes Stundenliniennetz der Temporalstunden.
- D I 88 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa 18. Jh.). Maße: 70 × 52 × 20 mm.
Ia: leer. Ib: Vertikaluhr mit Polfaden und Fadenlot. IIa: Horizontaluhr mit Kompaß und 4teiliger Windrose (Mißweisung etwa -13°).
IIb: leer.
- D I 89 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „Lor[enz] Graßl“ aus Augsburg, o. J. (etwa um 1775).
Maße: Grundplatte 59 × 55 × 9 mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 325 bis 326].
Äquatorialuhr mit Zifferblattring, Polstab und PolhöhenEinstellung.
Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa -16°) und 4teiliger Windrose.
(Kompaßnadel neuerer Herkunft, etwa 19. Jh.)
- D I 90 Achteckige messingne horizontale Reisesonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „Bernier AParis“, o. J. (etwa um 1730). Maße: 74 × 62 × 10 mm. Vgl. M. DAUMAS [59, S. 346] und Geräte Nr. 13 und D I 78.
Horizontaluhr mit vier Zifferblättern (ohne Polhöhenangaben), verstellbares und abklappbares Poldreieck wie bei Nr. 13 und D I 78. Unterseite mit Polhöhenangaben (nur in Graden). Ausführung einfacher und etwas gröber als bei den genannten Vergleichsgeräten. Kompaß mit 4teiliger Windrose (Mißweisung etwa -14°).
- D I 91 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „Johān Schrettegger in Augsburg“, o. J. (etwa nach 1790).
Maße: 58 × 56 × 10 mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 530] und Gerät Nr. 10.
Äquatorialuhr mit Zifferblattring, Polstab und PolhöhenEinstellung.
Abklappbares geschoßförmiges Lot und Kompaß mit Mißweisungspfeil (etwa -22°).
- D I 92 Runde Horizontalsonnenuhr auf Marmorplatte mit messingner Mittagskanone
o. Hersteller und o. J. (etwa 1780). Maße: Grundplatte 205 mm, Instrument etwa 203 mm hoch. Bild 15.

Horizontaluhr (4—12—8). beziffert nur für 6—12—6 und mit der Polhöhenangabe „51 13 42“ (Grad:Min:Sek), etwa für die geographische Breite von Düsseldorf. Poldreieck ist feststehend. Mittagskanone wird mittels eines Brennglases gezündet, das, um eine horizontale Achse drehbar, in zwei in Meridianrichtung schwenkbaren Trägerstützen gelagert ist (ähnlich einem Passageinstrument) und auf die Mittagshöhen der Sonne eingestellt werden kann. (Vgl. zur Lagerung des Brennglases auch E. W. VON TSCHIRNHAUS [256, Taf. 21].)

- D I 93 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit Kompaß
o. Hersteller und o. J. (etwa um 1720). Maße: $66 \times 46 \times 16$ mm. Bild 12b.
Ia: leer. Ib: Vertikaluhr mit Loch zum Ablesen von Kompaßnord.
IIa: Horizontaluhr und Kompaß mit 4teiliger Windrose. Mißweisung etwa -26° (!), Kompaßbüchse möglicherweise unbeabsichtigt verdreht.
IIb: leer.
- D I 94 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „Johann Willebrand in Augspurg 48“, o. J. (etwa um 1720). Maße: Grundplatte 54×51 mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 590—592] und die Geräte Nr. 8 und 9. Bild 11b.
Kompaß mit 5° -geteilter Windrose auf einem Zwischenteilkreisring mit doppelter $0^\circ-90^\circ-0^\circ$ -Teilung, beziffert nur alle 30° . Fester Mißweisungspfeil (-9°). Äquatorialuhr mit versilbertem Zifferblattring, innenseitig beziffert 3—12—9, Polstab und PolhöhenEinstellung. Auf Geräteunterseite Herstellervermerk und Polhöhenangaben. Sonstige Ausführung wie bei Nr. 8 und 9.
- D I 95 Viereckige hölzerne Klappsonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „ICR 1798“. Maße: $76 \times 54 \times 15$ mm.
Ia: leer. Ib: Vertikaluhr mit Fadenlot. IIa: Horizontaluhr mit Kompaß und Mißweisungspfeil (etwa -15°).
- D I 96 Achteckige messingne äquatoriale Reisesonnenuhr mit Kompaß
bezeichnet „IGV“, d. i. JOHANN GEORG VOGLER (gest. 1765) aus Augsburg, Bruder von ANDREAS VOGLER (gest. 1808), o. J. (um 1760). Maße: $67 \times 65 \times 9$ mm. Vgl. E. ZINNER [282, S. 572]. Bild 8b.
Grundplatte auf 3 festen Füßen ruhend. Kompaß mit 4teiligem Windrosenstern und Mißweisungspfeil (etwa -20°). Äquatorialuhr mit Zifferblattring, beziffert III—XII—IX, Polstab, PolhöhenEinstellung und Lotgestell mit Lot. (Letzteres wurde restauriert.)

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Instrumente aus dem Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden-Zwinger

Bild 1	a) Universal-Sonnen- und Nachtuhr, 1514 (D I 65)	146
	b) Unterseite mit Sonnenquadranten	147
Bild 2	Sonnenuhr-Skaphe, 1561 (D I 12)	148
Bild 3	Horizontal-Sonnenuhr mit Türkenfigur von CHR. SCHISSLER, 1562 (D I 37) .	149
Bild 4	a) Universal-Zirkelinstrument mit Sonnenuhr von CHR. SCHISSLER, 1566 (D I 58)	150
	b) Horizontal-Sonnenuhr von H. GÖBE, um 1560 (D I 63)	151
Bild 5	a) Stern- und Universaluhr, vermutl. von E. HABERMEL, um 1600 (D I 1) ..	152
	b) Rückseite mit Planetenstundentafel	153
Bild 6	Horizontal-Sonnenuhr von CHR. TRECHSLER, 1611 (D I 52)	154
Bild 7	a) Klappsonnenuhr aus Elfenbein, um 1630 (D I 62)	155
	b) Oberseite mit Windrose	156
Bild 8	a) Äquatorial-Sonnenuhr, um 1700 (D I 80)	157
	b) Äquatorial-Taschensonnenuhr von J. G. VÖGLER, um 1760 (D I 96)	158
Bild 9	Ring-Sonnenuhr von ODELEM, um 1720 (D I 61)	159
Bild 10	Horizontal-Sonnenuhr auf Solnhofener Schiefer von J. M. F. TEXTOR, um 1730 (D I 66)	160
Bild 11	a) Horizontal-Taschensonnenuhr von CL. LANGLOIS, um 1730 (D I 78)	161
	b) Äquatorial-Taschensonnenuhr von J. WILLEBRAND, um 1720 (D I 94) ...	162
Bild 12	a) Horizontal-Taschensonnenuhr von D. BERINGER, um 1760 (D I 76)	163
	b) Horizontal-Taschensonnenuhr, um 1720 (D I 93)	164
Bild 13	Äquatorial-Sonnenuhr aus der LÖSER-Werkstatt, um 1760 (D I 7)	165
Bild 14	Äquatorial-Sonnenuhr, um 1750 (D I 69)	166
Bild 15	Horizontal-Sonnenuhr mit Mittagskanone, um 1780 (D I 92)	167
Bild 16	Analemmatische Horizontal-Sonnenuhr von J. ENGELBRECHT, um 1800 (D I 74)	168
Bild 17	a) Horizontal-Büchsenonnenuhr, um 1850 (D I 68)	169
	b) Äquatorialsonnenuhr, um 1820 (D I 82)	170
Bild 18	Astrolabium von J. PRÄTORIUS, 1568 (C II 3)	171

Instrumente aus der Hellmannschen Sammlung im Geomagnetischen Institut Potsdam

Bild 19	Entwurf von Sonnenuhrzifferblättern	172
	a) Fundamentaldreieck	172
	b) Sonnenuhrzifferblätter für 50° Polhöhe	172
Bild 20	a) Klappsonnenuhr aus Elfenbein von H. TUCHER, 1579 (Nr. 1)	173
	b) Oberseite mit Windrose und Monduhr	173
Bild 21	a) Klappsonnenuhr aus Elfenbein von H. TROSCHEL, 1601 (Nr. 2)	174
	b) Oberseite mit Windrose	174
Bild 22	a) Klappsonnenuhren aus Elfenbein von H. LÖSEL, 1610 (linke Abb.) (Nr. 4) und von L. MILLER, 1634 (rechte Abb.) (Nr. 5)	175
	b) Blick auf die Vertikaluhr der Sonnenuhr von L. MILLER (Nr. 5)	175

Bild 23	a)	Äquatorial-Taschensonnuhr von J. WILLEBRAND, um 1720 (Nr. 8)	176
	b)	Unterseite mit Federwerk und Stellhebel für Mißweisungs- pfeil	176
Bild 24	a)	Horizontal-Taschensonnuhr von N. BRON, um 1720 (Nr. 43)	177
	b)	Unterseite mit Polhöhenangaben	177
Bild 25	a)	Äquatorial-Sonnuhr, 18./19. Jh. (Nr. 16)	178
	b)	Horizontal-Sonnuhr, 18. Jh. (Nr. 17)	178
Bild 26	a)	Kompaß aus Holz mit elfenbeinernen Intarsien, 17. Jh. (Nr. 47)	179
	b)	Kompaß aus Messing, 17. Jh. (Nr. 48)	179
Bild 27	a)	Kompaß aus Messing, etwa 18. Jh. (Nr. 49)	180
	b)	Kompaß aus Holz in Handspiegelform von T. VIGNERON, um 1750 (Nr. 51)	180
Bild 28		Chinesischer Kompaß (Querschnitt) (nach [155]) (Nr. 56)	181
Bild 29	a)	Chinesischer Kompaß von FANG HSIU-SHUI, 19. Jh. (Nr. 56)	182
	b)	Chinesische Deutungsscheibe von WU I-HENG, 19. Jh. (Nr. 54)	182
Bild 30	a)	Chinesische Taschensonnuhr von FANG HSIU-SHUI, 19. Jh. (Nr. 30)	183
	b)	Blick auf die Jahreszeitskala	183
Bild 31	a)	Chinesische Klappsonnuhr von FANG HSIU-SHUI, 19. Jh. (Polfaden fehlt) (Nr. 31)	184
	b)	Unterseite mit Herstellervermerk und aufgeklebtem Inventarisierungs- vermerk	184
Bild 32	a)	Persischer Gebetskompaß von M. TÄHIR, um 1670, Kompaß unvollständig (Nr. 53)	185
	b)	Oberseite mit Widmung und Kiblaangaben	185
Bild 33	a)	Gebetskompaß von M. TÄHIR, Unterseite mit Herstellervermerk und Kiblaangaben	186
	b)	Persische Kompaß-Sonnuhr mit Kiblaangaben (E. McCauley-Kollek- tion, San Francisco). Vergleichsinstrument. Wiedergabe erfolgt nach [199, S. 27, Katalog Nr. 309]	186

Die Bildwiedergabe der Potsdamer Instrumente erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Geomagnetischen Instituts Potsdam der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin nach den in [156] gebrachten Abbildungen.

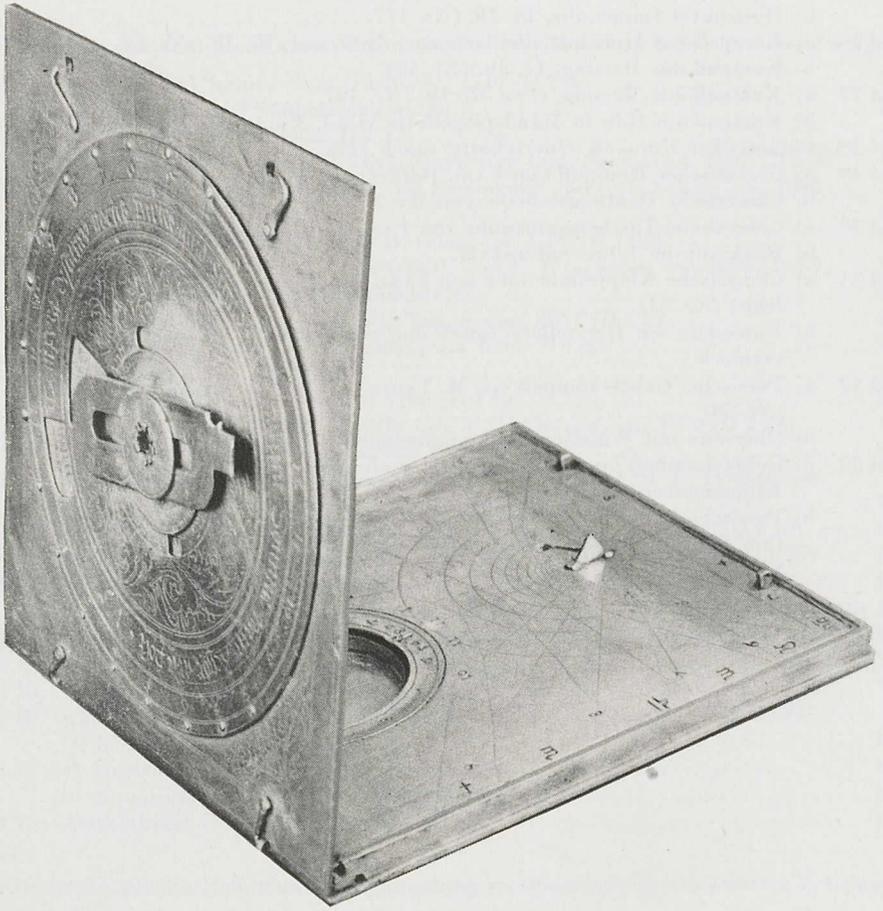


Bild 1a
Universal-Sonnen- und Nachtuhr, 1514 (D I 65)

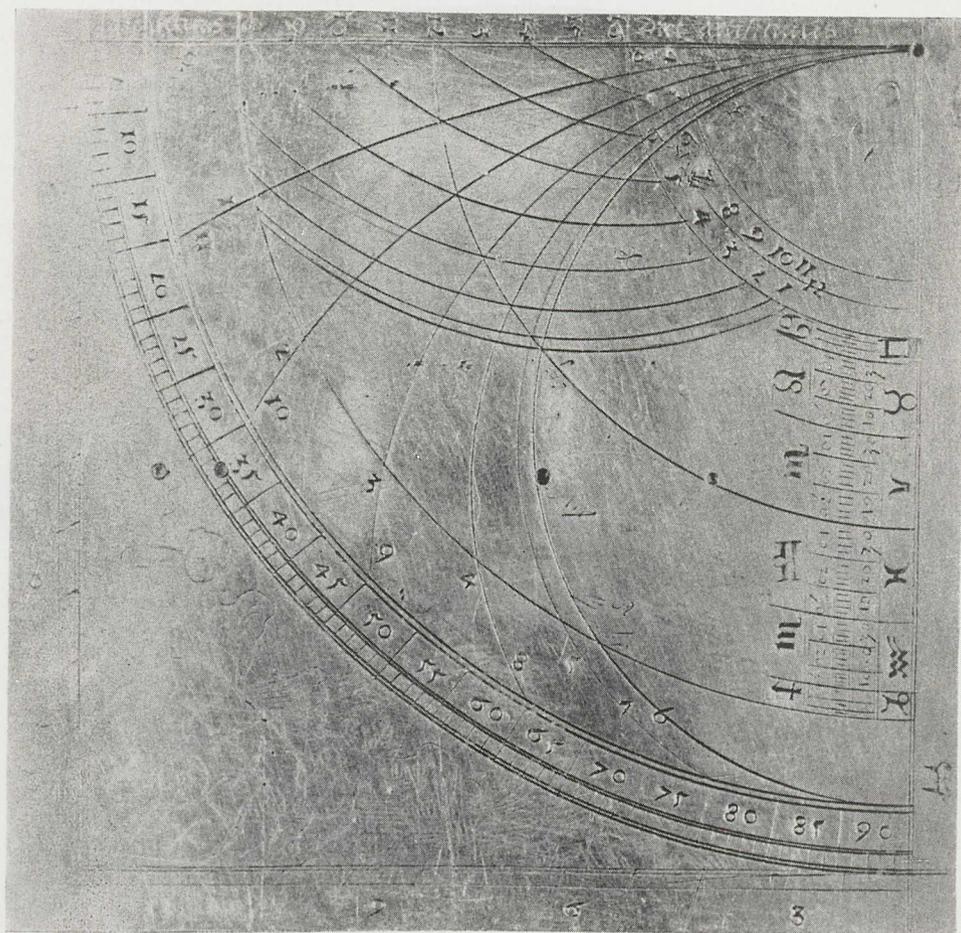


Bild 1b
 Unterseite mit Sonnenquadranten



Bild 2
Sonnenuhr-Skaphe, 1561 (D 1 12)



Bild 3
Horizontal-Sonnenuhr mit Türkenfigur von CHR. SCHISSLER, 1562 (D I 37)

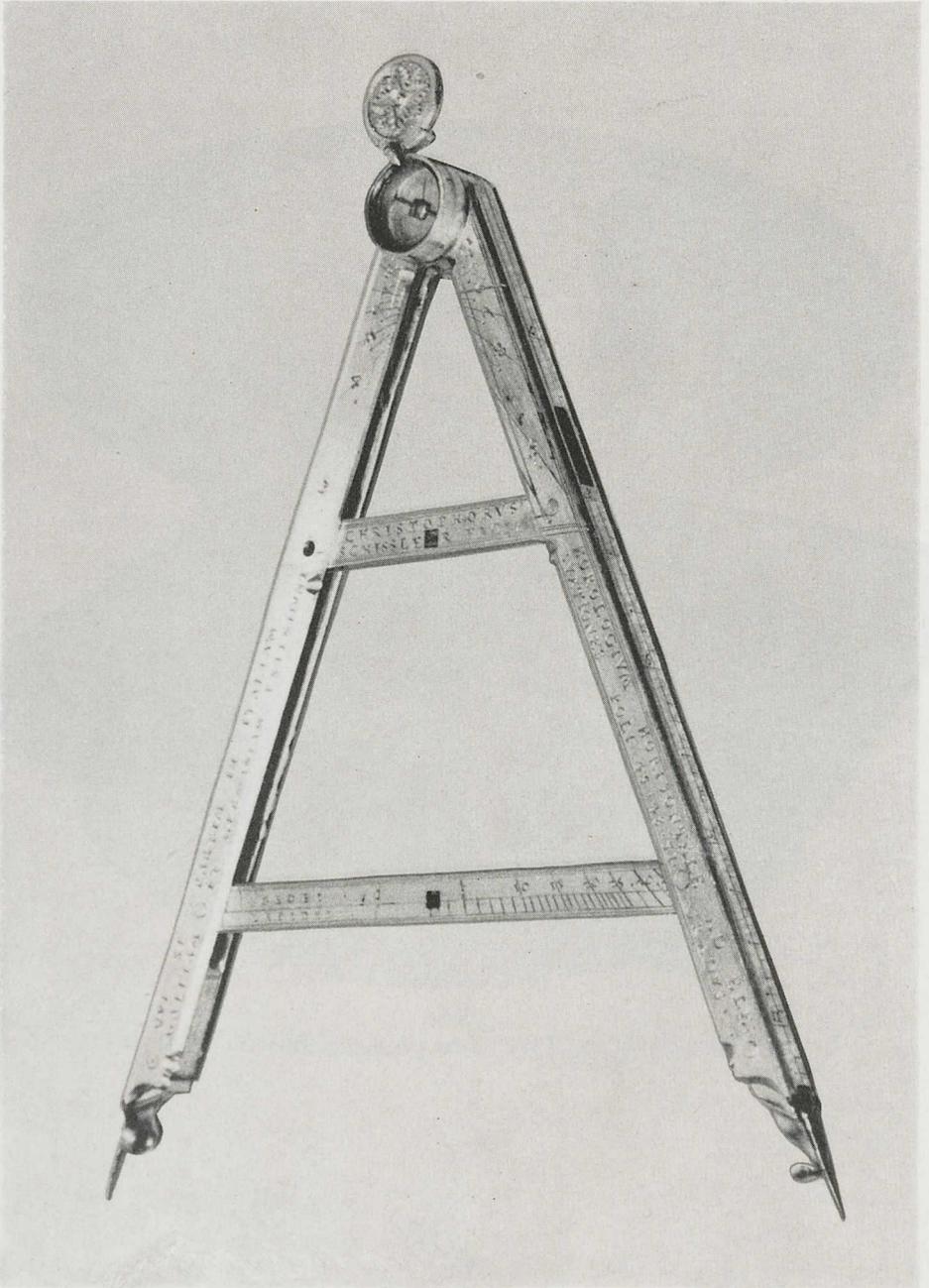


Bild 4a

Universal-Zirkelinstrument mit Sonnenuhr von CHR. SCHISSLER, 1566 (D I 58)

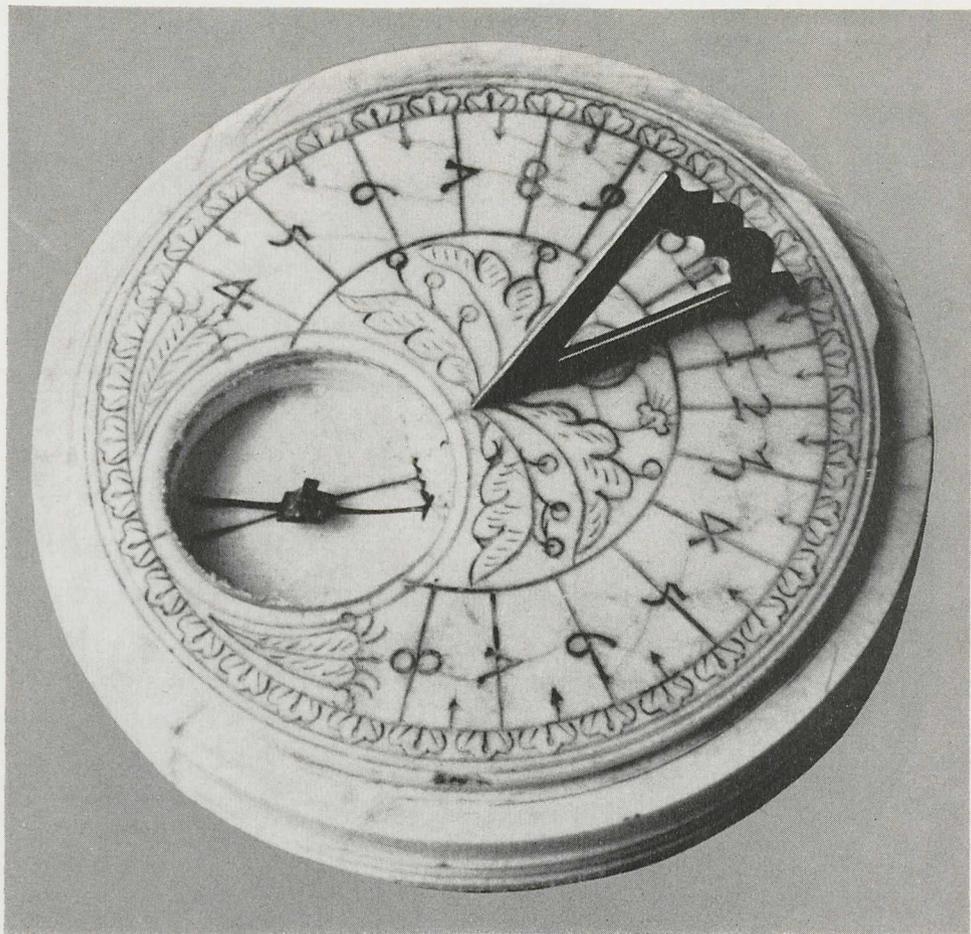


Bild 4b
Horizontal-Sonnenuhr von H. Göbe, um 1560 (D I 63)



Bild 5a
Stern- und Universaluhr, vermt. von E. HABERMEL, um 1600 (D I 1)



Bild 5b
Rückseite mit Planetenstundentafel



Bild 6
Horizontal-Sonnenuhr von CHR. TRECHSLER, 1611 (D I 52)

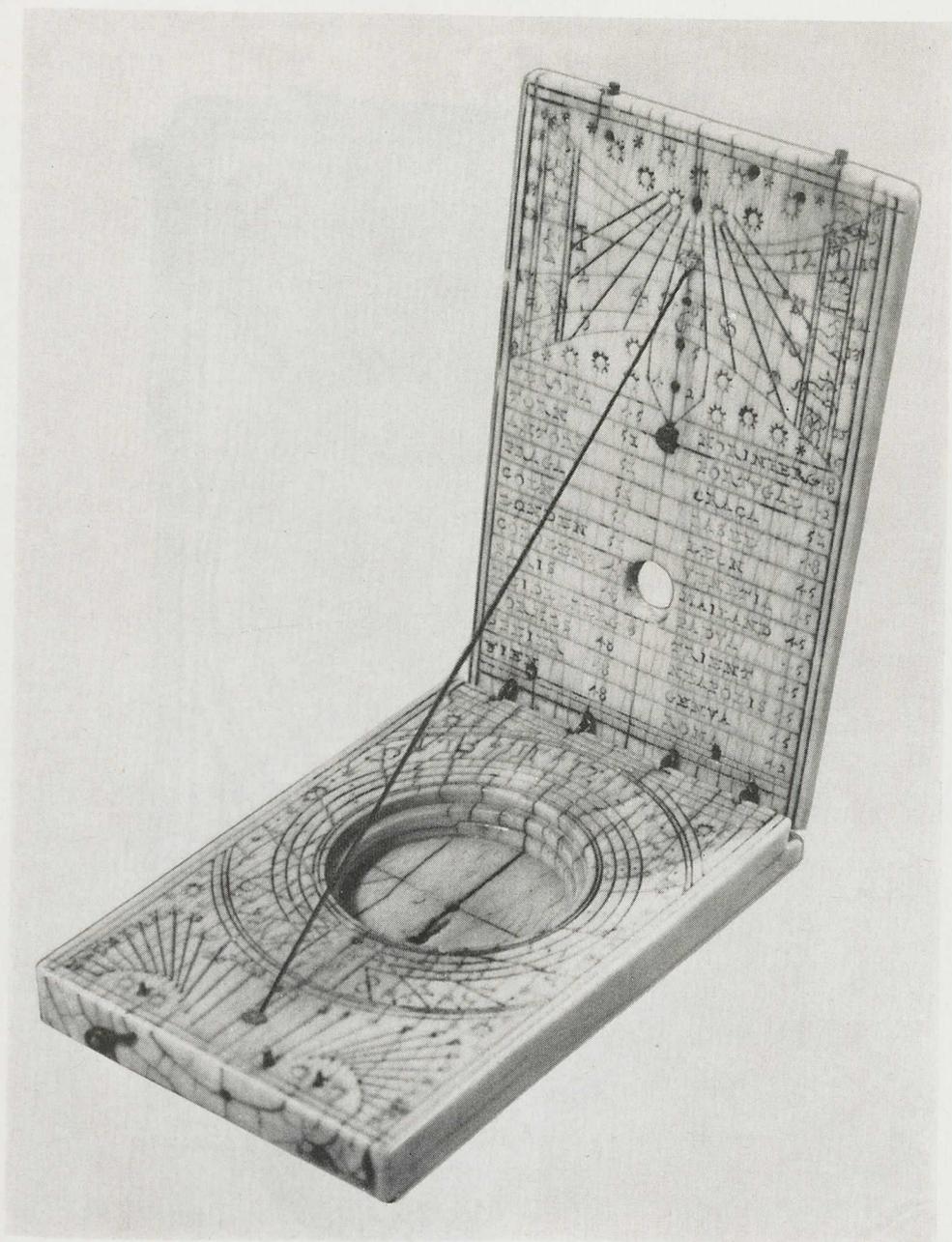


Bild 7a
Klappsonnenuhr aus Elfenbein, um 1630 (D I 62)

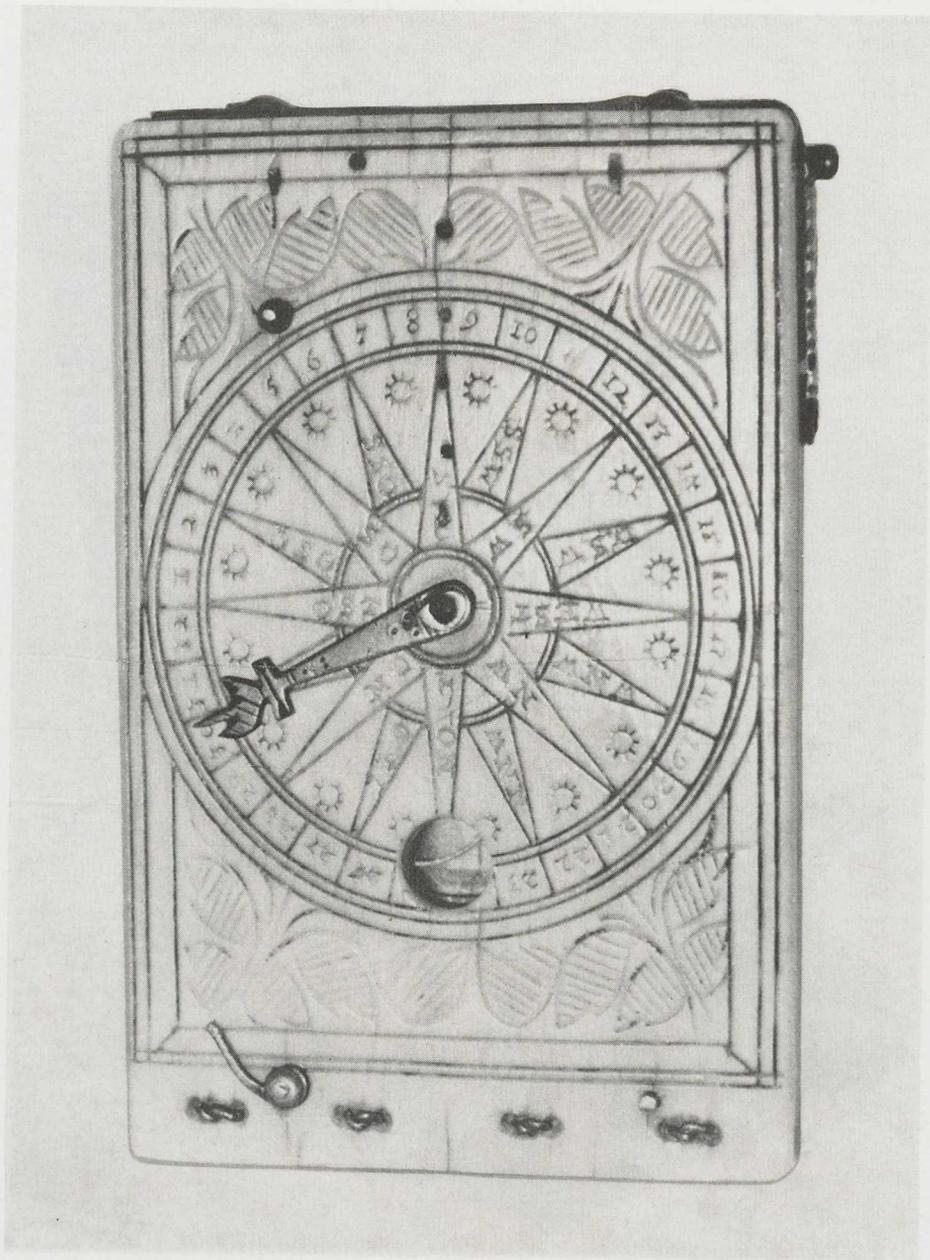


Bild 7b
Oberside mit Windrose



Bild 8a
Äquatorial-Sonnenuhr, um 1700 (D 180)



Bild 8b
Äquatorial-Taschensonnenuhr von J. G. VOGLER, um 1760 (D I 96)



Bild 10

Horizontal-Sonnenuhr auf Solnhofener Schiefer von J. M. F. Textor, um 1730 (D 1 66)

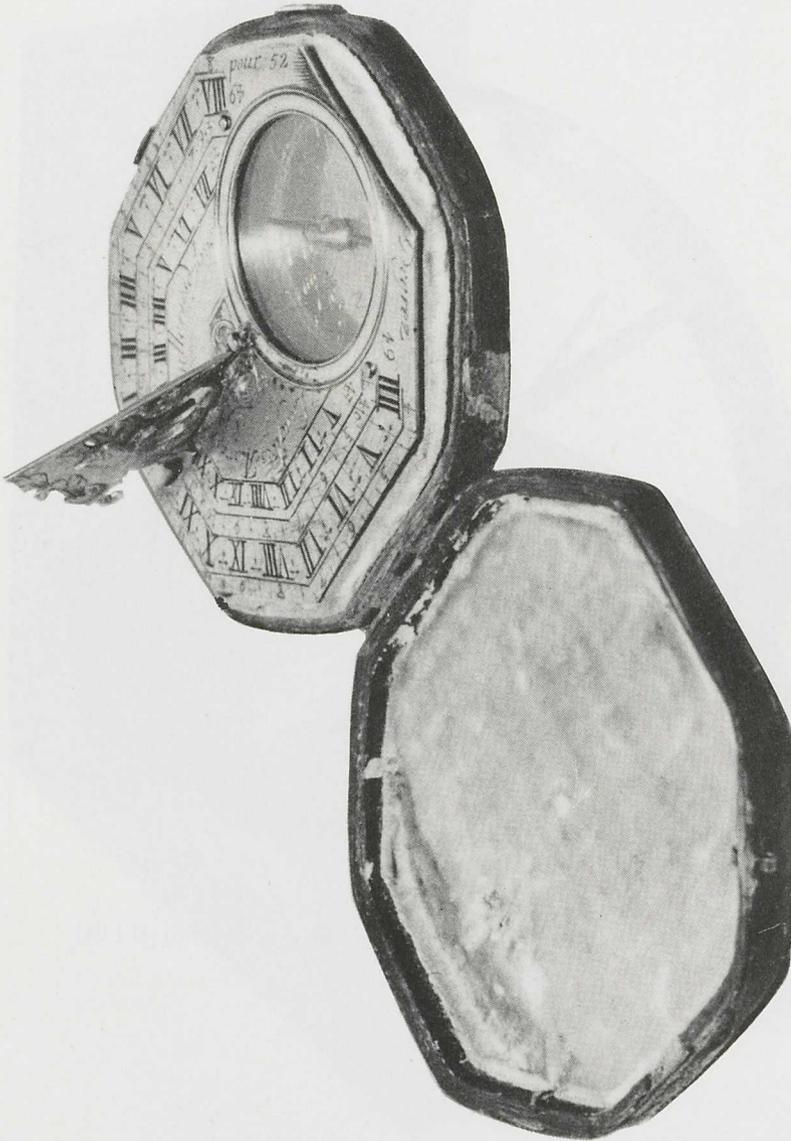


Bild 11a
Horizontal-Taschensonnenuhr von Cl. Langlois, um 1730 (D I 78)

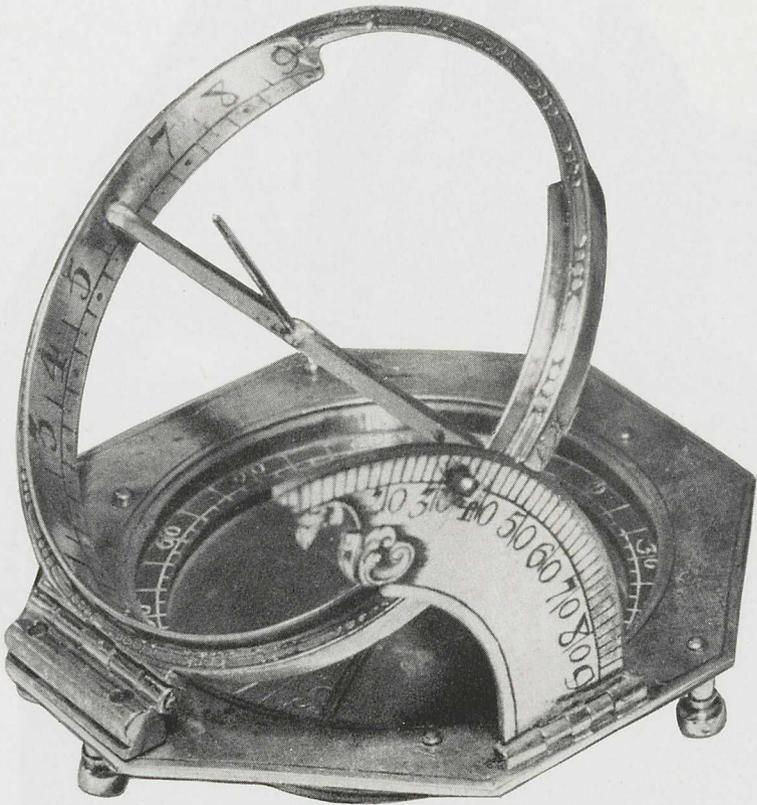


Bild 11b

Äquatorial-Taschensonnenuhr von J. WILLEBRAND, um 1720 (D I 94)

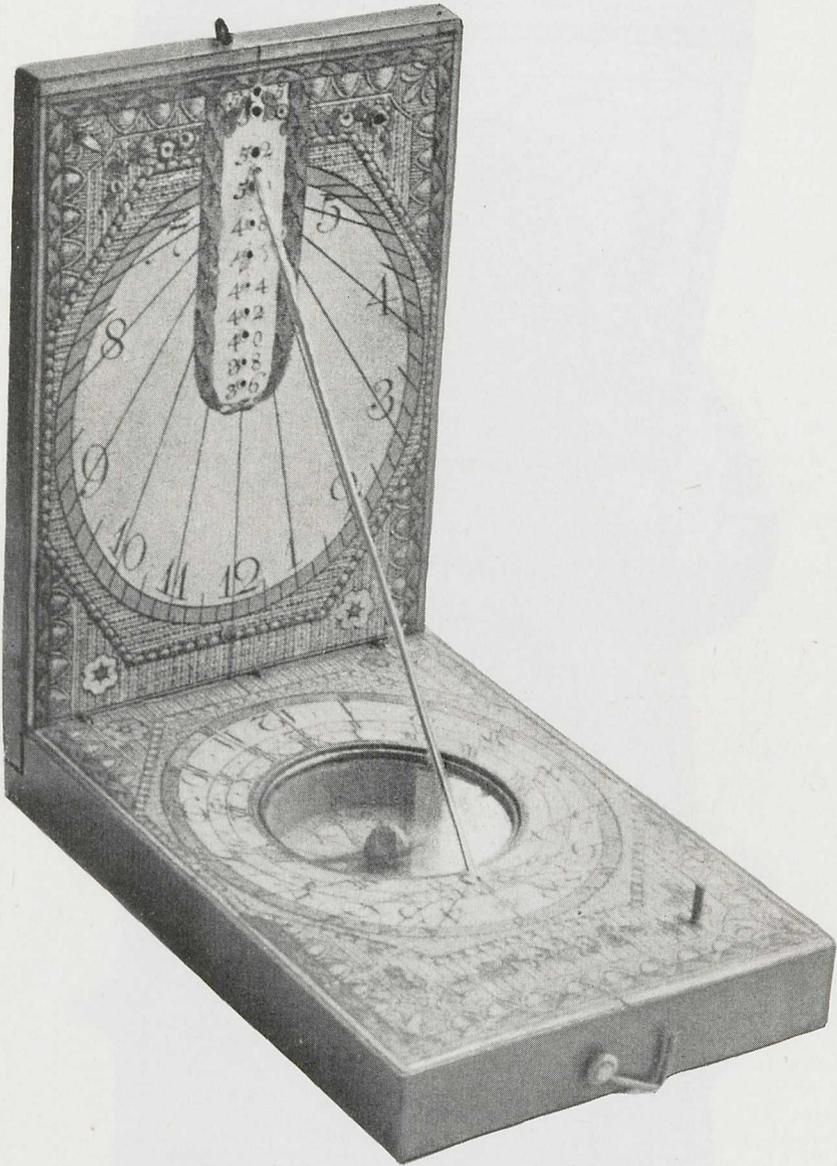


Bild 12a
Horizontal-Taschensonnenuhr von D. BERINGER, um 1760 (D I 76)

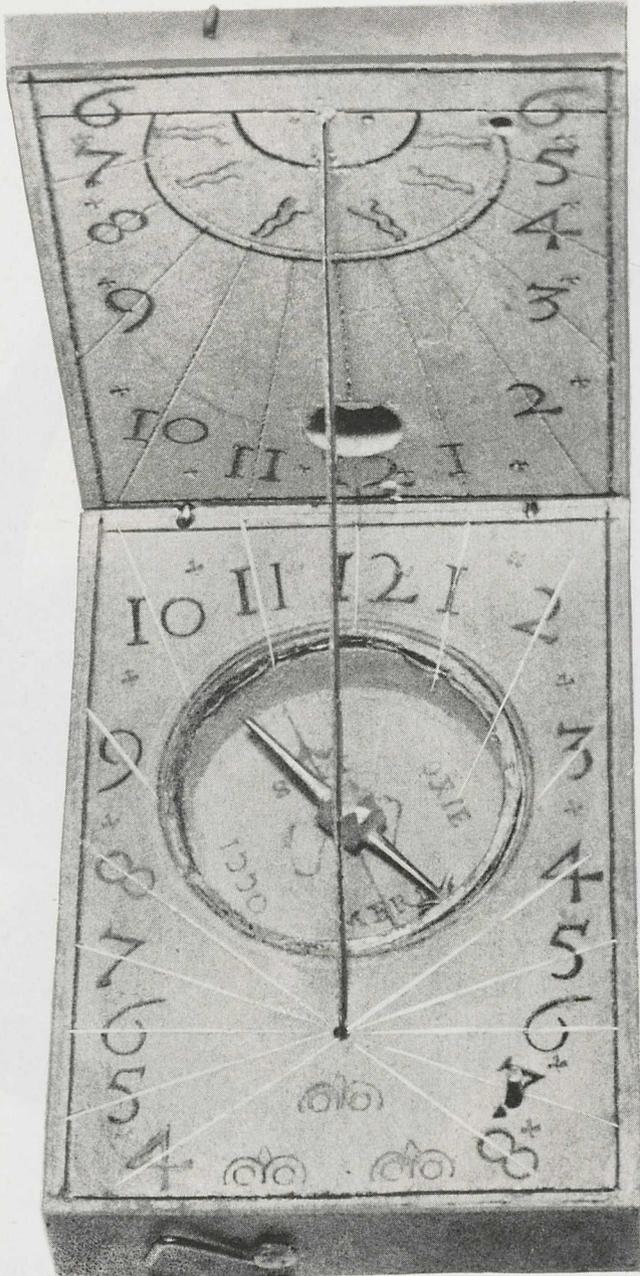


Bild 12b
Horizontal-Taschensonnenuhr, um 1720 (D I 93)

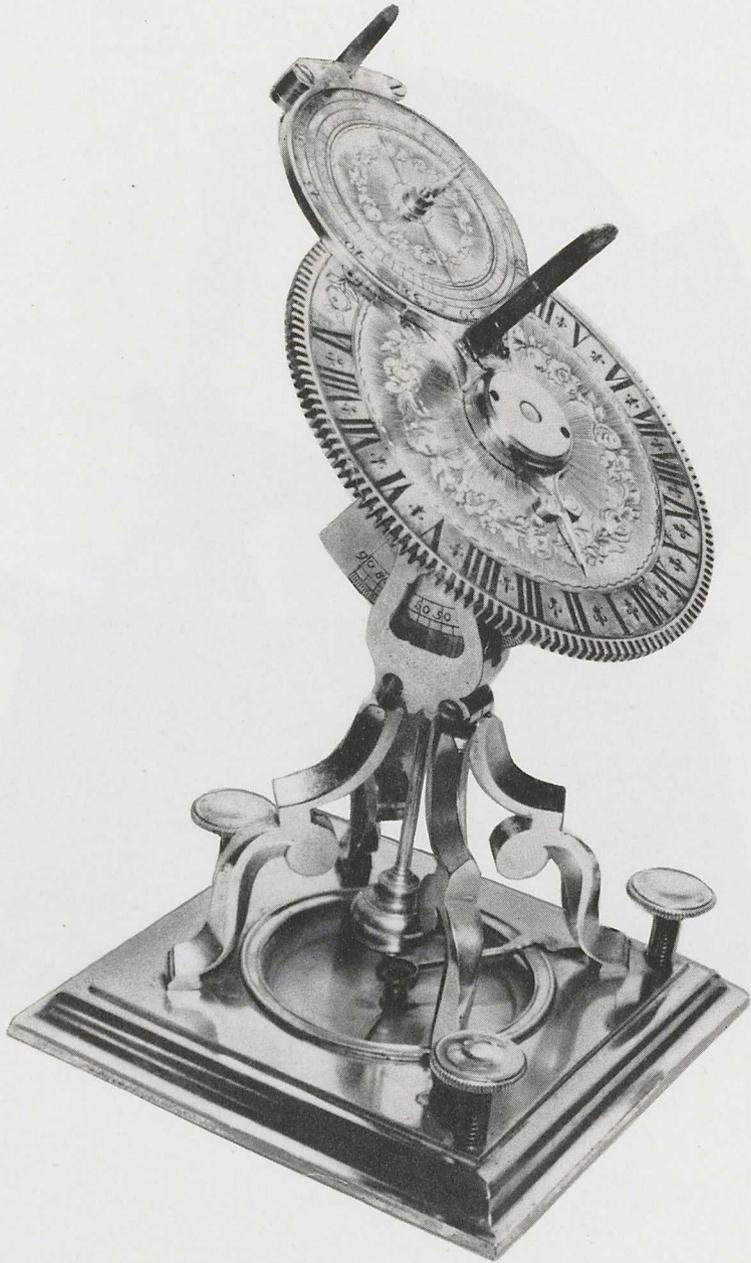


Bild 13

Äquatorial-Sonnenuhr aus der LÖSER-Werkstatt, um 1760 (D I 7)

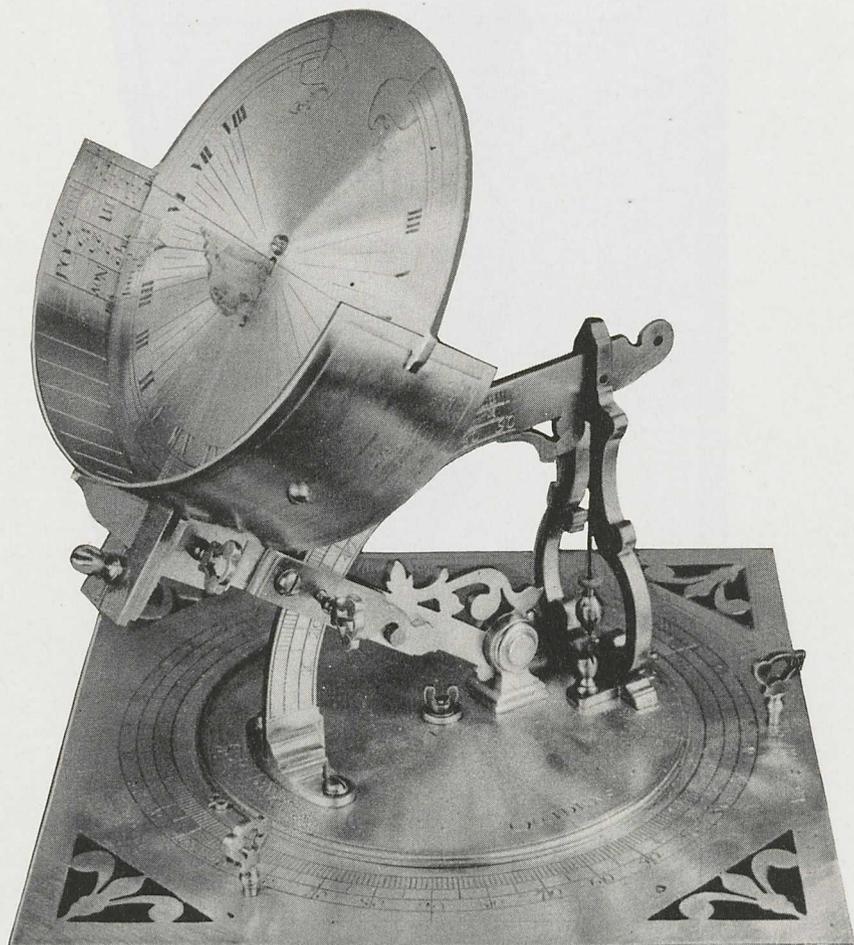


Bild 14
Äquatorial-Sonnenuhr, um 1750 (D I 69)



Bild 15
Horizontal-Sonnenuhr mit Mittagskanone, um 1780 (D I 92)



Bild 16
Analematische Horizontal-Sonnenuhr von J. ENGELBRECHT, um 1800 (D I 74)

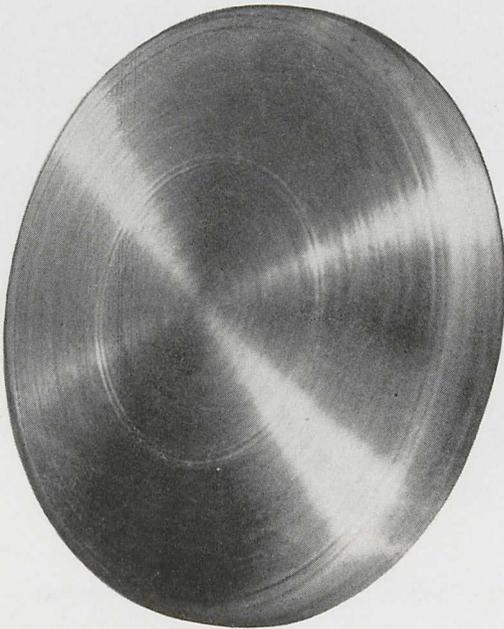


Bild 17 a
Horizontal-BüchSENSonnenuhr, um 1850 (D I 68)

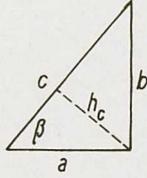


Bild 17b
Äquatorial-Sonnenuhr, um 1820 (D 1 82)



Bild 18
Astrolabium von J. PRÄTORIUS, 1568 (C II 3)

a)



Fundamentaldreieck

$a = r_H$ (r_H Radius der Horizontaluhr)

$b = r_V$ (r_V Radius der Vertikaluhr)

$h_c = r_{A'}$ ($r_{A'}$ Radius der Äquatorialuhr)

c entspricht der Länge des Polfadens

$\beta = \varphi = 50^\circ$

b)

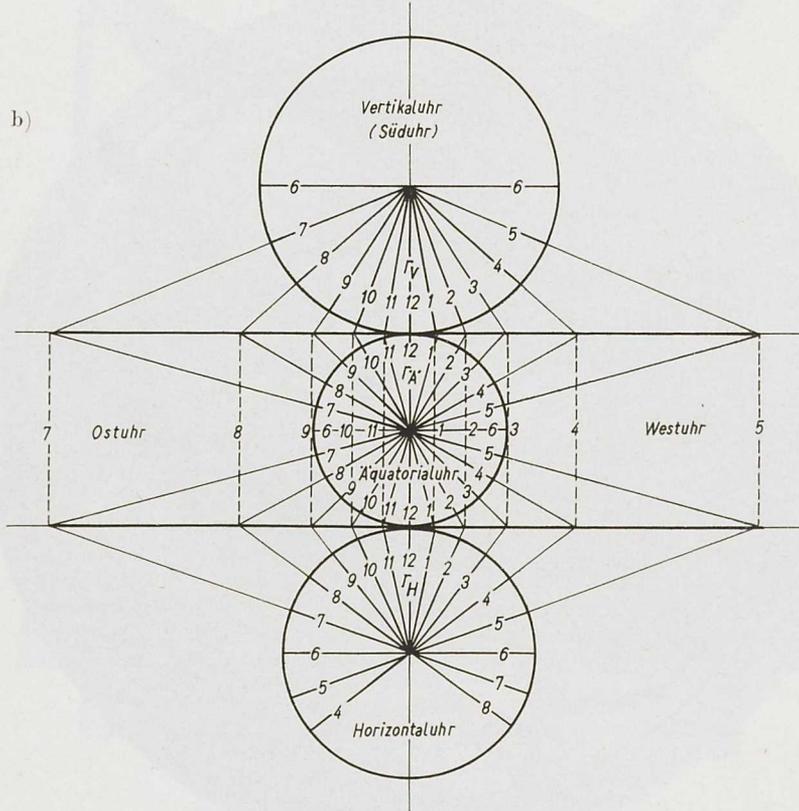


Bild 19

Entwurf von Sonnenuhrzifferblättern

a) Fundamentaldreieck

b) Sonnenuhrzifferblätter für 50° Polhöhe

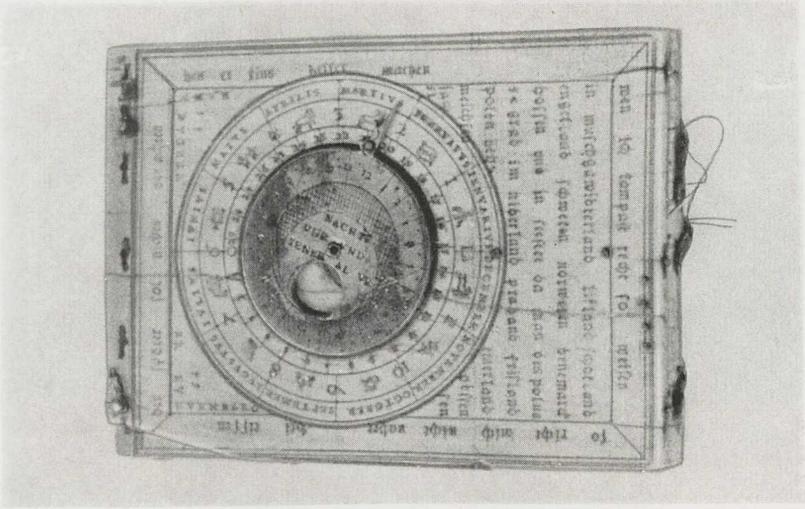


Bild 20b
Oberseite mit Windrose und Monduhr

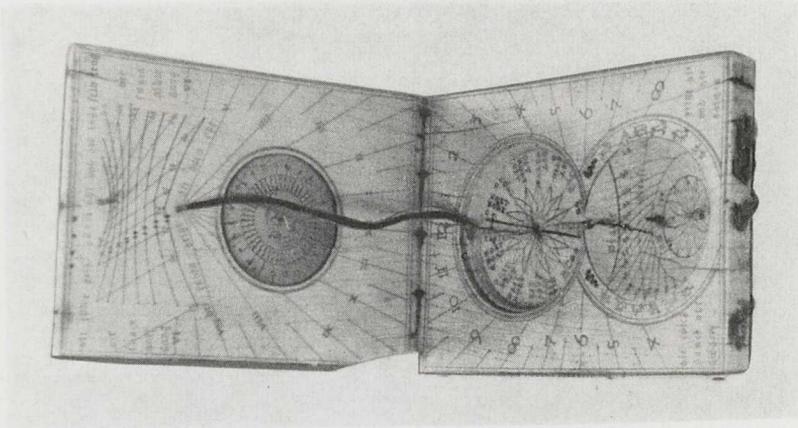


Bild 20a
Klappsonnenuhr aus Elfenbein
von H. TUCHER, 1579 (Nr. 4)

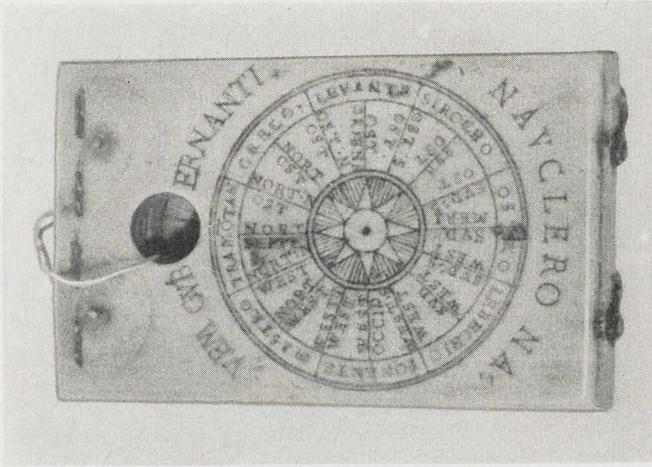


Bild 21b
Oberseite mit Windrose

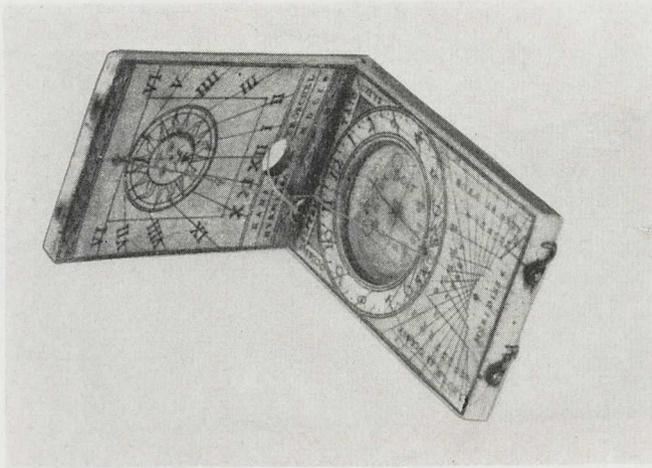


Bild 21a
Klappsonnenuhr aus Elfenbein
von H. Troschel, 1601 (Nr. 2)

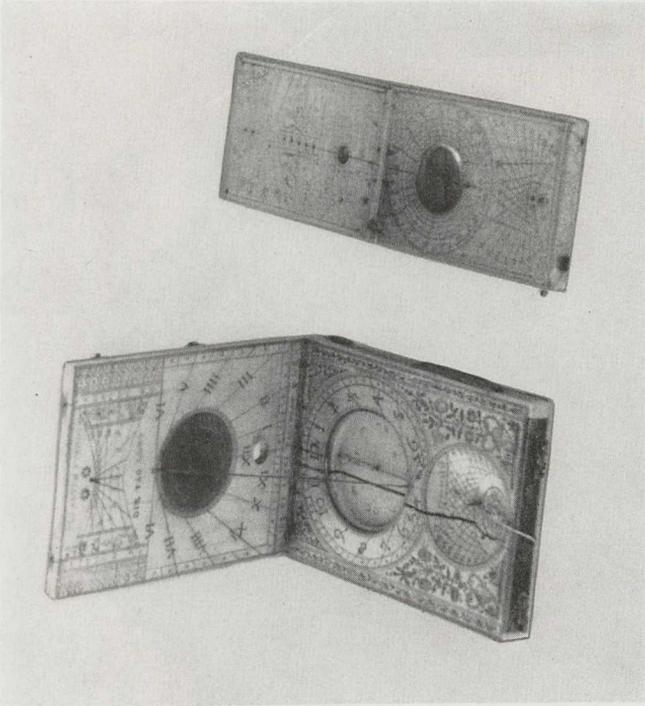


Bild 22 a
 Klappsonnenthren aus Elfenbein von H. Lösel, 1610
 (linke Abb.) (Nr. 4) und von L. Müller, 1634 (rechte Abb.) (Nr. 5)

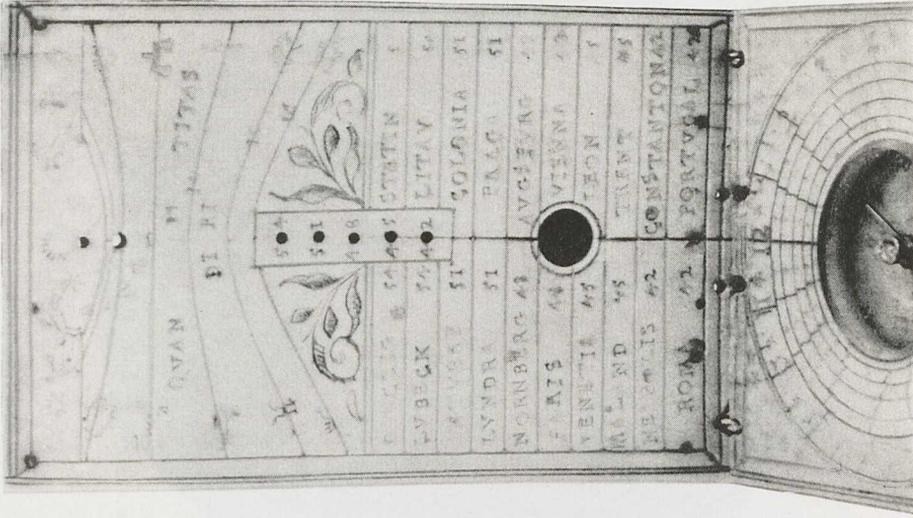


Bild 22 b
 Blick auf die Vertikaluhr der Sonnentuhr von L. Müller (Nr. 5)



Bild 23b
Unterseite mit Federwerk und Stellhebel für Mißweisungspeil



Bild 23a
Äquatorial-Faschensonnenuhr von J. WILLEBRAND, um 1720
(Nr. 8)

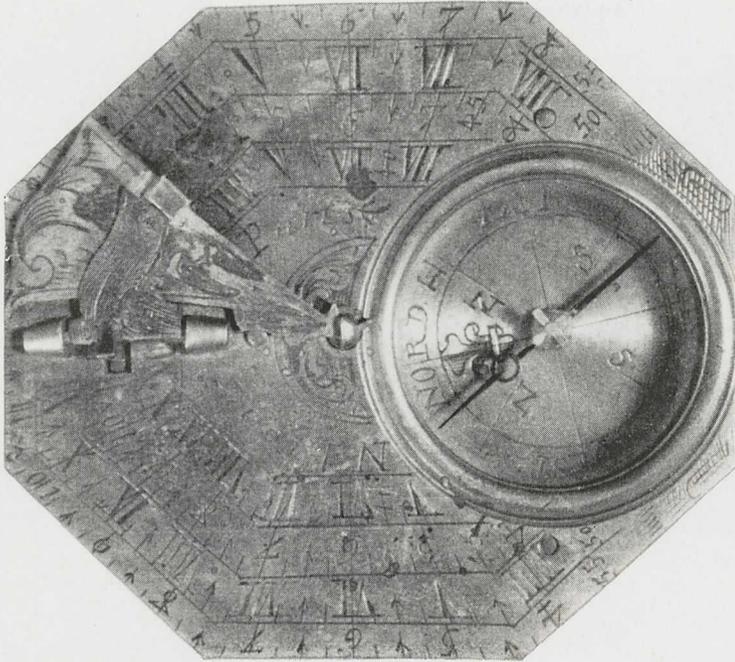


Bild 24a

Horizontal-Taschensonnenuhr von N. Brox, um 1720 (Nr. 13)



Bild 24b

Unterseite mit Polhöhenangaben

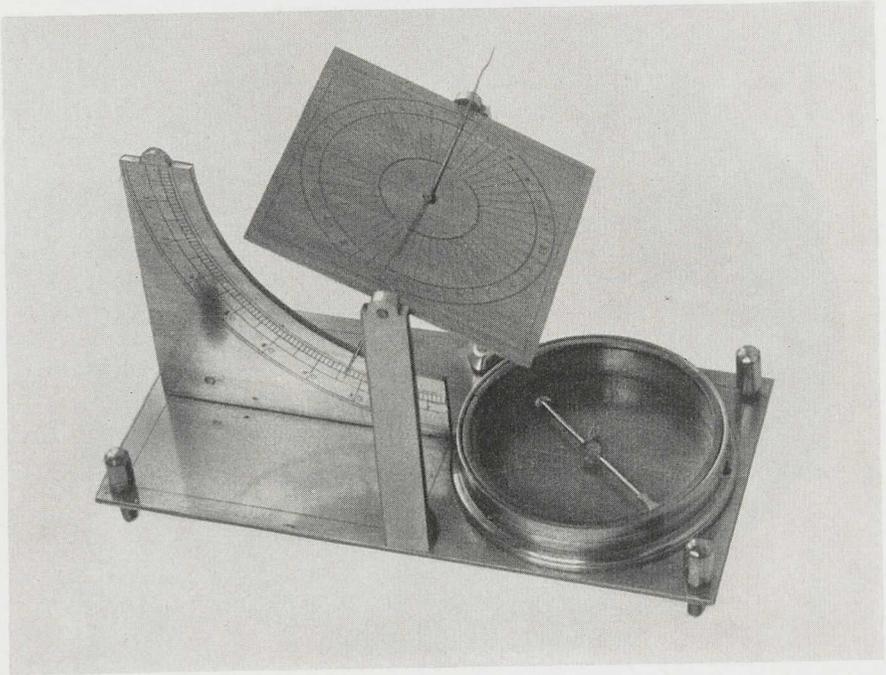


Bild 25 a
Äquatorial-Sonnenuhr, 18./19. Jh. (Nr. 16)

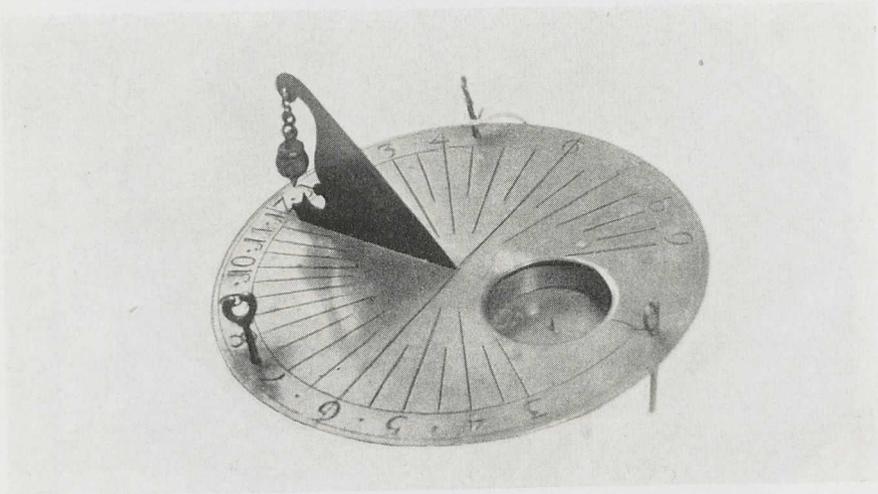


Bild 25 b
Horizontal-Sonnenuhr, 18. Jh. (Nr. 17)

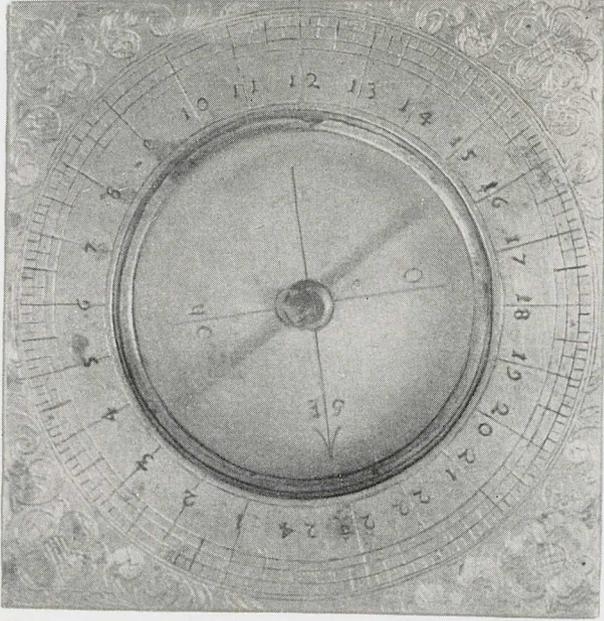


Bild 26b
Kompaß aus Messing, 17. Jh. (Nr. 48)

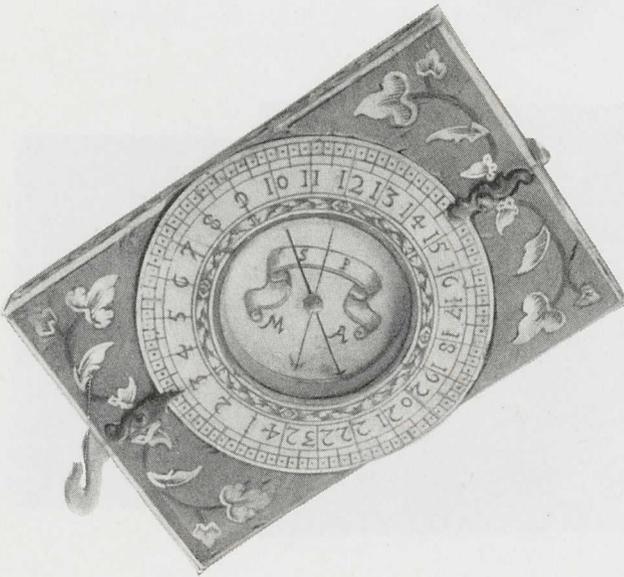


Bild 26a
Kompaß aus Holz mit elfenbeinernen Intarsien,
17. Jh. (Nr. 47)

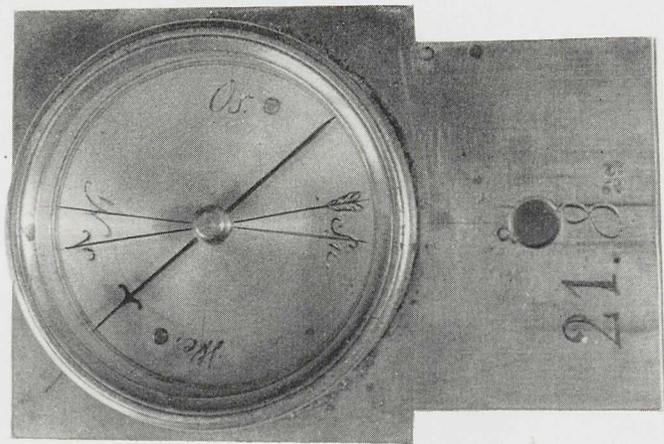


Bild 27a
Kompaß aus Messing, etwa 18. Jh. (Nr. 49)

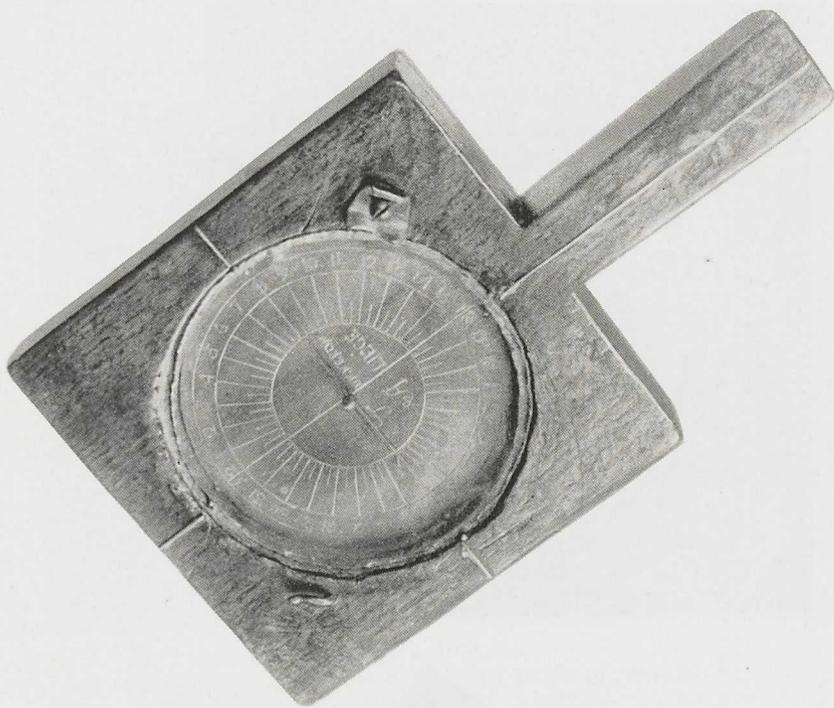


Bild 27b
Kompaß aus Holz in Handspiegelform von T. VIGERON,
um 1750 (Nr. 54)

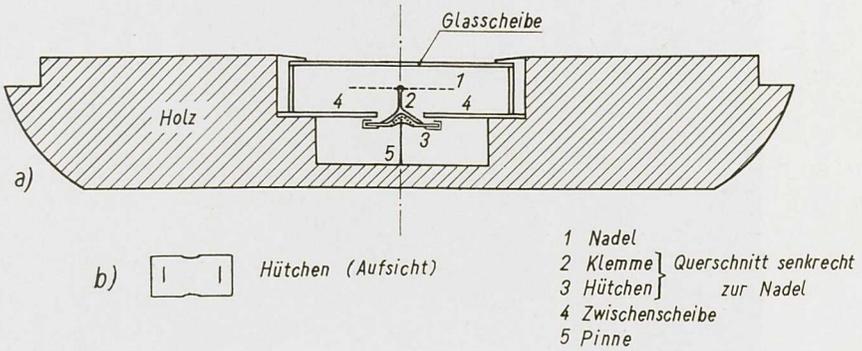


Bild 28
 Chinesischer Kompaß (Querschnitt) (nach [155]) (Nr. 56)
 (Glasscheibe aus Marienglas)

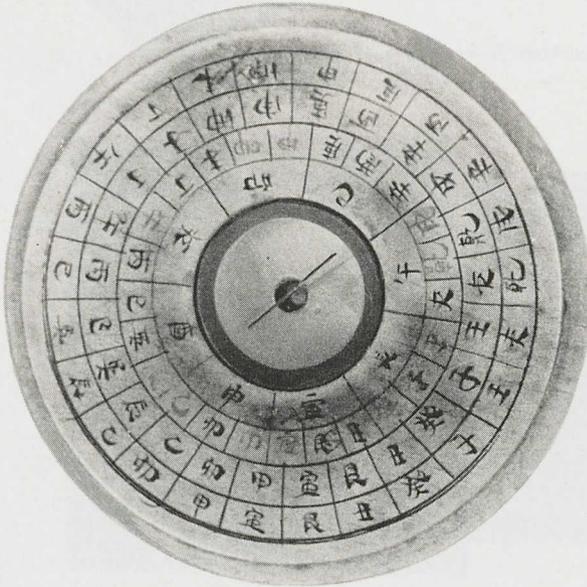


Bild 29a
 Chinesischer Kompaß von FANG Hsü-süei,
 19. Jh. (Nr. 56)

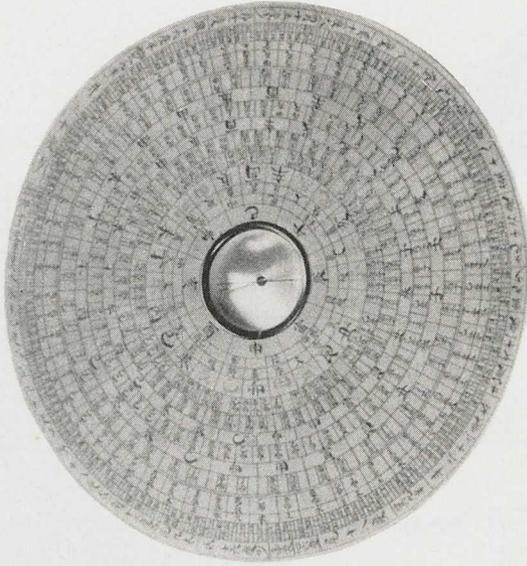


Bild 29b
 Chinesische Deutungsscheibe von WU I-meng,
 19. Jh. (Nr. 54)

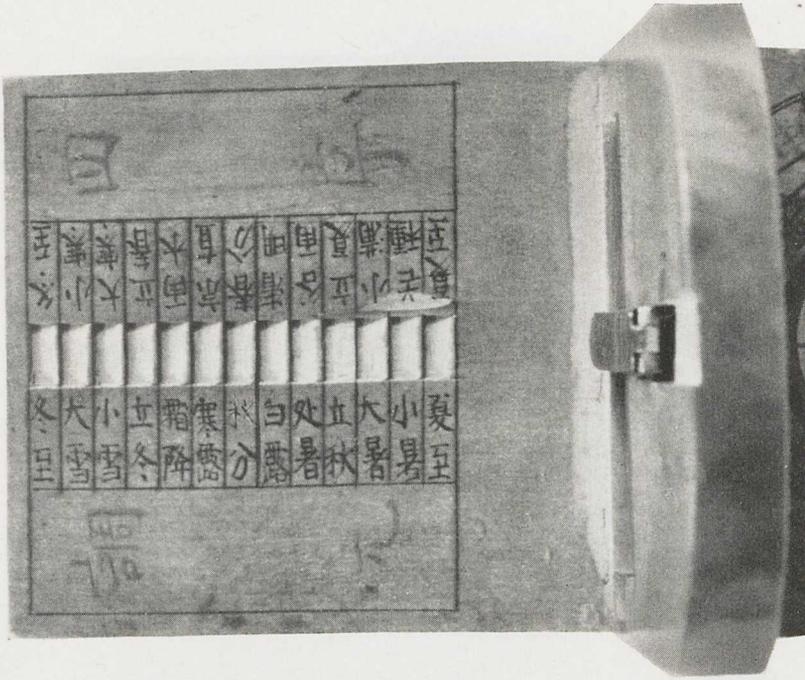


Bild 30b
Blick auf die Jahreszeitskala

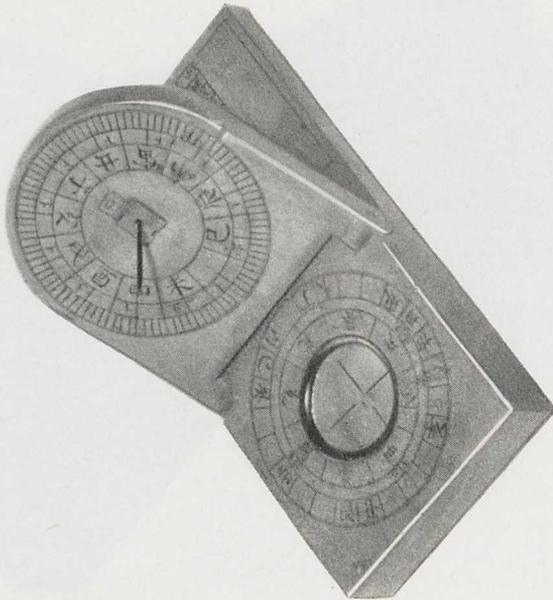


Bild 30a
Chinesische Taschensonnenuhr von Fang Hsu-suui,
19. Jh. (Nr. 30)

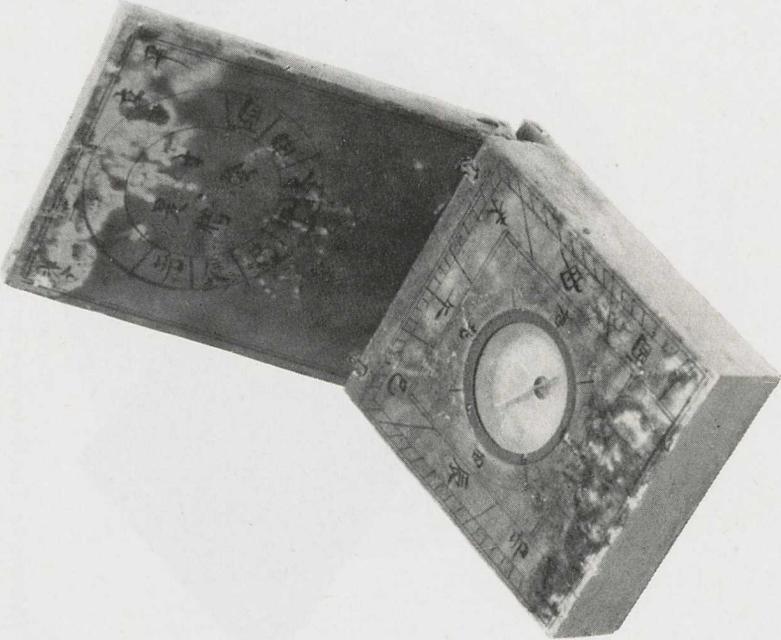


Bild 31a

Chinesische Klappsonnenuhr von Faxg Hstu-suu,
19. Jh. (Polfaden fehlt) (Nr. 31)

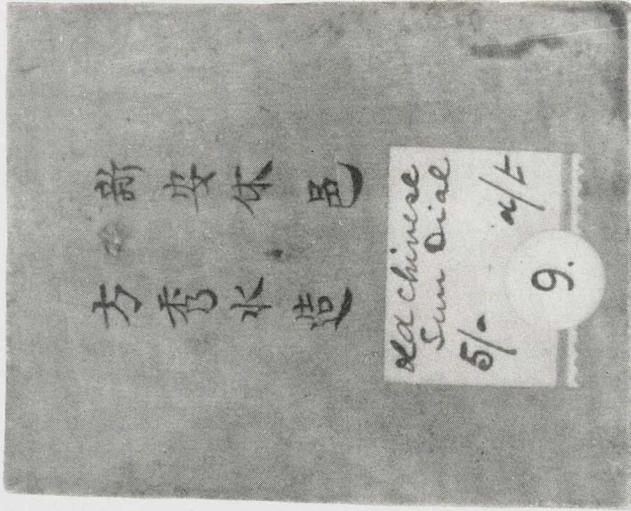


Bild 31b

Unterseite mit Herstellervermerk und aufgeklebtem
Inventarisierungsvermerk



Bild 32 a
 Persischer Gebetskompaß von M. Tahir, um 1670,
 Kompaß unvollständig (Nr. 53)



Bild 32 b
 Oberseite mit Widmung und Kiblaangaben



Bild 33a

Gebetskompaß von M. TAHIR, Unterseite mit Herstellervermerk und Kiblaangaben

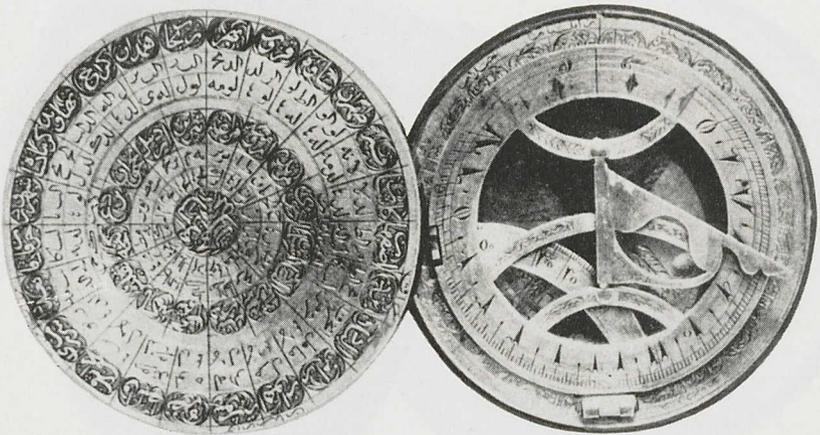


Bild 33b

Persische Kompaß-Sonnenuhr mit Kiblaangaben (E. McCauley-Kollektion, San Francisco
(Wiedergabe nach [199, S. 27])

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] AEPINUS, FRANZ ULRICH THEODOR: Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi. Petersburg 1759. (Russ. Ausgabe Leningrad 1951.)
- [2] ALBERTI, HANS-JOACHIM VON: Maß und Gewicht. Geschichtliche und tabellarische Darstellungen von den Anfängen bis zur Gegenwart. Berlin 1957.
- [3] ALISSOW, B. P.: Die Klimate der Erde (Ohne das Gebiet der UdSSR). Berlin 1954.
- [4] AMEISENOWA, ZOFIA: The Globe of Martin Bylica of Olkusz and celestial Maps in the East and West. Wroclaw u. a. 1959 (Polski Akad. Nauk. Monogr. Dziejow Nauki Techn., Bd. 11).
- [5] AZUNI, DOMINICO ALBERTO: Dissertation sur l'origine de la boussole. Paris 1805 und 1809.
- [6] BACHMANN, FRIEDRICH (Hrsg.): Die alte deutsche Stadt. Ein Bilderatlas der Städteansichten bis zum Ende des 30jährigen Krieges. Bd. 1, T. 1—2 (Nordwesten), und Bd. 2, T. 1—2 (Südosten). Leipzig 1944—1944.
- [7] BAGROW, LEO: Geschichte der Kartographie. Berlin 1951.
- [8] BAILLIE, G. H.: Watchmakers and Clockmakers of the World. 3. Aufl. London 1951.
- [9] BALMER, HEINZ: Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus. Aarau 1956. (Veröffentlichungen der Schweizer Gesellsch. für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, Bd. 20.) Darin: Abdruck von Quellentexten (Petrus Peregrinus bis A. von Humboldt).
- [10] BARROW, JOHN: Travels to China. London 1804.
- [11] BARTELS, JULIUS: Erdmagnetismus zu Gauß' Zeiten und heute. Naturwiss. 33, 1946, S. 140—149.
- [12] BARTELS, JULIUS: Zur Vorgeschichte der Weltraumforschung. Naturwiss. 49, 1962, S. 313—323, insbes. S. 318.
- [13] BARTELS, JULIUS: Weltraumforschung, Methoden und Ergebnisse. In: Jahrbuch 1962 der Max-Planck-Gesellschaft, S. 19—50, insbes. S. 35—37.
- [14] BASCHMAKOWA, I. G., und A. P. JUSCHKEWITSCH: Die Entstehung der Bezeichnungssysteme für die Zahlen. In: Enzyklopädie der Elementarmathematik. Red. P. S. ALEXANDROFF u. a., Bd. 1: Arithmetik, 2. Aufl. Berlin 1965, S. 1—60.
- [15] BASSERMANN-JORDAN, ERNST VON: Die Geschichte der Räderuhr. Unter besonderer Berücksichtigung der Uhren des Bayerischen Nationalmuseums. Frankfurt/M. 1905.
- [16] BASSERMANN-JORDAN, ERNST VON (Hrsg.): Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren. Bd. 1, Lieferungen B, E und F, Berlin und Leipzig 1920—1925.
- [17] BASSERMANN-JORDAN, ERNST VON: Uhren. Ein Handbuch für Sammler und Liebhaber. 3. vermehrte Aufl. Berlin 1922. (Vgl. 4. Aufl. von H. von BERTELE, Braunschweig 1961.)
- [18] BASSERMANN-JORDAN, ERNST VON: Alte Uhren und ihre Meister. Leipzig 1926.
- [19] BAUER, LOUIS AGRICOLA: Beiträge zur Kenntnis des Wesens der Säcular-Variation des Erdmagnetismus. Berlin 1895. Diss., insbes. Taf. 1.
- [20] BECK, HANNO: Alexander von Humboldt. Bd. 1—2, Wiesbaden 1959—1961.
- [21] BELSHÉ, J. C.: Archaeomagnetism. An indirect study of Geomagnetic Secular Variation. In: Vistas in Astronomy. Ed. by A. BEER. Bd. 4, Oxford u. a. 1961, S. 127—142.
- [22] BEMMELEN, WILLEM VAN: Die Abweichung der Magnetnadel, Beobachtungen, Saecular-Variation, Wert- und Isogonensysteme bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. Batavia 1899. (Observations Magnet. Meteorol. Observatory Batavia, Bd. 21, Suppl.)

- [23] BERNAL, JOHN D.: Die Wissenschaft in der Geschichte. 2. Aufl. Berlin 1961. (2. engl. Aufl. London 1957.)
- [24] BERTELE, HANS VON: Präzisions-Zeitmessung in der Vor-Huygensschen Periode. Blätter für Technikgeschichte. H. 16, 1954, S. 16—43.
- [25] BESSEL, FRIEDRICH WILHELM: Über Maß und Gewicht im Allgemeinen und das Preußische Längenmaß im Besonderen. In: BESSEL, Populäre Vorlesungen über wissenschaftliche Gegenstände. Nach dem Tode des Verfassers hrsg. von H. C. SCHUMACHER. Hamburg 1848, S. 269—325.
- [26] BIDLINGMAIER, F.: Der Doppelkompaß, seine Theorie und Praxis. Dt. Südpolar-expedition 1901—1903, Bd. 5, T. 1, Berlin 1925.
- [27] BIERMANN, KURT-R.: Aus der Vorgeschichte der Aufforderung Alexander von Humboldts von 1836 an den Präsidenten der Royal Society zur Errichtung geomagnetischer Stationen. (Dokumente zu den Beziehungen zwischen A. von Humboldt und C. F. Gauß). Wiss. Zeitschr. Humboldt-Univ. Berlin, math.-nat. R. 12, 1963, S. 209—227.
- [28] BIERMANN, KURT-R., und HANS-GÜNTHER KÖRBER: Zum wissenschaftlichen Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauß und Alexander von Humboldt. Forsch. und Fortschr. 36, 1962, S. 41—44.
- [29] BILFINGER, GUSTAV: Die Zeitmesser der antiken Völker. Stuttgart 1886.
- [30] BILFINGER, GUSTAV: Die antiken Stundenangaben. Stuttgart 1888.
- [31] BILFINGER, GUSTAV: Der bürgerliche Tag. Untersuchungen über den Beginn des Kalendertages im classischen Altertum und im christlichen Mittelalter. Stuttgart 1888.
- [32] BION, NICOLAI: Neueröffnete Mathematische Werck-Schule oder gründliche Anweisung wie die Mathematischen Instrumente / nicht allein schicklich und recht zu gebrauchen / sondern auf die beste und accurateste Manier zu verfertigen / zu probiren / und alle Zeit in gutem Stand zu erhalten. Nach der 3. neubearb. Aufl. aus dem Franz. übers. und verm. von JOHANN GABRIEL DOPPELMAYR. Nürnberg 1726. Angebunden: J. G. DOPPELMAYR, Weitere bzw. dritte Eröffnung der neuen Mathematischen Werck-Schule Nicolai Bion. Nürnberg 1727 bzw. 1728.
- [33] BIOT, ÉDOUARD CONSTANTIN: Note sur la direction de l'aiguille aimantée en Chine, et sur les aurores boréales observées dans ce même pays. Comptes Rendus ... de l'Acad. des Sciences (Paris) 19, 1844, S. 822—829.
- [34] BOBINGER, MAXIMILIAN: Christoph Schissler der Ältere und der Jüngere. Augsburg/Basel 1954. (Schwäbische Geschichtsquellen und Forschungen, Bd. 5).
- [35] BONELLI, MARIA LOUISA: Globi Terrestri e Celesti. Firenze 1950.
- [36] BORCHARDT, LUDWIG: Die altägyptische Zeitmessung. In: Geschichte der Zeitmessung und der Uhren. Hrsg. von E. VON BASSERMANN-JORDAN. Bd. 1, Lf. B, Berlin und Leipzig 1920.
- [37] BREUSING, ARTHUR: Die nautischen Instrumente bis zur Erfindung des Spiegel-sextanten. Bremen 1890.
- [38] BROWN, LLOYD A.: The Story of Maps. Boston 1949.
- [39] ČENAKAL, VALENTIN LUKIČ: N. G. Čizov. Astronom. Žurn. 28, 1951, S. 145—159 und Abb. 4.
- [40] ČENAKAL, VALENTIN LUKIČ: Oborudovanje Astronomičeskoj Observatorii Peterburgskoj Akademii Nauk Lomonosovskogo Vremeni. Astronom. Žurn. 28, 1951, S. 297—316.
- [41] ČENAKAL, VALENTIN LUKIČ: Aleksej Ivanovič Kolotosin. Astronom. Žurn. 29, 1952, S. 602—621.
- [42] ČENAKAL, VALENTIN LUKIČ: Beiträge in: Istoriko-astronom. issledovanija 1—6, 1955 bis 1960, insbes. 5, 1959, S. 41—82 (über James Short), und 6, 1960, S. 54—120 (über John Bird).

- [43] ČENAKAL, VALENTIN LUKIČ: Le Musée Lomonosov à Leningrad. Archives Internat. d'Histoire des Sciences 12, 1959, S. 291—295, insbes. S. 293 (Sonnenuhren).
- [44] ČENAKAL, VALENTIN LUKIČ: Muzej M. V. Lomonosova. VIET 12, 1962, S. 161—163.
- [45] CHAPMAN, SYDNEY: Edmond Halley and Geomagnetism. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity 48, 1943, S. 131—144.
- [46] CHAPMAN, SIDNEY: Alexandre von Humboldt et l'Étude du Géomagnétisme. Ciel et Terre 75, 1959, H. 9/10, 16 S. (Sonderdruck).
- [47] CHAPMAN, SIDNEY: Alexander von Humboldt and Geomagnetic Science. Archive for History of Exact Sciences 2, 1962, Nr. 1, S. 44—51.
- [48] CHAPMAN, SYDNEY, und JULIUS BARTELS: Geomagnetism. Unveränd. Nachdr. (1. Aufl. 1940). Bd. 1—2, Oxford 1951, insbes. Bd. 2, Historical Notes.
- [49] CHAPMAN, SYDNEY, und H. D. HARRODON: Archaeologica Geomagnetica. (Wiederabdruck von Hellmanns Neudrucken). Terrest. Magnetism and Atmosph. Electricity 48, 1943, S. 6—17 (Petrus Peregrinus), S. 80—84 (Falero), S. 84—91 (Cortés), S. 128—130 (Hartmann), S. 198—199 (Nunes), S. 201—202 (Mercator), 49, 1944, S. 187—198 (de Castro) und 50, 1945, S. 64—68 (Stevinus).
- [50] CHAPUIS, ALFRED: La Montre „Chinoise“. Relations de l'Horlogerie Suisse avec Chine. Paris und Neuchâtel 1949.
- [51] CHAPUIS, ALFRED: Grands Artisans de la Chronométrie. Histoire de l'Horlogerie au Locle. Neuchâtel 1958.
- [52] COESTER, AUGUST, und ERNST GERLAND: Beschreibung der Sammlung astronomischer, geodätischer und physikalischer Apparate im Königlichen Museum zu Kassel. Cassel 1878.
- [53] COHN, FRITZ: Theorie der astronomischen Winkelinstrumente, der Beobachtungsmethoden und ihrer Fehler. In: Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften, Bd. 6,2/4, Leipzig 1905—1923, S. 196—292. (1907).
- [54] COULOMB, CHARLES-AUGUSTIN DE: Recherches sur la meilleure manière de fabriquer les aiguilles aimantées. Mémoires des Savants Étrangers 9, 1780.
- [55] COULOMB, CHARLES-AUGUSTIN DE: Vier Abhandlungen über die Elektrizität und den Magnetismus. Übers. und hrsg. von W. KÖNIG. 2. Aufl. Leipzig 1921. (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 13).
- [56] CRAIG, J. I.: The Theory of Map-Projections ... Cairo 1910, S. 61—62 (Mecca Retro-Azimuthal-Projection).
- [57] DANNEMANN, FRIEDRICH: Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und ihrem Zusammenhang. 2. Aufl. Bd. 1—4, Leipzig 1920—1923.
- [58] DANNEMANN, FRIEDRICH: Vom Werden der naturwissenschaftlichen Probleme. Grundriß einer Geschichte der Naturwissenschaften. Leipzig 1928.
- [59] DAUMAS, MAURICE: Les Instruments Scientifiques aux XVII^e et XVIII^e Siècles. Paris 1953.
- [60] DEFANT, ALBERT: Gedächtnisrede auf Gustav Hellmann. Jahrbuch der Preuß. Akademie der Wissenschaften Berlin, Jg. 1939, Berlin 1940, S. 174—185 (mit Schriftenverzeichnis).
- [61] DIDEROT, DENIS, und JEAN D'ALEMBERT (Hrsg.): Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, Nouv. Ed. Bd. 1 ff., Genève 1777 ff.
- [62] DOPPELMAYR, JOHANN GABRIEL: Weitere Eröffnung der neuen Mathematischen Werck-Schule Nicolai Bion. Nürnberg 1727.
- [63] DOPPELMAYR, JOHANN GABRIEL: Neue und gründlich Anweisung, wie nach einer universalen Methode grosse Sonnen-Uhren auf jeden ebenen Flächen ... zu beschreiben ... Th. 1—4, Nürnberg 1719.

- [64] DOPPELMAYR, JOHANN GABRIEL: Dritte Eröffnung der neuen Mathematischen Werk-Schule Nicolai Bion. Nürnberg 1728.
- [65] DOPPELMAYR, JOHANN GABRIEL: Neueröffnete Werk-Schule, Vorrede, siehe BION, N.
- [66] DOPPELMAYR, JOHANN GABRIEL: Historische Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern, welche fast von dreyen Seculis her durch ihre Schrifften und Kunst-Bemühungen die Mathematic und mehreste Künste in Nürnberg vor andern trefflich befördert . . . Nürnberg 1730.
- [67] DRECHSLER, ADOLPH: Katalog der Sammlung des Königl. Mathematisch-Physikalischen Salons zu Dresden. Dresden 1874.
- [68] DRECKER, JOSEPH: Die Theorie der Sonnenuhren. In: Geschichte der Zeitmessung und der Uhren. Hrsg. von E. VON BASSERMANN-JORDAN. Bd. 4, Lf. E, Berlin u. Leipzig 1925.
- [69] EGGER, HERMANN: Die Universalsonnenuhr. (Kl. Mitteilung). Sterne 35, 1959, S. 242 bis 243.
Encyclopédie siehe DIDEROT, DENIS.
- [70] Encyclopädie des Islams, Hrsg. von M. TH. HOUTSMA, A. J. WENSINCK u. a., Bd. 1—4 und Erg. Bd. Leiden/Leipzig 1913—1938.
- [71] ENGELMANN, MAX: Die Habermelschen Instrumente in Dresden. Mitteilungen aus den Sächs. Kunstsammlungen 4, 1913, S. 41—51.
- [72] ENGELMANN, MAX: Mathematische Instrumente von Wenzel Jamnitzer. Mitteilungen aus den Sächs. Kunstsammlungen 5, 1914, S. 44—54.
- [73] ENGELMANN, MAX: Das Meisterstück eines Münchener Renaissance-Uhrmachers. Kunstwanderer 1—2, 1919/20, S. 72—74.
- [74] ENGELMANN, MAX: Wenzel Jamnitzers Dresdener Meßscheibe. Kunstwanderer 1—2, 1919/20, S. 311—314.
- [75] ENGELMANN, MAX: Eine Standuhr aus Keplers Ulmer Zeit. Kunstwanderer 3, 1921, S. 94—96.
- [76] ENGELMANN, MAX: Der Mathematisch-Physikalische Salon in Dresden. Kunstwanderer 3, 1921, S. 291—293.
- [77] ENGELS, FRIEDRICH: Dialektik der Natur. Ausgabe Berlin 1952.
- [78] FANSELAU, GERHARD: Über Messungen mit dem Doppelkompaß. Tätigkeitsber. Preuß. Meteorol. Institut Potsdam 1930, S. 186—193.
- [79] FANSELAU, GERHARD (Hrsg.): Geomagnetismus und Aeronomie. Bd. 3, Berlin 1959.
- [80] FELDHAUS, FRANZ M.: Die Technik der Antike und des Mittelalters. Potsdam 1931.
- [81] FERRAND, GABRIEL: Introduction à l'Astronomie Nautique Arabe. Paris 1928. (Bibliothèque des Géographes Arabes, T. 1.)
- [82] FIORINIS, MATTEO, und SIEGMUND GÜNTHER: Erd- und Himmelsgloben, ihre Geschichte und Konstruktion. Nach dem Ital. frei bearb. von SIEGMUND GÜNTHER. Leipzig 1895.
- [83] FISCHER, H.-R. (Bearb.): Die Weltmeere. 2. Neubearb. u. erw. Aufl. (der 15. Aufl. des Seeatlas). Gotha 1956.
- [84] FRANKS, WOLLASTON A.: Instruments in the British Museum. List of Astrolabes, Quadrants, Sun Dials. In: Report of the Sixth International Geographical Congress, held in London 1895. London 1896, Appendix B, S. 182—190.
- [85] GAUSS, CARL FRIEDRICH: Werke. Hrsg. von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Bd. 5, Göttingen 1867, insbes. S. 79—118. (*Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata*, 1832, dt. Ostwald's Klassiker, Bd. 53.)
- [86] GEHLER, JOHANN SAMUEL TRAUOGOTT: Physikalisches Wörterbuch oder Versuch einer Erklärung vornehmster Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre mit kurtzen Nach-

- richten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge begleitet. Th. 4—5, Leipzig 1787—1795, insbes. Th. 4, 1787.
- [87] GEHLER, JOHANN SAMUEL TRAUOGOTT: Gehlers Physikalisches Wörterbuch. Neubearb. von BRANDES, GMELIN, LITTRON, MUNCKE, PFAFF. Bd. 1—11, Leipzig 1825—1845.
- [88] GELGICH, EUGEN: Die Instrumente und wissenschaftlichen Hilfsmittel der Nautik zur Zeit der großen Länder-Entdeckungen. In: Hamburgische Festschrift zur Erinnerung an die Entdeckung Amerikas. Bd. 1, Hamburg 1892, 90 S.
- [89] GERLAND, ERNST: Zur Geschichte der Magnetisierung von Kompaßnadeln mit Hilfe von natürlichen Magneten. Berichte der Deutschen Physikal. Gesellschaft (enth. Verhandlg.) 6 (10), 1908, S. 377—392.
- [90] GERLAND, ERNST: Geschichte der Physik. Abt. 1: Von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des achtzehnten Jahrhunderts. München und Berlin 1913. (Geschichte der Wissenschaften in Deutschland, Neuere Zeit, Bd. 24, 1).
- [91] GERLAND, ERNST, und FRIEDRICH TRAUMÜLLER: Geschichte der physikalischen Experimentierkunst. Leipzig 1899.
- [92] GINZEL, FRIEDRICH KARL: Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie. Bd. 1—3, Leipzig 1906—1914, insbes. Bd. 3, 1914, Abschnitt über mittelalterliche und christliche Zeitrechnung.
- [93] GINZEL, FRIEDRICH KARL: Chronologie. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften, Bd. 6,2/1, Leipzig 1905—1923, S. 368—376 (1910).
- [94] GINZEL, FRIEDRICH KARL: Die Zeitrechnung. In: Kultur der Gegenwart. T. 3, Abt. 3, Bd. 3 (Astronomie), Leipzig und Berlin 1921, S. 57—91.
- [95] GRAFFENRIED(T), HANS RUDOLF VON: Compendium Sciotericum. Das ist eine kurtze Beschreibung der Sonnen-Uhren . . . (2. Aufl.). Bern 1629.
- [96] GRIMM, JACOB und WILHELM: Deutsches Wörterbuch. Bd. 10, Abt. 2,2, Leipzig 1941, Sp. 2322—2334, insbes. 2326—2327.
- [97] GRÖTZSCH, HELMUT: Ein Streifzug durch die Uhrensammlung des Staatl. Mathematisch-Physikalischen Salons (Dresden). In: Berichtsbuch des VI. Internat. Kongreß für Chronometrie. 19.—23. Juni 1959 in München. Bd. 2, o. O. und o. J., S. 863 bis 881.
- [98] GRÖTZSCH, HELMUT (Bearb.): Sonnen- und Turmuhren. Mit einem Vorwort von H. GRÖTZSCH. Dresden 1959. (Unsere schöne Heimat.)
- [99] GRÖTZSCH, HELMUT: Die ersten Forschungsergebnisse der Globusinventarisierung in der Deutschen Demokratischen Republik. (Ein Beitrag zur Internationalen Weltinventarisierung durch die UNESCO). Berlin 1963. (Veröffentlichungen des Staatl. Mathematisch-Physikalischen Salons — Forschungsstelle — Dresden-Zwinger, Bd. 2.)
- [100] GROTEFEND, HERMANN: Taschenbuch der Zeitrechnung des deutschen Mittelalters und der Neuzeit. 10. erw. Aufl. Hannover 1960.
- [101] GRUBE, WILHELM: Religion und Kultus der Chinesen. Leipzig 1910.
- [102] GÜNTHER, SIEGMUND: Handbuch der Geophysik. 2. umgearb. Aufl. Bd. 1—2, Stuttgart 1897—1899, insbes. Bd. 1, S. 1—43.
- [103] GÜNTHER, SIEGMUND: Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften im Neunzehnten Jahrhundert. Berlin 1901.
- [104] GÜNTHER, SIEGMUND (Rez. A. SCHÜCK): Die Vorgänger des Kompasses. (Zentralztg. für Optik und Mechanik, Jg. 32, Nr. 8). Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften 12, 1943, S. 34—35.
- [105] GÜNTHER, SIEGMUND: Die indirekten Ortsbestimmungsmethoden in der Entwicklung der mathematischen Geographie. Sitz.-Berichte der Bayerischen Akad. der Wiss., math.-phys. Kl., Jg. 1919, S. 299—351.
- [106] GUNTHER, ROBERT THEODORE: The Astrolabes of the World. Bd. 1—2, Oxford 1932.

- [407] GUNTHER, ROBERT THEODORE: *Early Science in Cambridge*. Oxford 1937.
- [408] HABACHER, MARIA: *Mathematische Instrumentenmacher, Mechaniker, Optiker und Uhrmacher im Dienste des Kaiserhofes in Wien (1630—1750)*. *Blätter für Technikgeschichte*, H. 22, 1960, S. 5—80.
- [409] *Handbuch der Nautischen Instrumente*, Hrsg. vom Hydrographischen Amt der Admiralität. Berlin 1882.
- [410] HÄRIG, GERHARD: Robert Hooke und die Experimentalwissenschaft des 17. Jahrhunderts. *Wiss. Zeitschr. Karl-Marx-Univ. Leipzig* 9, 1959/60, Math.-nat. R., S. 417 bis 431.
- [411] HARTMANN, JOHANNES: Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nikolaus Cusanus. *Abh. der Gesellsch. der Wissenschaften zu Göttingen, Math.-physik. Kl.*, N. F. 10, 1919, S. 1—56. Darin: W. OSTWALD, *Mikroskopische Untersuchungen des Malgrundes der Cusanischen Himmelskugel*. S. 51—56.
- [412] HARTMANN, JOHANNES: Die Zeitmessung. In: *Kultur der Gegenwart*, T. 3, Abt. 3, Bd. 3 (Astronomie), Leipzig und Berlin 1921, S. 92—136.
- [413] HARTNER, WILLY: The Principle and Use of the Astrolabe. In: A. P. Pope's *Survey of Persian Art*. Bd. 3, London und New York 1939, S. 2530—2554, und Bd. 6, London und New York 1939, Taf. 1397—1404.
- [414] ḤASAN, ḤĀDĪ: *A History of Persian Navigation*. London 1928.
- [415] HASHIMOTO, MASUKICHI: The Origin of the Compass. *Memoirs of the Research Department of Toyo Bunko* 1, 1926, S. 69—92.
- [416] HASLINDE, GUNDOLF: Das Horologium Achaz und andere merkwürdige Formen von Sonnenuhren. *Sterne* 36, 1960, S. 152—160.
- [417] HELLMANN, GUSTAV: *Repertorium der Deutschen Meteorologie. Leistungen der Deutschen in Schriften, Erfindungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Meteorologie und des Erdmagnetismus von den ältesten Zeiten bis zum Schlusse des Jahres 1881*.
- [418] HELLMANN, GUSTAV: *Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus*. Nr. 1—15, Berlin 1893—1904.
- [419] HELLMANN, GUSTAV: *Contributions to the Bibliography of Meteorology and Terrestrial Magnetism in the Fifteenth, Sixteenth and Seventeenth Centuries*. Report of the Chicago Meteorological Congress. T. 2, Chicago 1894, S. 352—394.
- [420] HELLMANN, GUSTAV: Die Anfänge der magnetischen Beobachtungen. *Zeitschr. Gesellsch. Erdkunde* Berlin 32, 1897, H. 2, 27 S.
- [421] HELLMANN, GUSTAV: Über die Kenntnis der magnetischen Deklination vor Christoph Columbus. *Meteorol. Zeitschr.* 23, 1906, S. 145—149, und 25, 1908, S. 369.
- [422] HELLMANN, GUSTAV: Beiträge zur Geschichte der Meteorologie. Bd. 1—3, Berlin 1907—1922. (Veröffentl. Preuß. Meteorol. Inst. Nr. 273, 296 und 315.)
- [423] HELLMANN, GUSTAV: *Magnetische Kartographie in historisch-kritischer Darstellung*. Berlin 1909. (Veröffentl. Preuß. Meteorol. Inst., Nr. 215.)
- [424] HELLMANN, GUSTAV: Beiträge zur Erfindungsgeschichte meteorologischer Instrumente. *Abh. Preuß. Akad. Wiss. Berlin Jg. 1920, Math.-Phys. Kl.*, Nr. 1, Berlin 1920.
- [425] HELLMANN, GUSTAV: Verzeichnis meiner 1883—1922 veröffentlichten Arbeiten zur Geschichte der Meteorologie und des Erdmagnetismus. In: [422], Bd. 3, S. 99—102.
- [426] HENNIG, RICHARD: Die Frühenkenntnis der magnetischen Nordweisung. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 21, 1931/32, S. 25—42.
- [427] HESS, JEAN-JACQUES: *Καλαμίτης* „Magnetnadel“. In: *Festgabe Adolf Kaegi*. Frauenfeld 1919, S. 189—190.
- [428] HIGGINS, KATHLEEN: The Classification of Sundials. *Annals of Science* 9, 1953, S. 342—358.

- [129] HIPLER, FRANZ: Bibliotheca Warmiensis oder Literaturgeschichte des Bisthums Ermland. Bd. 1, Braunsberg und Leipzig 1872.
- [130] HITCHINS, H. L., und WILLIAM EDWARD MAY: From Lodestone to Gyro-Compass. London u. a. 1952.
- [131] HOPPE, EDMUND: Geschichte der Optik. Leipzig 1926.
HOUTSMA, M. TH. (Hrsg.) siehe Encyclopädie des Islams.
- [132] HUARD, P., und M. WONG (Rez.): Lieou Sien-Tcheou: Les découvertes de la Chine dans le domaine des appareils à mesurer le temps (en chinois). Publ. de l'Acad. des Sciences de Chine, août 1956. Archives Internat. d'Histoire des Sciences 12, 1959, S. 217—220.
- [133] HUMBOLDT, ALEXANDER VON: Kritische Untersuchungen über die historische Entwicklung der geographischen Kenntnisse von der Neuen Welt und die Fortschritte der nautischen Astronomie im 15ten und 16ten Jahrhundert. Aus dem Französ. übers. von LUDWIG IDELER. Bd. 1—3, Berlin 1835—1852.
- [134] HUMBOLDT, ALEXANDER VON: Kosmos. Bd. 1—5, Stuttgart u. Tübingen 1845—1862.
- [135] HUYGENS, CHRISTIAAN: Die Pendeluhr. Horologium oscillatorium. Hrsg. von A. HECKSCHER und A. VON OETTINGEN. Leipzig 1913. (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 192.)
- [136] HUYGENS, CHRISTIAAN: Oeuvres complètes. Publ. par la Société Holland. des Sciences. Bd. 15, 1925, Kap. Travaux astronomiques divers 1658—1666.
- [137] JUSCHKEWITSCH, A. P., und B. A. ROSENFELD: Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter. Sonderdruck aus: Sowjetische Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaft. Hrsg. von G. HÄRIG. Berlin 1964.
- [138] KARY-NIJAZOV, T. N.: Astronomičeskaja škola Ulugbeka. Moskau/Leningrad 1950.
- [139] KEIL, KARL (Hrsg.): Handwörterbuch der Meteorologie. Frankfurt/M. 1950.
- [140] KELLNER, LOTTE: Alexander von Humboldt and the organization of international collaboration in geophysical research. Contemporary Physics 1, 1959, H. 1, S. 35—48.
- [141] KEPLER, JOHANNES: Gesammelte Werke. Bd. 13 und 14, hrsg. von MAX CASPAR. München 1945 und 1949.
- [142] KIMBLE, GEORGE H. T.: The „Esmeraldo de Situ Orbis“ an early Portuguese textbook on cosmography and navigation by DUARTE PACHECO. Osiris 3, 1938, S. 88—102.
- [143] KIRCHVOGEL, PAUL ADOLF: Der chemische Prunkofen und Wertvolle alte Uhren aus dem Astronomisch-Physikalischen Kabinett des Hessischen Landesmuseums in Kassel. „Die BASF“. Werkzeitschr. der Badischen Anilin- u. Soda-Fabrik, Ludwigshafen/Rh. 4, 1954, H. 1 u. 5.
- [144] KIRNBAUER, FRANZ: Johannes Mathesius und der Bergbau. Blätter für Technikgeschichte H. 16, 1954, S. 51—67.
- [145] KLAPROTH, JULIUS: Lettre à M. le Baron A. de Humboldt sur l'Invention de la Boussole. Paris 1834.
- [146] Julius Klaproth's Schreiben an Alexander von Humboldt über die Erfindung des Kompasses. Aus dem Franz. im Auszug mitget. von ARNIM WITTSTEIN. Leipzig 1885.
- [147] KNOCH, KARL: Hellmann als Forscher. Zu seinem 70. Geburtstag. Naturwissenschaften 12, 1924, S. 537—543.
- [148] KNOCH, KARL: Gustav Hellmann. Zum Gedenken seines 100. Geburtstages. Annalen d. Meteorol. 7, 1955/56, S. 1—7.
- [149] KÖRBER, HANS-GÜNTHER: Alexander von Humboldts und Carl Friedrich Gauß' organisatorisches Wirken auf geomagnetischem Gebiet. Forsch. und Fortschr. 32, 1958, S. 1—8.
- [150] KÖRBER, HANS-GÜNTHER: Über Alexander von Humboldts Arbeiten zur Meteorologie und Klimatologie. In: Alexander von Humboldt. Gedenkschrift zur 100. Wiederkehr

- seines Todestages. Hrsg. von der A. von Humboldt-Kommission der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin 1959, S. 289—335.
- [151] KÖRBER, HANS-GÜNTHER: Aus der Korrespondenz Alexander von Humboldts und Carl Friedrich Gauß' mit Teilnehmern an geomagnetischen Beobachtungen. *Forsch. und Fortschr.* 33, 1959, S. 298—303.
- [152] KÖRBER, HANS-GÜNTHER: Zur Geschichte der Konstruktion von Sonnenuhren und Kompassen unter besonderer Berücksichtigung der im Geomagnetischen Institut Potsdam vorhandenen Instrumente aus der Hellmannschen Sammlung und eine Beschreibung dieser Instrumentensammlung. Diss. math.-nat. Fak. Univ. Leipzig 1963, 240 masch. S.
- [153] KÖRBER, HANS-GÜNTHER: Über die Hellmannsche Sammlung von Sonnenuhren und Kompassen im Geomagnetischen Institut Potsdam. *Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 5, 1963, S. 644—650.
- [154] KÖRBER, HANS-GÜNTHER: Über eine kleine elfenbeinerne Himmelkugel eines ungenannten Meisters des 17. Jahrhunderts. *Nova Acta Leopoldina*, N. F. 27, 1963, Nr. 167, S. 167—174.
- [155] KÖRBER, HANS-GÜNTHER: Eine besondere Form der Magnetnadellagerung bei chinesischen Kompassen und Deutungsscheiben. *Forsch. und Fortschr.* 37, 1963, S. 296 bis 300.
- [156] KÖRBER, HANS-GÜNTHER: Katalog der Hellmannschen Sammlung von Sonnenuhren und Kompassen des 16. bis 19. Jahrhunderts im Geomagnetischen Institut Potsdam. In: *Jahrb. 1962 des Adolf-Schmidt-Observatoriums für Erdmagnetismus in Niemeck mit wiss. Mitteilungen*, Berlin 1964, S. 149—171 und Taf. 1—16.
- [157] KÖRBER, HANS-GÜNTHER: Aus der Entwicklung der Bimetallthermometer zu Anfang des 19. Jahrhunderts. *NTM (Zeitschr. für Geschichte der Naturwiss., Technik und Med.)* Jg. 2, 1964, HARG-Beiheft, S. 102—107.
- [158] KOHLRAUSCH, FRIEDRICH: *Praktische Physik*. 2. Nachdr. der 19. Aufl. Hrsg. von F. HENNING. Bd. 1—2, Leipzig 1951.
- [159] LAMONT, JOHANNES VON: *Handbuch des Erdmagnetismus*. Berlin 1849.
- [160] LANGE, KRISTINA: Wie zeigt die „chinesische“ Wanduhr die Zeit an? In: *Mitteilungen aus dem Museum für Völkerkunde in Leipzig*, Jg. 1962, Nr. 12, S. 7—9.
- [161] LENGNICH, GOTTFRIED: *Geschichte der Lande Preussens Polnischen Antheils unter dem Könige August dem Zweyten, vornehmlich aus ungedruckten Nachrichten abgefaßt und mit einigen Beilagen versehen*. Danzig 1755.
- [162] LENGNING, KLAUS: Messungen mit dem Bidlingmaierschen Doppelkompaß während der Nordmeerreise des MS „Meteor“. *Abh. Geomagnet. Inst. Potsdam. Sonderheft zum 70jährigen Bestehen des Geomagn. Inst. Potsdam*. Berlin 1961, S. 77—84.
- [163] LHOTSKY, ALPHONS: Die Geschichte der Sammlungen. In: *Festschrift des kunsthistorischen Museums zur Feier des fünfzigjährigen Bestandes*. T. 2,1 und 2,2, Wien 1941—1945.
- [164] LIETZMANN, HANS: *Zeitrechnung der römischen Kaiserzeit, des Mittelalters und der Neuzeit für die Jahre 1—2000 nach Christus*. Berlin 1946.
- [165] LIPPMANN, EDMUND O. VON: *Geschichte der Magnetnadel bis zur Erfindung des Kompasses (gegen 1300)*. Quellen und Studien zur Geschichte der Naturwissenschaften und Medizin 3, 1932, H. 1, S. 1—49.
- [166] LITTRON, JOSEPH JOHANN VON: *Gnomonik oder Anleitung zur Verfertigung aller Arten von Sonnenuhren*. Wien 1831.
- [167] LÖSCHNER, HANS: *Über Sonnenuhren. Beiträge zu ihrer Geschichte und Konstruktion nebst Aufstellung einer Fehlertheorie*. 2. umgearb. und verm. Aufl. Graz 1906.

- [168] LOESKE, M.: Die gesamte Literatur über Uhrmacherei und Zeitmeßkunde. Bautzen 1897.
- [169] LOSKE, LOTHAR M.: Die Sonnenuhren. Kunstwerke der Zeitmessung und ihre Geheimnisse. Berlin u. a. 1959. (Verständliche Wissenschaft, Bd. 69).
- [170] LUCKE, OTTO: Über den physikalischen Zustand der Materie im Erdinnern und den Ursprung des geomagnetischen Hauptfeldes. In: Geomagnetismus und Aeronomie. Bd. 3, Berlin 1959, S. 314—476.
- [171] LUCKE, OTTO, und HEINZ STILLER: Neuere Ergebnisse der Geophysik I. Fortschr. der Physik 11, 1963, S. 587—631.
- [172] LÜHRS, W.: Ein Beitrag zur Geschichte der Transversalteilungen und des „Nonius“. Zeitschr. für Vermessungswesen 39, 1910, S. 177—491, S. 209—223 und S. 241—254.
- [173] MACARTNEY, GEORGE: Des Grafen Macartney Gesandtschaftsreise nach China ... in den Jahren 1792—1794 ... Aus den Tagebüchern des Ambassadeurs zusammengetragen und hrg. von SIR GEORGE STAUNTON. Aus dem Engl. frei übers. von C. S., T. 1—3, Berlin 1798—1800.
- [174] MAUERSBERGER, PETER: Beobachtungsergebnisse über das Hauptfeld und die Säkularvariation. In: Geomagnetismus und Aeronomie. Bd. 3, Berlin 1959, S. 3—92.
- [175] MAY, WILLIAM EDWARD (u. a.): History of the Mariner's Compass. In: Encyclopaedia Britannica. Bd. 6, Chicago u. a. 1953, S. 168—171.
- [176] MAY, WILLIAM EDWARD, und LAWRENCE SABINE BRODIE: The Magnetic Compass. In: Encyclopaedia Britannica. Bd. 6, Chicago u. a. 1953, S. 171—177.
- [177] MAYER, L. A.: Islamic Astrolabists and their Works. Genève 1956.
- [178] METIUS, ADRIANUS: Mensura geographica et usus globi terrestri, artisque navigandi institutio, novis instrumentis et inventionibus adaucta per Adrianum Metium Aemarianum. Amstrodami 1626.
- [179] MEYER, FRANZ SALES: Systematisch geordnetes Handbuch der Ornamentik. ... 7. Aufl. Leipzig 1903.
- [180] MICHEL, HENRI: Traité de l'Astrolabe. Paris 1947.
- [181] MICHNIK, H.: Konstruktion einer siderischen Sonnenuhr. Astronom. Nachr. 216, 1922, Sp. 441—450.
- [182] MICHNIK, H.: Theorie einer Bifilar-Sonnenuhr. Astronom. Nachr. 217, 1923, Sp. 80 bis 90.
- [183] MIHALOVITS, JOHANN: Die Gründung der ersten Lehranstalt für technische Bergbeamte in Ungarn. In: Historia eruditionis superioris rerum metallicarum et saltuariorum in Hungaria 1735—1935. Fasc. 1, Sopron 1938, S. 1—31.
- [184] MILLAS-VALLICROSA, J. M. (Rez.): Sayili, Aydin: The Observatory in Islam and its place in the general history of observatory. Ankara 1960. Archives Internat. d'Histoire des Sciences 12, 1959, S. 429—431.
- [185] MITCHELL, A. CHRICHTON: Chapters in the History of Terrestrial Magnetism. Terrest. Magnetism and Atmosph. Electricity 37, 1932, S. 105—146 (Chap. I); 42, 1937, S. 241—280 (Chap. II); 44, 1939, S. 77—80 (Chap. III); 51, 1946, S. 323—351 (Chap. IV).
- [186] MOHN, HEINRICH: Grundzüge der Meteorologie. Dt. Ausg. Berlin 1875.
- [187] MÜLTHAUF, ROBERT A.: A Catalog of Instruments and Models in the Possession of the American Philosophical Society. Compiled by — —, assisted by DAVID DAVIES. Philadelphia 1961. (Memoirs of the American Philosophical Society, Bd. 53).
- [188] Museum München, Deutsches: Abhandlungen und Berichte 27, 1959, H. 3. Darin: Die neue Abteilung Zeitmessung, S. 39—47, insbes. Abb. 3.
- [189] NEEDHAM, JOSEPH: Science and Civilisation in China. Bd. 1—4,1, Cambridge 1954 bis 1962, insbes. Bd. 2, 1956, Bd. 3, 1959, und Bd. 4,1, 1962.

- [190] NEEDHAM, JOSEPH: The Chinese Contribution to the Development of the Mariner's Compass. *Scientia* 55, 1961, Juliheft, S. 1—8 (Sonderdruck).
- [191] NEEDHAM, JOSEPH, WANG LING und DEREK J. PRICE: Chinese Astronomical Clockwork. In: *Actes du VIII^e Congrès Internationales d'Histoire des Sciences* (Florence 3—9 septembre 1956), S. 325—328. Im Auszug auch in: *Nature* 177, 1956, S. 600 bis 602.
- [192] NEEDHAM, JOSEPH, WANG LING und DEREK J. PRICE: *Heavenly Clockwork*. Cambridge 1960.
- [193] NEUBERT, KARL: *Markscheidewesen*. Bd. 1, Freiberg 1961.
- [194] NEUMAYER, GEORG VON: Atlas des Erdmagnetismus. In: *Berghaus' Physikalischem Atlas*. Abt. 4, Gotha 1891.
- [195] NIPPOLDT, ALFRED: Ein Beitrag zur Frage der Ausrichtung der Kirchenachsen mit dem Magneten. *Archiv für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik* 7, 1916, S. 109—114 und 236—244.
- [196] OLEARIUS, ADAM: *Vermehrte Neue Beschreibung der Muscowitischen und Persischen Reyse*. Zum andern male herausgegeben von ——. Schließwig 1656. (Bearb. Ausgabe Berlin 1959.)
- [197] PADUANUS, JOHANNES: *De compositione et usu multiformicum Horologiorum Solarium ad omnes totius orbis Regiones, ... Venety* 1582.
- [198] PENTHER, JOHANN FRIEDRICH: *Gnomica fundamentalis & Mechanica / worin gewiesen wird / wie man sowol gründlich / als auf mechanische Art / allerhand Sonnen-Uhren ... verfertigen soll*. Augsburg 1760.
- [199] *Persian Art. An Illustrated Souvenir of the Exhibition of Persian Art at Burlington House London*. 1. Aufl. London 1931.
- [200] POGGENDORFF, JOHANN CHRISTIAN: Ein Vorschlag zum Messen der magnetischen Abweichung. *Annalen der Physik und Chemie* (Poggendorffs Annalen) 7, 1826, S. 121—130.
- [201] POGGENDORFF, JOHANN CHRISTIAN: *Biographisch-Literarisches Handwörterbuch*. Bd. 1ff., Leipzig 1863 ff., Bd. 7a, 2, Berlin 1957.
- [202] POGGENDORFF, JOHANN CHRISTIAN: *Geschichte der Physik*. Hrsg. von W. BARENTIN. Leipzig 1879.
- [203] PRICE, DEREK J. DE SOLLA: An International Check List of Astrolabes. *Archives Internat. d'Histoire des Sciences* 8, 1955, S. 243—263 und S. 363—381.
- [204] RABENALT, ANSGAR: Die Sonnenuhrensammlung der Sternwarte Kremsmünster. Sonderdruck aus dem 98. Jahresbericht des Obergymnasiums der Benediktiner zu Kremsmünster. Wels 1955, S. 13—60.
- [205] REHM, ALBERT: Griechische Windrosen. *Sitz. Berichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, philos.-philol. und histor. Kl.*, Jg. 1916, Abh. 3, S. 1—104.
- [206] RENAUD, H. P. J.: Additions et Corrections à Suter „Die Mathematiker und Astronomen der Araber“. *Isis* 18, 1932, S. 166—183.
- [207] REPSOLD, JOHANN ADOLF: Zur Geschichte der astronomischen Meßwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach. Bd. 1—2, Leipzig 1908—1914, insbes. Bd. 1, S. 124 ff.
- [208] REPSOLD, JOHANN ADOLF: Alte arabische Instrumente. (2. Nachtrag zu Bd. 1). *Astronom. Nachr.* 206, 1918, Sp. 125—138.
- [209] ROHDE, ALFRED: Die Geschichte der wissenschaftlichen Instrumente vom Beginn der Renaissance bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts. Leipzig 1923. (Monographien des Kunstgewerbes, Bd. 16).
- [210] ROSE, G. (Bearb.): *Nautische Tafeln*. 2. verb. und erw. Aufl. Berlin 1963.
- [211] RUDORFF, ADOLF: Gromatische Institutionen. In: *Die Schriften der römischen Feldmesser*. Hrsg. von F. BLUME u. a., Bd. 2 (Erläuterungen), Berlin 1852, S. 227—464, insbes. S. 336—348.

- [212] RUNCORN, STANLEY KEITH: The Magnetism of the Earth's Body. In: Handbuch der Physik. Hrsg. von S. FLÜGGE. Bd. 47 (Geophysik I, Red. J. BARTELS), Berlin u. a. 1956, S. 498—533.
- [213] SARTON, GEORGE: Introduction to the History of Science. Bd. 1—3, Baltimore 1927—1947.
- [214] SARTON, GEORGE: The Scientific Literature transmitted through the Incunabula. *OSIRIS* 5, 1938, S. 41—245, insbes. S. 189 ff.
- [215] SAUSSURE, LÉOPOLD DE: Le Zodiaque Lunaire Asiatique. *Archives des Sciences Physiques et Naturelles* (Genève) 124, 1919, S. 105—126.
- [216] SAUSSURE, LÉOPOLD DE: L'Horométrie et le Système Cosmologique des Chinois. Neuchâtel 1919, S. 1—18.
- [217] SAUSSURE, LÉOPOLD DE: Le Système Astronomique des Chinois. *Archives des Sciences Physiques et Naturelles* 124, 1919, S. 186—216, und S. 581—588, und 125, 1920, S. 214—231 und S. 325—350 (Abschnitt: Le Calendrier).
- [218] SAUSSURE, LÉOPOLD DE: L'Origine de la Rose des Vents et l'Invention de la Boussole. *Archives des Sciences Physiques et Naturelles* 128, 1923, Nr. 3 und 4, S. 1—68.
- [219] SCHLEIF, W.: Geschichtliches vom Magnetkompaß. *Der Seewart* 14, 1953, S. 24—28.
- [220] SCHLOSSER, JULIUS VON: Die Kunst- und Wunderkammern der Spätrenaissance. Leipzig 1908. (Monographien des Kunstgewerbes, Bd. 11.)
- [221] SCHMIDT, ADOLF: Erdmagnetismus. In: *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften*. Bd. 6,1, Leipzig 1906—1925, S. 268—396, insbes. S. 292—294 und S. 305, (1917).
- [222] SCHMIDT, FRITZ: Geschichte der geodätischen Instrumente und Verfahren im Altertum und Mittelalter. Neustadt a. d. Haardt 1935. (Veröffentlichungen der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, Bd. 24.)
- [223] SCHMIDT, GEORG: Zu Alexander von Humboldts Reise in Rußland. Nach russischen Quellen mitgeteilt. *Baltische Monatsschrift* 1910.
- [224] SCHOENBERG, ERICH, und ALFONS PERLICK: Unbekannte Briefe von C. F. Gauß und Fr. W. Bessel. *Abh. der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, math.-nat. Kl.*, N. F., H. 71, München 1955.
- [225] SCHOENBERG, ERICH, und THEO GERARDY: Die Briefe des Herrn P. H. L. von Boguslawski, Direktors der Kgl. Universitäts-Sternwarte Breslau, an Carl Friedrich Gauß. *Abh. der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, math.-nat. Kl.*, N. F., H. 110, München 1963.
- [226] SCHOY, CARL: Azimutale und gegenazimutale Karten mit gleichabständigen parallelen Meridianen. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorol.* 41, 1913, S. 33—42.
- [227] SCHOY, CARL: Die gegenazimutale mittelabstandstreue Karte in konstruktiver und theoretischer Behandlung. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorol.* 41, 1913, S. 466—473.
- [228] SCHOY, CARL: Mittagslinie und Qibla. *Zeitschr. der Gesellschaft für Erdkunde*. Jg. 1915, S. 558—576.
- [229] SCHOY, CARL: Abhandlung des al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Ḥaitam (Alhazen) über die Bestimmung der Richtung der Kibla. *Zeitschr. der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft* 75, 1921, S. 242—253.
- [230] SCHOY, CARL: Die Bestimmung der geographischen Breite eines Ortes durch Beobachtung der Meridianhöhe der Sonne oder mittels Kenntnis zweier anderer Sonnenhöhen und den dazugehörigen Azimuten nach dem arabischen Text der Hakimitischen Tafeln des Ibn Yūnus. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorol.* 50, 1922, S. 3—20.

- [231] SCHOY, CARL: Abhandlung über die Ziehung der Mittagslinie, dem Buche über das Analemma entnommen, samt dem Beweis dazu von Abū Sa'īd ad-Darīr. . . Ebd. 50, 1922, S. 265—271.
- [232] SCHOY, CARL: Die Gnomonik der Araber. In: Geschichte der Zeitmessung und Uhren. Hrsg. von E. VON BASSERMANN-JORDAN. Bd. 1, Lf. F, Berlin u. Leipzig 1923.
- [233] SCHOY, CARL: Sonnenuhren der spätarabischen Astronomie. Isis 6, 1924, S. 332—360.
- [234] SCHOY, CARL: (Stichwort) Kibla (astronomischer Teil). In: Encyklopädie des Islams. Bd. 2, Leiden/Leipzig 1927, S. 1059—1064.
- [235] SCHÜCK, ALBERT: Das Blatt der Kompaßrose. In: Jahresberichte d. Geographischen Gesellschaft München für 1888 und 1889, H. 13, München 1890, S. 20—39.
- [236] SCHÜCK, ALBERT: Der Jakobsstab. In: Jahresberichte d. Geographischen Gesellschaft München für 1894 und 1895, H. 16, München 1896, S. 93—174.
- [237] SCHÜCK, ALBERT: Alte Schiffskompassse und Kompaßteile im Besitz Hamburger Staatsanstalten. Hamburg 1910.
- [238] SCHÜCK, ALBERT: Der Kompaß. T. 1—3. Hamburg 1911—1917 bzw. 1919.
- [239] SCHÜCK, ALBERT: Zur Einführung des Kompasses in die nordwesteuropäische Nautik. Archiv f. Geschichte der Naturwissenschaften und Technik 4, 1913, S. 40—78.
- [240] SCHÜCK, ALBERT: Erwähnung eines Vorgängers des Kompasses in Deutschland um die Mitte des 13. Jahrhunderts. Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften 13, 1914, S. 333—343.
- [241] SCHÜCK, ALBERT: Zur Entwicklung der Einteilungen der chinesischen Schiffs- und der „Gaukler“-Busssole. Ebd. 16, 1917, S. 7—10.
- [242] SEDILLOT, JEAN-JACQUES (Übers.): Traité des instruments astronomiques des Arabes composé au treizième siècle par Aboul Hhassan Ali, de Maroc intitulé . . . Übers. von —, Bd. 1—2, Paris 1834.
- [243] SIEBMACHER, JOHANN: J. Siebmacher's großes und allgemeines Wappenbuch. Bd. 4, Abt. 14, T. 1—2 (Galizien, Lodomerien und Bukowina). Bearb. von FR. HEYER VON ROSENFELD und I. VON BOJNICIČ. Nürnberg 1905, T. 1, S. 33 u. 95 sowie Taf. 33.
- [244] SOMMERFELD, ARNOLD: Vorlesungen über theoretische Physik. Bd. 1 (Mechanik) Leipzig 1955.
- [245] SONNDORFER, RUDOLF: Theorie und Konstruktion der Sonnenuhren. Wien 1864.
- [246] STEINHAUSEN, GEORG: Geschichte der Deutschen Kultur. 2. neubearb. u. verm. Aufl. Bd. 1—2, Leipzig u. Wien 1913.
- [247] STÖFFLER, JOHANNES: Elucidatio fabricae ususque Astrolabii. Lutetiae 1533.
- [248] STURM, LEONHARD CHRISTOPH: Kurzer Begriff der gesamten Mathesis. 2. Ausg., Th. 5,1 (Die Beschreibung der Sonnenuhren), Frankfurt 1710.
- [249] SUHEYL UNVER, A.: Sur les cadrans solaires horizontaux et verticaux en Turquie. Archives Internat. d'Histoire des Sciences 7, 1954, S. 254—266.
- [250] SUTER, HEINRICH: Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke. In: Abh. z. Geschichte der math. Wissenschaften, H. 10 (Suppl. zum 45. Jg. der Zeitschrift f. Mathematik und Physik), Leipzig 1900. Nachtrag Ebd. H. 14, Leipzig 1902.
- [251] TÁRCZY-HORNOCH, ANTON: Samuel v. Mikoviny, der erste Professor der Lehranstalt für technische Bergbeamte zu Schemnitz in Ungarn. In: Historia eruditionis superioris rerum metallicarum et saltuariorum in Hungaria 1735—1935. Fasc. 1, Sopron 1938, S. 33—56.
- [252] TÁRCZY-HORNOCH, ANTON: További néhány adat Mikoviny Sámuel müködéséhez. Geodézia és Kartográfia Bd. 160, S. 190—193.
- [253] TAYLOR, EVA GERMAINE RIMINGTON: The South-Pointing Needle. Imago Mundi 8, 1951, S. 1—7.

- [254] THIEME, ULRICH, und FELIX BECKER (Hrsg.): Allgemeines Lexikon der bildenden Künstler von der Antike bis zur Gegenwart. Bd. 1 ff., Leipzig 1907 ff.
- [255] THOMSON, WILLIAM (LORD KELVIN): On the Perturbation of the Compass produced by the rolling ship. *Philosoph. Magazin* 48, 1874, S. 363—369.
TSCHENAKAL, V. L. siehe ČENAKAL, V. L.
- [256] TSCHIRNHAUS, EHRENFRIED WALTER VON: *Medicina mentis sive artis inveniendi praecepta generalia. Editio nova (Lipsiae 1695)*. Erstmalig ins Deutsche übers. und kommentiert von JOHANNES HAUSSLEITNER. Mit mathematikgesch. Zusätzen von HERBERT OETTEL und einer biograph. Einführung sowie mehreren Anhängen von RUDOLPH ZAUNICK. *Acta Historica Leopoldina* Nr. 1, 1963 (Leipzig 1963).
- [257] ULENSPEGEL: Vorrede. Straßburger Ausgabe von 1515, Faksimiledruck, Leipzig 1911.
- [258] VENANSON, FLAMINIUS: *De l'Invention de la Boussole Nautique*. Naples 1808.
- [259] WAGNER, HERRMANN: Peter Apians Bestimmung der magnetischen Mißweisung v. J. 1532 und die Nürnberger Kompaßmacher. *Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Philos.-histor. Kl. aus dem Jahre 1901*. Göttingen 1902 (vorgelegt am 9. 3. 1901), S. 171—182.
- [260] WAGNER, HERRMANN: Die Entwicklung der wissenschaftlichen Nautik im Beginn des Zeitalters der Entdeckungen nach neueren Anschauungen. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie* 46, 1918, S. 105—118, 153—173, 215—233 und 276—283.
- [261] WANG CHEN-TO: Discovery and Application of Magnetic Phenomena in China (chines.). *Chineses Journal of Archaeology* 3, 1948, S. 119 ff. (The Lodestone Spoon of the Han), 4, 1950, S. 185 ff. (The „Fish“-Compass, the Needle Compass, and the Early Work on Declination) und 5, 1951, S. 101 ff. (Origin and Development of the Chinese Compass Dial). (Der Inhalt der genannten Arbeiten ist sinngemäß von J. NEEDHAM [189], Bd. 4, 1 wiedergegeben worden.)
- [262] WEHNER, HEINRICH: Über die Kenntnis der magnetischen Nordweisung im frühen Mittelalter. *Das Weltall*, Jg. 1905, H. 11.
Weltmeere, Die siehe H.-R. FISCHER (Bearb.)
- [263] WERNER, HELMUT: Vom Polarstern bis zum Kreuz des Südens. Eine allgemeinverständl. Einführung in die Astronomie der Himmelskugel und Anleitung zur Orientierung im Gelände nach Gestirnen auf der ganzen Erde. 3. umgearb. u. erw. Aufl. Stuttgart 1960.
- [264] WIEDEMANN, EILHARD: Zur Geschichte des Kompasses bei den Arabern. *Berichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (enth. Verhandlg.)* 5, (9), 1907, S. 764—773 und 7, (11), 1909, S. 262—266.
- [265] WIEDEMANN, EILHARD: Zur Geschichte des Kompasses. *Zeitschr. für Physik* 13, 1923, S. 113—116 u. 240.
- [266] WIEDEMANN, EILHARD: Zur Geschichte des Kompasses und zu dem Inhalt eines Gefäßes in verschiedenen Abständen vom Erdmittelpunkt. *Ebd.* 24, 1924, S. 166—168.
- [267] WIEDEMANN, EILHARD: (Stichwort) *Maghnatis* . . . In: *Encyklopädie des Islams*. Bd. 3, Leiden/Leipzig 1930, (Lf. 37, 1928), S. 112—114.
- [268] WIEDEMANN, EILHARD, und JOSEF FRANK: Über die Konstruktion der Schattenlinien auf horizontalen Sonnenuhren von Tabit ben Qurra. In: *Det Kgl. Danske Videnskabskabernes Selskab. Math.-fys. Meddelelser* IV, 9, Kopenhagen 1922, S. 1—24.
- [269] WILLIAMS, C. A. S.: *Outlines of Chinese Symbolism*. Peiping 1931.
- [270] WINTER, HEINRICH: Seit wann ist die Mißweisung bekannt? *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie* 63, 1935, S. 352—363 und 416.
- [271] WINTER, HEINRICH: Petrus Peregrinus von Maricourt und die magnetische Mißweisung. *Forsch. und Fortschr.* 11, 1935, S. 304—306.

- [272] WINTER, HEINRICH: Die Erkenntnis der magnetischen Mißweisung. In: *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie Amsterdam 1938*. B. 1, Actes du Congrès, Leiden 1938, S. 373—375, vgl. auch S. 429—431.
- [273] WIRTZ, CARL W.: Geographische Ortsbestimmung, nautische Astronomie. In: *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften*. Bd. 6,2/1, Leipzig 1905—1923, S. 83—162 (1904).
- [274] WOLF, RUDOLF: *Geschichte der Astronomie*. München 1877. (*Geschichte der Wissenschaften in Deutschland*. Neuere Zeit, Bd. 16.)
- [275] WOLKENHAUER, AUGUST: Beiträge zur Geschichte der Kartographie und Nautik des 15. bis 17. Jahrhunderts. *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München* 1, 1905, S. 161—260.
- [276] WÜRSCHMIDT, JOHANNES: Ein türkisch-arabisches Quadrant-Astrolab. *Archiv. f. Geschichte der Naturwissenschaften und Technik* 8, 1918, S. 157—181. (Vgl. dazu *Mitt. Gesch. Med. u. Naturwiss.* 18, 1919, S. 183—190.)
- [277] WUNDERLICH, HERBERT: Das Dresdner „Quadratum geometricum“ aus dem Jahre 1569 von Christoph Schiöbler d. Ä., Augsburg. *Wiss. Zeitschrift der Techn. Hochsch. Dresden* 4, 1954/55, S. 199—227.
- [278] WUNDERLICH, HERBERT: Dasselbe. Mit einem Anhang: Schiöblers Oxforder und Florentiner „Quadratum geometricum“ von 1579/1599. Berlin 1960. (*Veröffentlichungen des Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salons — Forschungsstelle — Dresden-Zwinger*, Bd. 1.)
- [279] WURM, JOHANN FRIEDRICH: Über die Länge von Nürnberg. *Astronom. Nachricht.* 7, 1829, Sp. 213—216.
- [280] ZEDLER, JOHANN HEINRICH (Verleger): (Stichwort) *Horologium*. In: *Großes vollständiges Universal-Lexikon aller Wissenschaften und Künste*. Bd. 13, Leipzig und Halle 1735, Sp. 903—940.
- [281] ZINNER, ERNST: Die ältesten Räderuhren und modernen Sonnenuhren. Bamberg 1939. (*Naturforschende Gesellschaft Bamberg*, Bericht Nr. 28.)
- [282] ZINNER, ERNST: *Deutsche und niederländische Instrumente des 11. bis 18. Jahrhunderts*. München 1956.
- [283] ZINNER, ERNST: *Astronomiegeschichtliche Forschungen in Moskau und Leningrad*. *Forsch. und Fortschr.* 33, 1959, S. 104—106.
- [284] ZINNER, ERNST: *Alte Sonnenuhren an europäischen Gebäuden*. Wiesbaden 1963.
- [285] ZWICKER, CHRISTOFF: *Compendium Horologico-Sciotericum et Geometricum Oder Kurtzen Begriff von Abtheilung allerhand Sonnen Uhren . . . Nürnberg 1660*.
- [286] JOSTEN, C. H. (Bearb.): *A Catalogue of Scientific Instruments . . . from the Collection of J. A. Billmeir*. 2. Aufl. London 1955.
- [287] MADDISON, FRANCIS R. (Bearb.): *A Supplement to a Catalogue of Scientific Instruments. In the Collection of J. A. Billmeir*. Oxford und London 1957.
- [288] MADDISON, FRANCIS R.: *Early Astronomical and Mathematical Instruments. A brief survey of sources and modern studies. History of Science* 2, 1963, S. 17—50, insbes. S. 34—50 (Bibliographie).
- [289] PRZYPKOWSKI, TADEUSZ: *Deklinacja magnetyczna Warszawy z roku 1737 i problem wiarygodności przekazów deklinacji magnetycznej z zabytkowych zegarów słonecznych. Przegląd Geofizyczny* 1958, H. 1, S. 33—40 (Zus. in Engl.).
- [290] STICKER, BERNHARD: *Documenta Astronomica. Eine Ausstellg. histor. Instrumente und Dokumente zur Entwicklung d. astronom. Meßkunst*. Hamburg 23. 8. bis 5. 9. 1964. Katalog. Unter Mitw. von P. A. KIRCHVOGEL. Wiesbaden 1964. (Darin: P. A. KIRCHVOGEL: *Kunst und Künstler am wiss. Instrument*. S. 14—16).
- [291] *Geschichte der Technik* (von S. W. SCHUCHARDIN u. a.). Dt. Ausg. Leipzig 1964.

NAMENVERZEICHNIS

Mit + sind die Handwerker, Gelehrten und Künstler kenntlich gemacht, die Sonnenuhren, Kompass und andere Instrumente hergestellt oder beschrieben haben (bis etwa 19. Jh.). (Über Lebensdaten u. ä. vgl. den Text sowie die Literatur über europäische Meister: [9], [59], [66], [201], [207], [254], [282] und [288], über arabische Meister: [177], [206] und [250] und über chinesische Meister: [189].)

Durch kursiv gesetzte Seitenzahlen wird auf Instrumente der betreffenden Hersteller verwiesen.

- ABBAS, Schah 99
 ABELER, JÜRGEN 122
 + ABOUL HHASSAN 198
 + ABŪ-SA'ĪD (AL-ĞORGĀNĪ) 198
 + AEPINUS, FRANZ ULRICH THEODOR 56, 187
 + AGRICOLA 61
 ALAVI, BOZORG 10, 128
 ALBERTI, HANS-JOACHIM VON 134, 187
 ALBRECHT VON PREUSSEN 75
 D'ALEMBERT, JEAN 35, 189
 + ALEXANDER VON NECKAM 46, 80
 ALEXANDROFF, PAWEL SERGEJEWITSCH 187
 + AL-HAITHAM (ALHAZEN) 97
 ALISSOW, BORIS PAWLOWITSCH 92, 187
 + AL-ZACHŪRĪ 98
 AMEISENOWA, ZOFIA 127, 187
 + ANSCHÜTZ-KAEMPFE, HERMANN 66
 + APIAN, PETER 19, 199
 + AS-SŪFĪ 38
 AUGUST VON SACHSEN 132, 133
 + AZUNI, DOMINICO ALBERTO 53, 187

 BACHMANN, FRIEDRICH 112, 187
 BAGROW, LEO 54, 70, 187
 BAILLIE, GRANVILLE HUGH 187
 BALMER, HEINZ 27, 46, 53, 54, 61—63, 66—71, 76, 112, 187
 + BANG, DIETRICH 112
 BARENTIN, WILHELM 196
 + BARROW, SIR JOHN 81—84, 187
 BARTELS, JULIUS 11, 63, 187, 189, 197
 BASCHMAKOWA, ISABELLA GRIGORJEWNA 74, 187

 BASSERMANN-JORDAN, ERNST VON 14, 15, 17, 20, 24, 34, 37, 74, 139, 187, 188, 190, 198
 BAUER, LOUIS A. 67, 73, 84, 111, 187
 + BAUR, GEORG *siehe* AGRICOLA
 BECK, HANNO 10, 94, 187
 BECKER, FELIX 199
 + BEDOS DE CELLES 41
 BEER, ARTHUR 187
 BELSHÉ, J. C. 111, 187
 BEMMELN, WILLEM VAN 67, 73, 111, 187
 + BERINGER, DAVID 33, 110, 113, 121, 140, 144, 163
 BERNAL, JOHN D. 13, 78, 188
 + BERNIER 32, 41, 109, 113, 142
 + BEROSUS 14
 BERTELE, HANS VON 21, 22, 187, 188
 + BESSEL, FRIEDRICH WILHELM 22, 188, 197
 BIDLINGMAIER, FRIEDRICH 65, 188
 BIERMANN, KURT-REINHARD 10, 63, 188
 BILFINGER, GUSTAV 15, 19, 188
 BILLMEIR, J. A. 107, 200
 + BION, NICOLAS 25, 32, 33, 34, 39—42, 44, 55, 57, 107, 109, 113, 117, 145, 177, 188—190
 + BIOT, ÉDOUARD CONSTANTIN 77, 188
 + BIRD, JOHN 62, 188
 + BLAEU(W), WILLEM JANSZON 31
 + BLUME, FRIEDRICH 196
 BOBINGER, MAXIMILIAN 20, 22, 24—26, 31, 60, 75, 118, 131, 135, 188
 + BODE, JOHANN ELERT 53
 BOGUSLAWSKI, PALM HEINRICH LUDWIG PRUS VON 197

- BOJNICIĆ, IVAN VON 198
 BONELLI, MARIA LOUISA 31, 127, 188
 + BORDA, JEAN-CHARLES DE 62, 63
 BORCHARDT, LUDWIG 15, 18, 188
 + BOUCHER, FRANÇOIS 20
 + BRAHE, TYCHO 24
 + BRANDER, GEORG FRIEDRICH 21, 60, 62,
 118
 BRANDES, HEINRICH WILHELM 191
 BREUSING, ARTHUR 30, 31, 51, 188
 BRODIE, LAWRENCE SABINE 54, 57, 195
 BROMME, TRAUGOTT 63
 BROWN, LLOYD A. 69, 188
 + BÜRGI, JOST 21, 22
 + BUSCHMANN, DAVID 20
 + BUTTERF(1)ELD, MICHAEL 32, 41
 + CANTON, JOHN 56
 CASPAR, M. 193
 + CASSINI, JEAN DOMINIQUE GRAF VON 62
 + CASTRO, JOÃO 189
 ČENAKAL, VALENTIN L. 23, 33, 188, 189
 CHAPMAN, SIDNEY 11, 46, 63, 189
 CHAPUIS, ALFRED 17, 22, 62, 96, 189
 + CHHEN YUAN-CHHING 80
 + ČIZOV, N. G. 188
 COESTER, AUGUST 23, 189
 COHN, FRITZ 60, 189
 + COIGNET, MICHAEL 115
 + CORTÉS, MARTIN 55, 189
 + COULOMB, CHARLES-AUGUSTIN DE 56, 189
 CRAIG, JAMES IRELAND 103, 189
 + CUSANUS, NIKOLAUS VON 192
 DANNEMANN, FRIEDRICH 12, 76, 189
 DAUMAS, MAURICE 22, 32, 34, 39, 41, 59,
 62, 140, 142, 189
 DAVIES, DAVID 195
 DEFANT, ALBERT 9, 189
 + DELIUS, CHRISTOPH TRAUGOTT 61
 DIDEROT, DENIS 35, 189, 190
 + DOLLAND, JOHN SEN. 62, 107
 + DOPPELMAYR, JOHANN GABRIEL 24, 29,
 34, 39, 55, 188—190
 DRECHSLER, ADOLPH 10, 23, 190
 DRECKER, JOSEPH 14—16, 18, 34, 36, 38,
 190
 DUDZUS, WOLFGANG 10
 + DÜRER, ALBRECHT 37
 + DUNOD, CLAUDE 21
 EGGER, HERMANN 36, 190
 ENDERLEIN, VOLKMAR 10
 + ENGELBRECHT, JOHANN 33, 35, 124, 139
 bis 142, 144, 168
 ENGELMANN, MAX 10, 26, 60, 133, 190
 ENGELS, FRIEDRICH 12, 190
 ERTEL, HANS 10
 EUKLID 36
 + FALERO, FRANCISCO 189
 + FANG HSIU-SHUI 82—85, 90—96, 122,
 123, 129, 130, 145, 181—184
 FANSELAU, GERHARD 9, 65, 190
 FATIMA, TOCHTER DES 7. IMAM 129
 FELBER, HANS-JOACHIM 10
 FELDHAUS, FRANZ M. 11, 190
 FERRAND, GABRIEL 47, 107, 190
 FIORINIS, MATTEO 24, 31, 127, 190
 FISCHER, HANS-RICHARD 57, 66, 190, 199
 FLÜGGE, SIEGFRIED 197
 + FOUCAULT, LÉON 65
 + FOURNIER, GEORGES 54
 FRANK, JOSEF 97, 199
 FRANKS, WOLLASTON A. 23, 190
 + GALILEI, GALILEO 12
 + GAMBÉY, HENRY-PRUDENCE 62
 + GASSER, ACHILLES P. 62
 + GAUSS, CARL FRIEDRICH 63, 187, 188,
 190, 193, 194, 197
 + GEHLER, JOHANN SAMUEL TRAUGOTT 35,
 53, 55, 57, 63, 111, 190, 191
 GELCICH, EUGEN 47, 70, 191
 + GELLIBRAND, HENRY 73
 GERARDY, THEO 63, 197
 GERLAND, ERNST 12, 21, 23, 46, 55, 56,
 62, 67, 189, 191
 GIESECKE, HEINZ 10, 128, 129
 + GILBERT, WILLIAM 12, 54, 56, 65
 GINZEL, FRIEDRICH KARL 18, 132, 191
 GMELIN, CHRISTIAN GOTTLÖB 191
 + GÖBE, HANS 33, 109, 113, 138, 144, 151
 + GOIA, GIOVANNI 53
 + GRAFFENRIED(T), JOHANNES (HANS)
 RUDOLF VON 29, 34, 37, 38, 191
 + GRASS(E)L, LÖRENZ 110, 113, 142
 + GRAYDON, GEORGE 60
 GRIMM, JAKOB 27, 191
 GRIMM, WILHELM 27, 191

- GRÖTZSCH, HELMUT 10, 31, 36, 127, 134, 137, 140, 191
 GROTEFEND, HERMANN 132, 191
 GRUBE, WILHELM 79, 191
 GÜNTHER, SIEGMUND 21, 31, 66, 73, 127, 190, 191
 GUNTHER, ROBERT THEODOR 22, 33, 39, 59, 96, 99, 123, 191, 192
 + GUYOT DE PROVINS 46
- HABACHER, MARIA 22, 24, 192
 + HABERMEL, ERASMUS 26, 29, 133, 144, 152, 153
 + HABERMEL, JOSUA 60
 + HALLEY, EDMUND 189
 HARIG, GERHARD 9, 22, 192, 193, 194
 HARROD, H. D. 189
 + HARTMANN, GEORG 75, 76, 189
 HARTMANN, JOHANNES 48, 35, 127, 192
 HARTNER, WILLY 59, 105, 192
 HASAN, HADĪ 47, 97, 108, 192
 HASHIMOTO, MASUKICHI 77, 192
 HASLINDE, GUNDOLF 33, 44, 192
 HAUSSLEITNER, JOHANNES 199
 HECKSCHER, A. 193
 + HEINRICH VON CROLEWITZ 50
 HELLMANN, GUSTAV 9, 24, 25, 46, 51, 54, 66, 67, 69, 76, 189, 192, 193, 194
 HENNIG, RICHARD 11, 46, 88, 192
 HENNING, FRITZ 194
 HERWART VON HOHENBURG 68
 HESS, JEAN-JACQUES 47, 192
 HEYER VON ROSENFELD, FRIEDRICH 198
 HHASSAN *siehe* ABOUL HHASSAN
 HIGGINS, KATHLEEN 23, 32, 192
 HIPLER, FRANZ 125, 193
 + HIPPARCH VON NIZĀA 16, 29
 HIRTH, FRIEDRICH 97
 HITCHINS, HENRY L. 33, 36, 44, 57, 88, 193
 + HÖLDERICH, JOHANN NORBERT 110, 113, 138
 HOPPE, EDMUND 59, 193
 HOFFMANN, ELSA 10
 + HOOKE, ROBERT 22, 192
 + HORNER, JOHANN KASPAR 55, 57, 58, 60, 62, 76
 HORSKÝ, ZDENĚK 10, 75
 + HOURIET, JACQUES-FRÉDÉRIC 62
 HOUTSMA, MARTINUS THEODORUS 190, 193
 HUARD, P. 97, 193
- + HUMBOLDT, ALEXANDER VON 46, 63, 67, 71, 94, 95, 187, 188, 193, 194, 197
 + HUYGENS, CHRISTIAAN 12, 21, 22, 39, 193
 + IBN, AL-HAITHAM 97
 + IBN YŪNUS 98, 197
 + I. C. R. 110, 143
 IDELER, LUDWIG 193
- + JACQUES DE VITRY 46
 + JAMNITZER, WENZEL 190
 JANNASCH, ROBERT 117
 + JANSSON, JOHANNES 112
 JOSTEN, C. H. 200
 JUSCHKEWITSCH, ADOLF-ANDREJ PAWLOWITSCH 16, 74, 98, 187, 193
- KAEGI, ADOLF 192
 KARY-NIJAZOV, TAŠMUCHAMED NIJAZOVIČ 67, 101, 103—105, 193
 KAUTZLEBEN, HEINZ 10
 KEIL, KARL 193
 KELLNER, LOTTE 63, 193
 + KELVIN *siehe* THOMSON, WILLIAM
 + KEPLER, JOHANNES 12, 34, 66, 68, 190, 193
 + KHALIL (DJALIL), MUHAMMED 108
 + KHOU TSUNG-SHIH 80
 KIMBLE, GEORGE HERBERT T. 31, 193
 KIRCHVOGEL, PAUL ADOLF 13, 22, 193, 200
 KIRNBAUER, FRANZ 62, 193
 + KLAPROTH, JULIUS 46, 47, 53, 54, 77, 81, 83, 84, 87, 88, 94, 95, 97, 129, 130, 193
 + KNIGHT, G. 58
 KNOCH, KARL 9, 10, 193
 KÖNIG, WALTER 189
 KÖRBER, HANS-GÜNTHER 63, 69, 81, 114, 116, 119, 123, 126, 130, 188, 193, 194
 KOHLRAUSCH, FRIEDRICH 64, 194
 + KOLOTOSIN, ALEKSEJ IWANOWITSCH 188
 + KOLUMBUS, CHRISTOPH 70, 71, 192
 + KOPERNIKUS, NIKOLAUS 12
 + KRIGNER, SALOMON 30, 109, 113, 140, 157
- + LACHER, LORENZ 48, 49
 + LACHER, MORITZ 48
 + LAMONT, JOHANNES VON 63, 194
 LANGE, FRITZ GUSTAV 10
 LANGE, KRISTINA 122, 194

- + LANGLOIS, CLAUDE 32, 41, 109, 113, 140, 144, 161
- + LE MONNIER, LOUIS-GUILLAUME 111
- LENGNICH, GOTTFRIED 125, 194
- LENGNING, KLAUS 65, 194
- + LENOIR, ÉTIENNE 62
- + LE ROY, JULIEN 107
- + LEUTMANN, JOHANN GEORG 20
- LHOTSKY, ALPHONS 23, 194
- LIEOU SIEN-TCHEOU 96
- LIETZMANN, HANS 132, 194
- LINNÉ, CARL VON 23
- LIPPMANN, EDMUND O. VON 12, 46—48, 53, 54, 79, 80, 194
- + LITTRÖW, JOSEPH JOHANN VON 35, 191, 194
- LÖSCHNER, HANS 15, 20, 34, 35, 42, 43, 96, 194
- + LÖSEL, ALBRECHT 20, 39, 109, 115, 144, 175
- + LÖSER, Reichsgraf 134, 144, 165
- LOESKE, M. 17, 34, 195
- LOMONOSSOW, MICHAÏL WASSILEWITSCH 189
- LOSKE, LOTHAR M. 36, 195
- + LUBACH, FRANZ 22
- LUCKE, OTTO 10, 11, 195
- + LUDEWIG 74
- LÜHRS, W. 21, 28, 195
- MACARTNEY, GEORGE GRAF VON 81, 195
- MADDISON, FRANCIS R. 10, 34, 98, 107, 127, 200
- MARTENS, KLAUS 95
- + MARTIN, JOHANN 24, 30, 109, 113, 117
- + MATHESIUS, JOHANNES 61, 62, 193
- MAUERSBERGER, PETER 73, 195
- MAY, WILLIAM EDWARD 33, 36, 44, 54, 57, 88, 193, 195
- MAYER, LEO ARY 99, 128, 195
- MAYER, TOBIAS 28
- MCCAULY, EDWARD 105, 186
- + MERCATOR, GERHARD 189
- + MERIAN, MATHÄUS 112
- + METIUS, ADRIANUS 57, 60, 71, 195
- MEYER, FRANZ SALES 13, 195
- MICHEL, HENRI 59, 61, 99, 108, 127, 195
- + MICHELL 56
- MICHNIK, HUGO 36, 44, 195
- MIHALOVITS, JOHANN 61, 195
- MIKOVINY, SAMUEL VON 198
- MILLAS-VALLICROSA, J. M. 67, 195
- + MILLER, LEONHARD 25, 26, 39—42, 64, 109, 113, 115, 137, 144, 175
- MITCHELL, A. CHRICHTON 46, 66, 69, 76, 195
- MOHN, HEINRICH 52, 195
- + MÜLLER, JOHANNES *siehe* REGIOMONTAN
- + MÜLLER, LUDWIG THEODATUS 30, 73, 110, 113, 119
- MULTHAUF, ROBERT A. 23, 195
- MUHAMMAD, Prophet 129
- MUHAMMAD, Wesir (?) 129
- MUNCKE, GEORG WILHELM 191
- + MURER, JOOST 112
- + MUSSCHENBROEK, PIETER VAN 53
- + NAIRNE, EDWARD 22
- NAITHA, GEORG 10
- NEEDHAM, JOSEPH 10, 14, 47, 48, 77—82, 84, 87—90, 92, 93, 96, 97, 122, 123, 130, 195, 196, 199
- NEUBERT, KARL 61, 196
- NEUMAYER, GEORG VON 73, 111, 196
- + NEWTON, ISAAC 12
- NIPPOLDT, ALFRED 11, 48, 196
- + NORMAN, ROBERT 53, 63, 72, 76
- + NUNES, PEDRO 189
- + ODELEM, 30, 60, 137, 144, 159
- OETTEL, H. 199
- OETTINGEN, ARTHUR VON 193
- + OLEARIUS, ADAM 101, 196
- OSTWALD, WILHELM 192
- + PACHECO, DUARTE 193
- + PADUANUS, JOHANNES 34, 196
- PÄTZ, KURT 10, 45
- + PALLADIUS 15
- PASCHKE, GÜNTER 10
- PAUL II., Papst 24, 25
- + PEDRO DE MEDINA 49, 53, 56, 57, 66, 71, 76
- + PENTHER, JOHANN FRIEDRICH 21, 34, 37, 139, 166, 196
- + PEREGRINUS, PETRUS 46, 47, 50, 53, 55, 56, 65, 67—72, 187, 189, 199
- PERLICK, ALFONS 63, 197
- PETIT 20
- + PFAB, ANDREAS 136

- + PFERSICH *110, 117*
 PFAFF, CHRISTOPH HEINRICH 191
 PLAVEC, MIROSLAV 75
- + POGGENDORFF, JOHANN CHRISTIAN 9, 17, 63, 196
- POPE, ARTHUR POPHAM 192
- + PRÄTORIUS, JOACHIM *131, 144, 171*
- PRICE, DEREK J. DE SOLLA 10, 12, 97, 99, 127, 196
- + PRONY, GASPARD CLAIR FRANÇOIS DE 62
- PRZYKOWSKI, TADEUSZ 111, 200
- + PTOLEMÄUS 16, 29
- + PURMANN, MARKUS 75
- RABENALT, ANSGAR** 23, 196
- + RAMSDEN, JESSE 62
- + REGIOMONTAN 16, 23
- REHM, ALBERT 51, 196
- REICHENSBERGER, AUGUST 48
- RENAUD, H. P. J. 98, 196
- + REPSOLD, JOHANN ADOLF 22, 67, 196
- + RICHARDUS *109, 121*
- ROGER BACON 68, 70
- + ROGER NORTH OF JESUS 39
- ROHDE, ALFRED 21—23, 33, 60, 64, 128, 196
- ROSE, GERHARD 54, 196
- ROSENFELD, BORIS ABRAMOWITSCH 16, 98, 193
- RUDORFF, ADOLF 59, 196
- RUNCORN, STANLEY KEITH 11, 197
- SARTON, GEORGE 16, 34, 48, 197
- SAUSSURE, LEOPOLD DE 77, 86—88, 90, 96, 107, 130, 197
- + SAVERY, SERVINGTON 56
- SAYILI, AYDIN 195
- SCHARDIN, JOACHIM 10
- + SCHISSLER, CHRISTOPH SEN. 22, 24, 25, 26, 33, 39, 52, 60, 61, 75, 109, 113, 135, 137, 144, 149, 150, 188, 200
- SCHLEIF, W. 53, 197
- SCHLOSSER, JULIUS VON 23, 197
- SCHMIDT, ADOLF 56, 64, 197
- SCHMIDT, FRITZ 14, 30, 59, 197
- SCHMIDT, GEORG 94, 197
- SCHMIDT, M. 62
- SCHOENBERG, ERICH 63, 197
- SCHOY, CARL 16, 38, 97, 98, 103, 104, 106, 197, 198
- + SCHRETTEGGER, JOHANN NEPOMUK 73, 110, 113, 116, 142
- SCHUCHARDIN, S. W. 200
- SCHÜCK, ALBERT 12, 46, 50, 51, 55, 57, 58, 60, 62, 67, 77, 86, 88, 133, 191, 198
- SCHUMACHER, HEINRICH CHRISTIAN 188
- + SCHWENTER, DAVID 39
- + SCULTETUS, BARTOLEMÄUS 28
- + SEYFRIED, G. P. 121
- SEDILLOT, JEAN-JACQUES 103, 105, 198
- + SHEN KUA 80
- + SHORT, JAMES 62, 188
- + SIBT AL-MĀRIDINĪ 16
- SIEBMACHER, JOHANN 125, 198
- SOMMERFELD, ARNOLD 66, 198
- + SONNDORFER, RUDOLF 35, 198
- + S. P. *127*
- SPACKMAN, H. SPENCER 15
- STAUNTON, SIR GEORGE 195
- STEINHAUSEN, GEORG 23, 198
- + STEVINUS, SIMON 189
- STICKER, BERNHARD 10, 93, 200
- STILLER, HEINZ 11, 195
- + STÖFFLER, JOHANNES 34, 38, 198
- + STOLTZ, E. M. 22
- + STRAUCH, LORENZ 112
- + STURM, LEONHARD CHRISTOPH 34, 198
- SUHEYL UNVER, A. 97, 198
- SUNDERMANN, WERNER 10, 103, 128
- + SU SUNG 97
- SUTER, HEINRICH 98, 196, 198
- SZEMBEEK, CHRISTOPH JOHANN GRAF VON 125
- + TAHR, MUHAMMAD *99—106, 108, 128, 145, 185, 186*
- TÁRCZY-HORNOCH, ANTON 61, 198
- TAYLOR, EVA GERMAINE R. 54, 198
- + TEXTOR, JOHANN MARTIN FRIEDRICH *21, 33, 136, 138, 144, 160*
- THIEME, ULRICH 199
- + THOMSON, WILLIAM 55, 65, 199
- TRALLES, JOHANN GEORG 35
- TRAUMÜLLER, FRIEDRICH 12, 21, 23, 56, 191
- + TRECHSLER, CHRISTOPH *30, 136, 144, 154*
- + TRECHSLER, LORENZ 136
- + TROSCHEL, HANS *27—29, 39—42, 109, 113, 114, 144, 174*
- TSCHENAKAL *siehe ČENAKAL, VALENTIN L.*

- + TSCHIRNHAUS, EHRENFRIED WALTER VON 33, 143, 199
- + TSÛNG KUNG-LIANG 80
- + TUCHER, HANS 28, 29, 64, 109, 113, 114, 144, 173
- + ULÛG BEG 67, 104
- + VENANSON, FLAMINIUS 53, 199
- + V. H. M. 126
- + VIGNERON, T. 128, 145, 180
- VIOLET, RENÉE 10, 95
- + VOGLER, ANDREAS 30, 64, 143
- + VOGLER, JOHANN GEORG 30, 110, 113, 143, 144, 158
- + VOLCKMER, TOBIAS 112
- WAGNER, HERRMANN 24, 26, 27, 47, 70, 199
- WANG CHEN-TO 77, 78, 81, 199
- WANG LING 97, 196
- + WANG NIANG-HSI 130
- + WEBER, WILHELM 63
- + WECHTER, HANS 112
- WEHNER, HEINRICH 48, 199
- WENSINCK, ARENT JAN 190
- WERNER, HELMUT 29, 199
- WIEDEMANN, EILHARD 46, 55, 97—99, 199
- + WILLEBRAND, JOHANN 21, 30, 53, 74, 109, 113, 116, 143—145, 162, 176
- WILLIAMS, C. A. S. 90, 130, 199
- WINTER, HEINRICH 50, 56, 67—70, 80, 199, 200
- WIRTZ, CARL W. 60, 200
- WITTSTEIN, ARMIN 81, 83, 193
- + WOEPKE, FRANZ 18
- WOLF, RUDOLF 14, 16, 200
- WOLKENHAUER, AUGUST 24, 200
- WONG, M. 97, 193
- WÛRSCHMIDT, JOHANNES 101, 200
- + WU I-HENG 87, 129, 145, 182
- WUNDERLICH, HERBERT 10, 39, 200
- WURM, JOHANN FRIEDRICH 28, 200
- YANG, EN-LIN 10, 90, 122
- ZAUNICK, RUDOLPH 199
- ZEDLER, JOHANN HEINRICH 35, 200
- + ZIMMER, J. G. 44, 64, 110, 113, 134, 165
- ZINNER, ERNST 10, 14—18, 21—26, 29—31, 33, 34, 60, 67, 68, 75, 97, 114—122, 124, 125, 131, 133—143, 200
- + ZWEIDLER, PETRUS 112
- + ZWICKER, CHRISTOFF 34, 200

VERÖFFENTLICHUNGEN
des
Staatlichen Mathematisch-physikalischen Salons

— Forschungsstelle —
Dresden-Zwinger

Band 1

H. WUNDERLICH

Das Dresdener „Quadratum geometricum“ aus dem Jahre 1569

von Christoph Schiöbler d. Ä., Augsburg, mit einem Anhang: Schiöblers Oxforder und Florentiner „Quadratum geometricum“ von 1579/1599

1961, 93 Seiten, 47 Abbildungen, L 7 N, broschiert, 8,50 MDN

Band 2

H. GRÖTZSCH

Die ersten Forschungsergebnisse der Globusinventarisierung in der DDR

Ein Beitrag zur Internationalen Weltinventarisierung durch die UNESCO

1963, 202 Seiten, 32 Abbildungen, L 6 N, broschiert, 18,— MDN

In Vorbereitung

Band 4

E. CHOJECKA

Astronomische und astrologische Darstellungen und Deutungen bei kulturhistorischen Betrachtungen alter wissenschaftlicher Illustrationen des 15.—18. Jh.

Band 5

Bericht über das II. Internationale Symposium des Coronelli-Weltbundes der Globuswissenschaftler, Dresden, Oktober 1965

VEB DEUTSCHER VERLAG DER WISSENSCHAFTEN · 108 BERLIN

D. J. STRUIK

Abriß der Geschichte der Mathematik

Übersetzung aus dem Amerikanischen

3., berichtigte Auflage

1965, XV/237 Seiten, L 7 N, broschiert, 9,— MDN

„Der vorliegende Überblick über die Entwicklung der Mathematik reicht von der älteren Steinzeit bis zum Ende des 19. Jh. Obwohl natürlich der begrenzte Umfang des Werkes nicht zuläßt, alle bemerkenswerten Details der Mathematikgeschichte zu behandeln, ist die Fülle der beschriebenen Einzelheiten erstaunlich. Eine ausführliche Literaturübersicht erleichtert weiterreichende Studien...“

D. S.

Wissenschaft und Fortschritt

Heft 1 (1964)

A. P. JUSCHKEWITSCH / B. A. ROSENFELD

Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter

Sonderdruck aus „Sowjetische Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaft“

1963, 104 Seiten, L 6 N, broschiert, 7,50 MDN

In dieser Broschüre wird die Mathematik des Ostens im Mittelalter unter Berücksichtigung der Besonderheiten untersucht, die ihre Entwicklung in China, Indien wie in den Ländern des Nahen und des Mittleren Ostens im einzelnen bewirkt haben. Das Hauptziel der Arbeit ist es, zu weiteren Forschungen anzuregen, die nicht nur zu Ergänzungen, sondern auch zu wesentlichen Präzisierungen oder Berichtigungen führen werden. Abgesehen davon kann diese Broschüre als Ergänzung des beliebten Bändchens „Abriß der Geschichte der Mathematik“ von D. J. Struik dienen.

VEB DEUTSCHER VERLAG DER WISSENSCHAFTEN · 108 BERLIN

