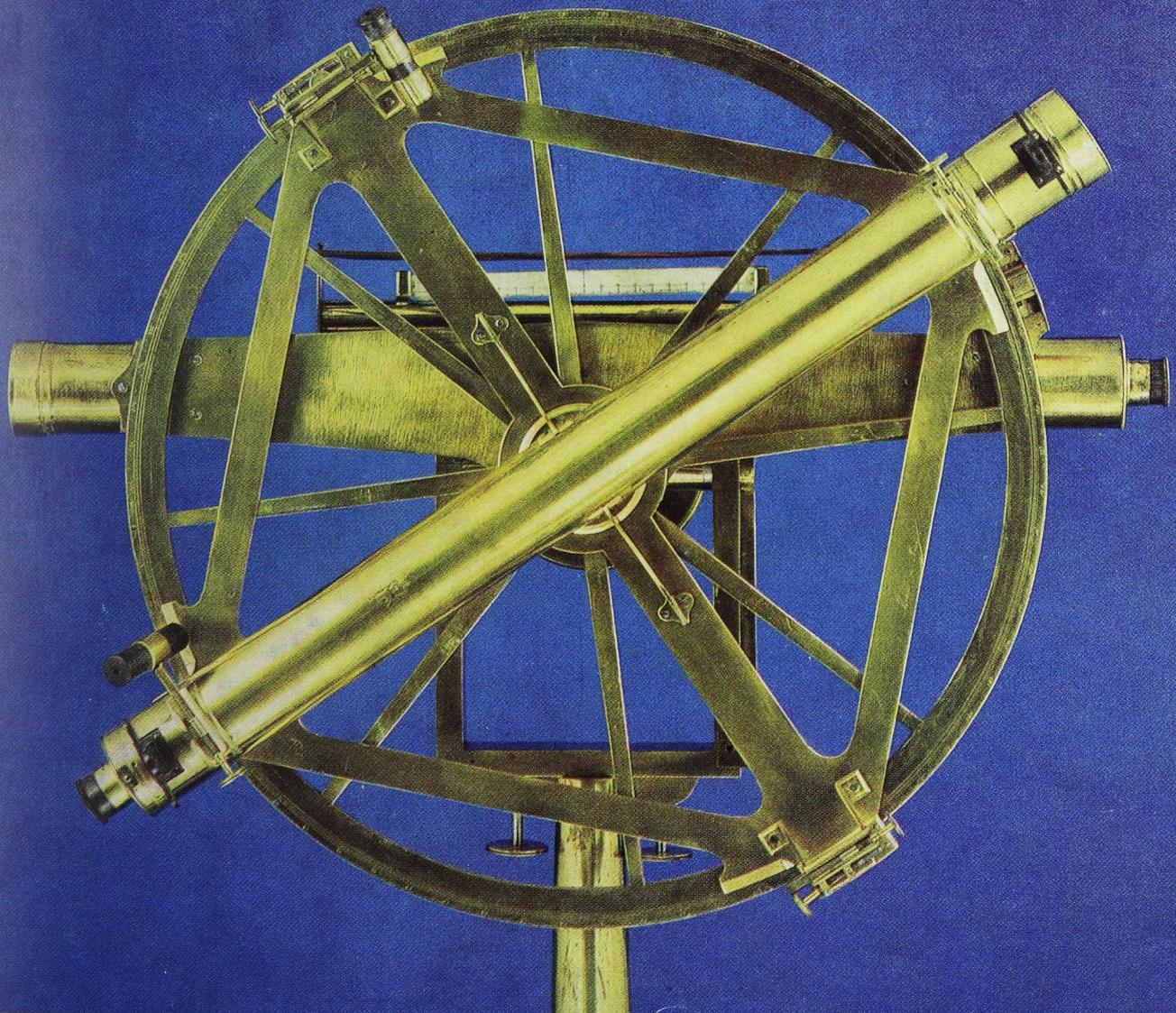


# Astronomische Instrumente





*Staatlicher  
Mathematisch-Physikalischer Salon  
Dresden Zwinger*

---

# Astro- nomische Instrumente

*Katalog*

*Bearbeitung: Helmut Schramm*

# Vorwort

Im vorliegenden Katalog stellt der Staatliche Mathematisch-Physikalische Salon Dresden erstmals die Sammlungsgruppe „Astronomische Instrumente“ geschlossen der Öffentlichkeit vor. Sie umfaßt u. a. Linsenfernrohre, Spiegelteleskope, Passageinstrumente, Quadranten sowie Halb- und Vollkreisinstrumente aus dem 17. bis 19. Jahrhundert. Einige der hier vorgestellten Instrumente dokumentieren die Tatsache, daß astronomische und geodätische Meßprobleme häufig eng miteinander verknüpft sind. Dies spiegelt sich in einer teilweise engen Verwandtschaft von Instrumentenkonstruktionen für die Lösung astronomischer bzw. geodätischer Meßaufgaben wider.

Eine etwas umfangreicher gehaltene Einführung in die historische Entwicklung und die Anwendung ausgewählter Instrumentengruppen soll sowohl dem Fachmann als auch dem historisch besonders interessierten Besucher wesentliche Informationen vermitteln und helfen, die beschriebenen Instrumente in diese Entwicklung einzuordnen. Dabei ist es im Rahmen des vorliegenden Kataloges nicht möglich, Bezüge zum gesellschaftlichen Umfeld und zu Entwicklungen in anderen Wissenschaftsdisziplinen darzustellen.

Der beschreibende Teil des vorliegenden Kataloges soll neben den bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt vorliegenden Daten sowie Konstruktions- und Funktionsdetails der Instrumente auch Angaben über die historische Position der Geräte und ggf. über spezielle wissenschaftliche Aufgabenstellungen, denen sie zu dienen hatten, zusammenfassen. Hierzu sei an dieser Stelle bemerkt, daß die Erforschung und Auswertung aller im vorliegenden Zusammenhang möglicherweise relevanten Quellen als noch bei weitem nicht abgeschlossen zu betrachten ist.

Im Abbildungsteil hat der größte Teil der in der Ausstellung gezeigten Instrumente Aufnahme gefunden. In diesem Zusammenhang wurde vom Verfasser des Kataloges erstmals eine größere Anzahl wesentlicher Kenndaten dieser Instrumente experimentell bestimmt und in den Katalog aufgenommen.

Damit hoffen wir, vielen Wünschen nach detaillierten Informationen über die ausgestellten Instrumente nachkommen zu können.

Dr. sc. K. Schillinger  
Direktor

# Die Entwicklung des Linsenfernrohrs

Das Bedürfnis, das menschliche Auge beim Erkennen von Objekten, die sich in größerer Entfernung befinden, auf irgendeine Weise zu unterstützen, ist schon sehr früh nachweisbar. Bereits im Altertum und im Mittelalter wurden linsenlose Sehrohre zum Visieren benutzt. Dieses Hilfsmittel findet sich nachweislich schon bei den Griechen, während erst die Araber dieses Prinzip häufiger für astronomische Beobachtungen benutzt zu haben scheinen. Das Funktionsprinzip dieses einfachen Visierhilfsmittels beruht auf der bereits zur damaligen Zeit bekannten Tatsache, daß beim Sehen durch kleine Blendenöffnungen das anvisierte Objekt schärfer, deutlicher und heller erscheint, ein Effekt, der physikalisch-optisch nicht erklärbar ist, sondern physiologische Ursachen hat. Dieser Effekt wird wirksam unterstützt durch Einsetzen der Blenden in ein langes Rohr, wodurch seitliches Störlicht weitgehend abgeschirmt wird. Darüberhinaus nehmen verschiedene Beobachter beim Visieren durch enge Blenden oder Röhren die anvisierten Objekte subjektiv unterschiedlich mit geringfügig vergrößertem oder verkleinertem Abbildungsmaßstab wahr. Dieser Effekt ist von sehr komplexer Natur und auch bei sämtlichen Fernrohranordnungen für visuelle Beobachtung wirksam. Unter den Arabern, die sich mit Optik beschäftigt haben, ragt insbesondere Ibn al HAITHAM (auch ALHAZEN genannt) hervor. Wahrscheinlich 996 in Basra geboren, verbrachte er den größten Teil seines Lebens jedoch in Kairo. Mit seinen Kenntnissen über Optik war er in manchem den Griechen überlegen. Sein Werk über Optik galt bis zur Zeit KEPLERS neben der Optik EUKLIDS als wichtigstes Werk auf diesem Gebiet. ALHAZEN beschreibt als erster die Anwendung einer Linse zu Abbildungszwecken, indem er erwähnt, daß ein gläsernes Kugelsegment ein vergrößertes Bild von einem untergelegten Objekt wie z. B. Schrift liefert.

Für das Bearbeiten von Werkstoffen durch Schleifen, das mit zu den ältesten handwerklichen Verrichtungen der Menschheit gehört, liegen bereits aus der jüngeren Steinzeit Beweise in Form zahlreicher mit großer Geschicklichkeit geschliffener Objekte vor. Wann erstmalig ein Schleifprozeß und das nachfolgende Glätten der Schleifflächen durch Polieren auf durchsichtige Stoffe und insbesondere auf Glas angewandt wurde, ist bis heute nicht bekannt. Eine bedeutende Anzahl derartiger so bearbeitete Fundstücke aus dem Zeitraum von etwa

2300 v. u. Z. bis etwa 550 u. Z. von einer größeren Zahl weitverstreuter Fundorte sind als Belegstücke bekannt. Sie zeigen, daß die technischen Voraussetzungen für die Erfindung optischer Anordnungen vom Typ eines Fernrohrs schon sehr lange erfüllt waren.

Zweifellos müssen schon lange vor der Erfindung des Fernrohres überraschende Bildwirkungen beim Hintereinanderhalten von Linsen bemerkt worden sein. Die älteste Nachricht, die sich auf ein Fernrohr beziehen könnte, findet sich in einem Werke aus dem Jahre 1267 mit dem Titel „Opus majus“ („Das große Werk“) des in England lebenden Roger BACO (BACON), der als der wohl vielseitigste Naturwissenschaftler seiner Zeit gilt. Die Grundlagen seiner Arbeiten über Optik gehen höchstwahrscheinlich auf ALHAZEN zurück, dessen Werk über Optik im 13. Jh. von VITELLO ins Lateinische übertragen worden war. In BACONS Ausführungen über die Lupenwirkung von Kugelsegmenten aus Glas erscheint Richtiges und Falsches vermischt, jedoch gelangen ihm auch Voraussagen von größter Bedeutung. So findet sich in seinem Werke eine Textstelle, die eindeutig die Anordnung von Linsen in Form eines Fernrohrs beschreibt. Allerdings ist ebenso eindeutig festzustellen, daß diese Darstellung als recht phantastisch einzuschätzen ist und von einer realen praktischen Erfindung des Linsenfernrohrs noch weit entfernt ist. Es ist bis heute nicht nachweisbar, ob BACON irgendwelche Versuche über Fernrohranordnungen angestellt hat.

Ein Jahrhundert nach dem Tode BACONS griff Leonardo da VINCI (geb. 1452 zu Vinci bei Empoli, gest. 1519 im Schloß Clos-Lucé [Cloux] bei Amboise) dessen Gedanken wieder auf, als er sich um 1490 auf der Grundlage des Werkes von VITELLO und der Schriften BACONS eingehend mit optischen Problemen zu befassen begann. In einer in seinem Hause eingerichteten Sternwarte führte er astronomische Beobachtungen aus, und es wird berichtet, daß er hierbei eine Sammellinse benutzt habe.

Im Jahre 1538 findet sich in dem zu Venedig erschienenen Werk „Homocentrica“ von Hieronymus FRACASTORO der Satz: „Es werden Brillengläser so dicht aneinandergereiht, daß, wenn jemand den Mond oder ein anderes Gestirn dadurch betrachtet, er es nicht weiter entfernt hält als Türme.“

In dem Werk „Magia naturalis“ von Johann Baptista della PORTA vom Jahre 1553 in der Ausgabe von 1589 findet sich folgende Textstelle: „Konkave Linsen lassen ferne Gegenstände, konvexe nahe sehr deutlich wahrnehmen. Wenn man beide richtig zusammensetzen könnte, so würde man ferne wie nahe Gegenstände deutlicher sehen.“

Mit diesem Entwicklungsabschnitt war eine wichtige Vorstufe zur Erfindung des Linsenfernrohres erreicht. Die Aufgabe bestand nun darin, eine effektiv brauchbare Lösung für eine praktische Ausführung zu finden.

Der Name des Erfinders sowie das tatsächliche Erfindungsdatum des Linsenfernrohrs sind bis heute nicht bekannt. In der Literatur finden sich die z. T. einander widersprechendsten Angaben, und es ist sehr schwer, wenn nicht teilweise unmöglich, heute den wahren Sachverhalt zu rekonstruieren, da bereits kurze Zeit nach dem Auftauchen der ersten Linsenfernrohre von den verschiedensten Seiten Prioritätsansprüche an dieser Erfindung angemeldet wurden. Mit großer Wahrscheinlichkeit jedoch, wenn auch nicht mit absoluter Sicherheit beweisbar, sind die ersten Linsenfernrohre kurz nach 1600 in dem kleinen Ort Middelburg, auf der Insel Walcheren in der Provinz Seeland gelegen, erfunden worden.

Sieht man von einer Anzahl schriftlicher Zeugnisse ab, die untereinander widersprüchlich sind, so sind die ältesten verbürgten Dokumente über die Erfindung des Fernrohrs in Form einiger Protokolle der niederländischen Generalstaaten aus dem Jahre 1608 überliefert, die erst im Jahre 1831 wieder aufgefunden und veröffentlicht wurden. Nach diesen Urkunden hätte als Erfinder Johann (Hans) LIPPERHEY (geb. zu Wesel wahrscheinlich 1560, gest. 1619 zu Middelburg) zu gelten. Er lebte seit 1594 in Middelburg als Linsenschleifer und Brillenmacher, wo er seit 1602 auch als Bürger ansässig war. Mit dem von ihm erfundenen Fernrohr, das aus einer konvexen und einer konkaven Linse von Bergkristall bestand und von ihm als „Kijker“ (auch „Kijkglas“ oder „Verrekijker“) bezeichnet wurde, wandte er sich am 2. Oktober 1608 an die Generalstaaten in Haag mit dem Ersuchen um ein Patent für 30 Jahre oder ein Jahresgehalt. Ein Patent wurde ihm jedoch abgeschlagen, „da schon viele andere Kenntnis von der Erfindung erhalten hätten“ und sich inzwischen herausgestellt hatte, daß außer ihm weitere Hersteller von Fernrohren aufgetreten waren.

Einer dieser Konkurrenten LIPPERHEYS war Jakob (Jacob) ADRIAANSZON, genannt METIUS, aus Alkmaar, der Bruder von Adrian METIUS, einem bekannten Geometer. Er hatte sich zur gleichen Zeit wie LIPPERHEY mit der Konstruktion eines Fernrohrs beschäftigt und das Instrument am 17. Oktober 1608, also nur 15 Tage nach LIPPERHEY, den Generalstaaten in Haag vorgelegt und ebenfalls um ein Patent hierfür nachgesucht. Sein Antrag wurde unter Gewährung einer Belohnung von 100 Gulden gleichfalls abgelehnt.

Als ein weiterer Anwärter beanspruchte der Brillenmacher Zacharias JANNSEN aus Middelburg für sich die Priorität als Erfinder des Linsenfernrohrs, und bis zur Auffindung der Dokumente aus dem Jahre 1608 wurde er lange Zeit als solcher angesehen.

Es ist nicht vollständig ausgeschlossen, daß die Erfindung von Linsenfernrohren bereits vor dem Jahre 1608 erfolgt sein könnte, jedoch aus Gründen militärischer Geheimhaltung nicht früher an die Öffentlichkeit dringen konnte.

Von größter Bedeutung für die weitere Entwicklung wurde, daß der berühmte Physiker Galileo GALILEI (geb. 1564 zu Pisa, gest. 1642 zu Arcetri) um die Mitte des Jahres 1609 in Venedig die erste Nachricht von der Erfindung des Fernrohrs erhielt. Unmittelbar nach seiner Rückkehr nach Padua, wo er die Professur für Mathematik innehatte, ging er mit Hilfe dort verfügbarer Linsen an die Konstruktion eines Fernrohrs, das aus einer plankonvexen und einer plankonkaven Linse bestand. In seinem Anfang des Jahres 1610 erschienenen Werk „Sidereus nuncius...“ beschreibt er seine Konstruktion und weist gleichzeitig für seine Person den Ruhm der Erfindungspriorität eindeutig zurück. Während sein erstes Instrument eine Linearvergrößerung von etwa  $3\times$  aufwies, besaßen die nächsten von ihm hergestellten Instrumente bereits Linearvergrößerungen von ca.  $8\times$  und ca.  $30\times$ . Die freien Öffnungsdurchmesser seiner Objektive lagen in der Regel bei  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  der Linsenaußendurchmesser, um die Abbildungsfehler dieser einfachen Objektive in erträglichen Grenzen zu halten. Im „Museo di Storia della Scienza“ („Museum der Geschichte der Wissenschaften“) zu Florenz werden zwei seiner Originalinstrumente zusammen mit einer allerdings zerbrochenen Objektivlinse aus seiner Hand aufbewahrt, mit der ihm die Entdeckung der Jupitermonde gelang. Diese Linse besitzt eine Brennweite von 168,9 cm und einen Außendurchmesser von 5,8 cm. Das eine der beiden Fernrohre besteht aus einem Kartonrohr von 4 Fuß Länge und 2 Zoll Durchmesser. Sein Objektiv besitzt einen Linsenaußendurchmesser von 5,1 cm, eine freie Öffnung von 2,6 cm und eine Brennweite von 132,7 cm. Die Vergrößerung beträgt  $14\times$ . Das zweite dieser beiden Instrumente enthält ein Objektiv mit einem Linsenaußendurchmesser von 3,7 cm, einer freien Öffnung von 1,6 cm und einer Brennweite von 95,6 cm. Die Fernrohrvergrößerung beträgt  $19,5\times$ .

Im Kreise der Persönlichkeiten um GALILEI wurde erstmals das Wort „Teleskop“ für dieses neue Instrument geprägt und von Frederick CESI am 14. April 1611 auf einem Festmahl zu Ehren von GALILEI bekanntgemacht.

GALILEI gebührt das Verdienst, mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit als erster das Fernrohr ausgiebig zu astronomischen Beobachtungen benutzt zu haben, die zum großen Teil revolutionierende Entdeckungen brachten. Diese Entdeckungen, die mit Fernrohren gemacht wurden, deren optische Leistungsfähigkeit nach heutigen Maßstäben bescheiden anmutet, haben die wissenschaftliche Welt damals weit mehr in Aufregung versetzt, als es heute Beobachtungen mit den größten derzeit verfügbaren Instrumenten vermögen. Was GALILEI der Wissenschaft mit Hilfe seines Fernrohrs innerhalb weniger Monate an grundlegender Erkenntnis vermittelt hat, wird für immer staunenswert bleiben.

Mit seiner Entdeckung der Mondgebirge erkannte er

die Mondoerfläche als der Erdoberfläche ähnlich. Er entdeckte den Aufbau der Milchstraße aus Sternanhäufungen. Im Januar 1610 sah er als erster die 4 hellsten Monde des Planeten Jupiter, die damals zu Ehren der MEDICIS „Medici-Sterne“ genannt wurden, und bestimmte ihre Umlaufzeiten und Verfinsterungen. Ihm gelangen die Entdeckungen der 2 Saturnmonde und der vermeintlichen Dreigestalt des Planeten Saturn, den er als „tricornoporeus“ bezeichnete, indem er den Saturnring als zwei begleitende Planeten zu erkennen glaubte. Er erkannte den Lichtphasenwechsel des Planeten Venus. Ihm gelangen die Entdeckungen von 40 Sternen in den Plejaden, von Sternanhäufungen in den Sternbildern Orion und Praesepe (Krippe). Im Jahre 1637, also ein Jahr vor seiner Erblindung, entdeckte er die Libration des Mondes. Die Entdeckung und Beobachtung der Sonnenflecken erfolgte außer durch ihn fast gleichzeitig und unabhängig voneinander noch durch Christoph SCHEINER und durch Johannes FABRICIUS.

Der Astronom Johannes KEPLER (geb. 1571 zu Weil der Stadt [Württemberg], gest. 1630 zu Regensburg) begann unmittelbar nachdem er Kunde von der Erfindung des Fernrohrs erhalten hatte, seine Arbeiten über Optik voranzutreiben. In seinem 1611 in Augsburg erschienenen Werk „Dioptrice“ („Dioptrik“) veröffentlichte er den völlig neuen Gedanken einer Theorie des Fernrohrs. Wesentlich hierbei ist, daß KEPLER seine Untersuchungen nicht auf einzelne Linsen beschränkte, sondern auch Linsencombinationen untersuchte. So kommt er auf rein theoretischem Wege zur Erfindung des astronomischen Fernrohrs, das damit entwicklungsgeschichtlich das erste optische Instrument darstellt, das auf rein theoretischem Wege erfunden wurde. Entwicklungssystematisch betrachtet kann sein Funktionsprinzip auf die Funktionsprinzipien von Camera obscura und Lupe zurückgeführt werden.

Das gleiche Werk enthält außerdem neben einer Theorie des Fernrohrsystems nach GALILEI die ebenfalls von KEPLER stammende Konstruktion eines Fernrohrs mit Bildumkehrsystem, des „terrestrischen Fernrohrs“. KEPLER hat niemals versucht, seine Konstruktionen selbst praktisch zu realisieren, um etwa ihre Wirkungen zu erproben.

Die ersten praktischen Realisierungen der Strahlengangsarrangierungen nach KEPLER stammen von dem Jesuitenpater Christoph SCHEINER, geb. 1575 zu Wald (Walda) bei Mindelheim (Mündelheim), gest. 1650 zu Neiße.

Sein mehrbändiges Werk „Rosa Ursina, . . .“, das in den Jahren von 1626 bis 1630 in Bracciano erschien, enthält eine Stelle, aus der zu schließen ist, daß die Herstellung seines ersten astronomischen Fernrohrs in die Jahre 1613 oder 1617 fällt. Im zweiten Band dieses Werkes beschreibt er das astronomische Fernrohr einschließlich einer Analyse des Lichtstrahlenweges durch die Einzelinsen. Diese Literaturstelle ist weiter dadurch bemerk-

enswert, daß sie als erste Quelle für das Auftreten der Bezeichnung „Objektiv“ und „Okular“ anzusehen ist. Auf SCHEINER geht die Herstellung eines Gerätes zurück, dessen Konstruktionsbeschreibung bereits von KEPLER in seinem Werk „Dioptrice“ veröffentlicht wurde, und das von SCHEINER „Heliotropium Telioscopicum“ oder auch kurz „Helioskop“ genannt und von ihm (wahrscheinlich seit 1618) zur Projektion von Sonnenflecken auf einen Schirm verwendet wurde, ein Verfahren, das sich für Demonstrationszwecke ebenso wie für Meßzwecke sehr gut eignet. Das Prinzip besteht in der Verwendung eines Fernrohrs zur Projektion bei entsprechendem vergrößertem Okularauszug. SCHEINER erkannte, daß diese Anwendungsmöglichkeit sowohl für das astronomische Fernrohr nach KEPLER, das hierbei aufrechtstehende Bilder liefert, als auch beim Fernrohrsystem nach GALILEI besteht, bei dem das Projektionsbild kopfstehend ist. Damit gebührt SCHEINER einmal das Verdienst, als erster Messungen mit Hilfe eines Fernrohrs ausgeführt zu haben, indem er mit einer solchen Fernrohrprojektionseinrichtung Messungen der Größe und Bewegung von Sonnenflecken vornahm. Zum anderen geht damit auf ihn die erste Anwendung eines Teleobjektivs zurück, wie es heute für photographische Zwecke benutzt wird.

Im Jahre 1614 stellte SCHEINER das erste terrestrische Okular her und realisierte damit in der Praxis das von KEPLER theoretisch entworfene terrestrische Fernrohr.

Dem Pater Antonius Maria v. SCHYRLÄUS (genannt SCHYRL DE RHEITA) gebührt das Verdienst, das terrestrische Fernrohr so verbessert zu haben, daß es seinen endgültigen Siegeszug antreten konnte.

Kennzeichnend für die weitere Entwicklung des Linsenfernrohrs ist das ausgeprägte Streben nach hohen Vergrößerungsfaktoren und nach übergroßen Objektivbrennweiten. Vor der Erfindung des achromatischen Objektivs gab es für eine Verringerung der erheblichen Abbildungsfehler, die einem einfachen, aus nur einer Sammellinse bestehenden Objektiv eigen sind, nur zwei Möglichkeiten. Erstens können die durch randnahe Strahlenbündel verursachten Abbildungsfehler verringert werden durch Abblenden der Objektivöffnung bis auf einen möglichst achsennahen Bereich. Dies hat neben einer starken Verringerung der Bildhelligkeit eine Restunschärfe zur Folge, die eine Anwendung stärkerer Okulare zur Erzielung höherer Vergrößerungen ausschließt. Als zweite Möglichkeit blieb entsprechend dem von Christian HUYGENS (geb. 1629 zu Haag, gest. 1695 ebenda) gefundenen Zusammenhang, daß die Fernrohrvergrößerung gleich ist dem Quotienten aus Objektivbrennweite und Okularbrennweite, die Anwendung von Objektiven möglichst großer Brennweite. Nach diesem Gesichtspunkt konstruierten HUYGENS sowie seine Nachfolger CAMPANI, DIVINI, COX, AUZOUT, TSCHIRNHAUS, HEVELIUS und andere ihre

Fernrohre mit extrem großen Brennweiten und damit Baulängen. Der Vorteil deutlich besserer Bildqualität dieser Instrumente wurde durch außerordentlich unbequeme Handhabung erkauft. Deshalb verzichteten manche dieser Konstruktionen völlig auf eine mechanische Verbindung zwischen Objektiv und Okular. Bei diesen sogenannten Luftfernrohren waren Objektiv und Okular einzeln gefaßt. Das Objektiv war an einem Lattengerüst montiert, das an einem hohen Mast befestigt war. Das Okular war in Augenhöhe angebracht. Diese Anordnung war im Freien aufgestellt. So besaß z. B. Johannes HEVELIUS (Johann HEVEL), (geb. 1611 zu Danzig, gest. 1687 ebenda), der um 1640 begonnen hatte, Linsen für Fernrohre zu schleifen, bereits 1643 zwei Fernrohre von 6 und 12 Fuß ( $\triangle$  ca. 1,80 m bzw. ca. 3,60 m) Brennweite, die er hauptsächlich für Mondbeobachtungen benutzte. Sein größtes Instrument besaß eine Brennweite von 150 Fuß ( $\triangle$  ca. 45 m) und war vor der Stadt Danzig auf freiem Feld aufgebaut.

Nicolaus (Nikolaus) HARTSOECKER (geb. 1656 zu Gouda, gest. 1725 zu Utrecht) und AUZOUT haben Linsen mit Brennweiten von mehreren hundert Fuß geschliffen und diese auf Turmspitzen oder hohen Stangen drehbar befestigt. Die größten verwendeten Objektivbrennweiten erreichten 200 Fuß ( $\triangle$  ca. 60 m) und darüber. So benutzte HUYGENS später ein Instrument dieser Brennweite, und bald konkurrierten auch andere, wie z. B. Giuseppe CAMPANI, der um 1660 als Mechanikus und Optikus in Rom wirkte, mit ihm in der Konstruktion solcher Rieseninstrumente. Berühmt waren auch die Objektive, die von Eustachio DIVINI, geb. 1610 zu Sanseverino, gest. 1695 (?) zu Rom, und von Matthäus CAMPANI zu Bologna geschliffen wurden, der Gläser mit Brennweiten bis ca. 40 m hergestellt hat.

Erstaunlich bleibt, daß mit derartigen Instrumenten überhaupt verwertbare Beobachtungen durchgeführt werden konnten, da bereits jeder leichte Lufthauch das gesamte Instrument unvermeidlich in Schwingungen versetzte. Obgleich diese Instrumente einen breiten praktischen Nutzen nicht gebracht haben dürften, ermöglichten sie doch einzelnen hervorragenden Beobachtern wie z. B. HUYGENS und dem Astronomen Giovanni Domenico CASSINI (geb. 1625 zu Perinaldo, gest. 1712 zu Paris) eine Reihe schöner Entdeckungen. So entdeckte dieser mit Gläsern von CAMPANI die beiden Saturnmonde Dione und Rhea sowie 1666 die Abplattung des Planeten Jupiter. Anhand von Flecken, die er auf den Oberflächen der Planeten Jupiter und Mars beobachtete, bestimmte er ihre Rotationsdauern.

## Die Spiegelfernrohre (Spiegelteleskope)

Zwischen einer Sammellinse und einem Hohlspiegel besteht große Ähnlichkeit bezüglich ihrer optischen Abbildungseigenschaften. Beide erzeugen zum Beispiel von einem Objekt, das sich außerhalb der doppelten Brennweite befindet, ein umgekehrtes, verkleinertes reelles Bild. Für beide Abbildungsvorgänge gelten im allgemeinen formal dieselben Abbildungsgleichungen mit dem Unterschied, daß sich im Gegensatz zur Linse beim Hohlspiegel das Bild auf der gleichen Seite wie das abgebildete Objekt befindet.

Angeregt durch diesen Sachverhalt wurden schon wenige Jahre nach dem Auftauchen der ersten Linsenfernrohre die ersten Versuche, als Objektiv eines Fernrohrs einen Hohlspiegel anstelle einer Sammellinse zu benutzen, von dem Jesuitenpater Nicolaus ZUCCHIUS (geb. 1586 zu Parma, gest. 1670 zu Rom) durchgeführt und im Jahre 1616 in seinem Werk „Optica philosophica“ veröffentlicht. Nach vielen Versuchen mit verschiedenen Spiegeln gelang es ihm schließlich, mit einem guten Hohlspiegel aus Metall ein Fernrohr zusammenzustellen. Er legte seiner Konstruktion das Strahlengangprinzip nach GALILEI zugrunde, verwendete also als Okular eine Zerstreulinse, die sich um den Betrag ihrer Brennweite vor dem Brennpunkt des Hohlspiegels befand. Um ein Abdecken des Spiegels durch den Kopf des Beobachters zu vermeiden, mußte der Spiegel geneigt gegenüber der Verbindungslinie zum Objekt angeordnet werden, was eine Verschlechterung der Abbildungsqualität infolge Astigmatismus zur Folge hat. Ein weiterer Nachteil dieser Anordnung liegt darin, daß der Beobachter mit dem Rücken zum Objekt gewandt beobachten muß.

Im Jahre 1626 soll Cesare CARAVAGGI ebenfalls ein Spiegelteleskop gebaut haben, über dessen Konstruktion nichts Näheres überliefert zu sein scheint.

Um 1632 hat sich der Mathematiker und Astronom Francesco Bonaventura CAVALIERI mit Spiegelfernrohren beschäftigt und kam zu der Ansicht, daß sie nie die Vollkommenheit der Linsenfernrohre erreichen könnten.

Einen Schritt weiter ging Marinus MERSENNE (geb. 1588 zu Soultière, gest. 1648 zu Paris). Er schlug um 1638 vor, den Objektivspiegel mit einer Zentralbohrung zu versehen und als Okular statt einer Sammellinse ebenfalls einen Hohlspiegel von entsprechend kleinerer Brennweite zu benutzen. Fallen die Brennpunkte beider

Spiegel zusammen, so entsteht das Strahlengangssystem eines astronomischen Fernrohrs. Beobachtet wird bei dieser Anordnung durch die Durchbohrung des Hauptspiegels. Der entscheidende Nachteil hierbei besteht darin, daß nur ein außerordentlich kleiner Teil des Gesichtsfeldes überblickt werden kann. MERSENNE wollte beide Spiegel mit parabolischer Oberfläche ausführen, um einen bei sphärischen Spiegeln unvermeidlich auftretenden Abbildungsfehler, die sphärische Aberration, zu vermeiden. Diese Vorschläge veröffentlichte er um 1639 in seinem Werk „Cogitata physiko-mathematica“. Von dem bedeutenden französischen Philosophen und Mathematiker René DESCARTES war er auf die Mängel seiner Konstruktion sowie auf die Probleme der Herstellung parabolischer Flächen hingewiesen worden. Er scheint daher auf eine praktische Ausführung seiner Konstruktion verzichtet zu haben.

Ein schottischer Mönch, der Mathematiker und Astronom James GREGORY, geb. wahrscheinlich 1638 zu Aberdeen (Schottland), gest. 1676 zu Edinburgh, entwarf, wahrscheinlich ohne von der Strahlengangkonstruktion von MERSENNE gewußt zu haben, ein ganz ähnlich gebautes Spiegelteleskop und veröffentlichte es in seiner Schrift „Optica promota“ vom Jahre 1663. Er gibt dort an, daß diese Konstruktion bereits 1661 von ihm erdacht worden sei. Sie ist gekennzeichnet durch die Einführung eines dritten optischen Gliedes, des „Fangspiegels“ in Form eines Hohlspiegels, der das vom Hauptspiegel erzeugte Bild noch einmal abbildet in der Nähe der Durchbohrung des Hauptspiegels. Dort kann es bequem mit einem als Lupe wirkenden Linsenkular vergrößert betrachtet werden.

Der Aufbau des Spiegelteleskops nach GREGORY ist sinnvoll durchdacht. Während als Objektiv ein Hohlspiegel von parabolischem Querschnitt dient, wird als Fangspiegel ein Ellipsoidhohlspiegel verwendet, dessen Brennpunkt ein wenig außerhalb der Brennweite des Hauptspiegels angeordnet ist, und dessen anderer Brennpunkt in der Gegend der Durchbohrung des Hauptspiegels liegt. Der Fangspiegel bildet das vom Hauptspiegel entworfene umgekehrte Bild aufrecht in die Gegend der Hauptspiegeldurchbohrung ab. Zur Scharfeinstellung des aufrechten Bildes in der Brennebene des Okulars kann der Fangspiegel mittels einer Führung in Richtung der optischen Achse der Anordnung verschoben werden. Somit liefert das Spiegelteleskop nach GREGORY ein aufrechtes Bild und entspricht damit dem terrestrischen Linsenfernrohrsystem nach KEPLER.

Aus der Beschreibung seiner Erfindung geht hervor, daß GREGORY seine Konstruktion offenbar niemals praktisch selbst verwirklicht hat. Er war lediglich Theoretiker und darauf angewiesen, sich die Spiegel von einem Optiker anfertigen zu lassen. Im Jahre 1664 oder 1665 kam GREGORY nach London, um seine Ideen von einem „optischen Künstler“ ausführen zu lassen. Nach

längeren Bemühungen erhielt er von den Optikern REIVE und COX, die zu seiner Zeit als die besten Linsenschleifer gerühmt wurden, einige Metallspiegel. GREGORY jedoch war mit ihrer Arbeit keineswegs zufrieden, da er nur sphärische Spiegel erhalten hatte, deren Politur zudem zu wünschen übrig ließ, da die Spiegelflächen auf Tuch poliert waren. Die praktische Optik war der von GREGORY gestellten Aufgabe zu dieser Zeit noch nicht gewachsen. Insbesondere auch die Herstellung nichtsphärischer Flächen bereitete erhebliche Schwierigkeiten. Es gab noch keinerlei Prüfmethoden, die Aussagen über die tatsächliche Gestalt der hergestellten Flächen ermöglicht hätten. Man war darauf angewiesen, so lange zu probieren, bis die optischen Flächen eine ausreichende Abbildungsqualität lieferten. Die Bemühungen GREGORYs um die praktische Ausführung seines Teleskops scheiterten völlig, so daß die Herstellung eines Modells seines Instrumentes unterblieb, obgleich er einen der berühmtesten und geschicktesten Männer damit beauftragt hatte. Nach diesen ersten Fehlschlägen hat er anscheinend seine Bemühungen als erfolglos aufgegeben. Ein im Museum zu Cherbourg befindliches Spiegelteleskop jedoch soll 1666 von BLUNT für GREGORY angefertigt worden sein. GREGORY wäre wahrscheinlich weitergekommen, wenn er sich nicht auf parabolische bzw. elliptische Spiegel, wie sie die Theorie für eine ideale Abbildung fordert, festgelegt hätte. Auch mit guten sphärischen Spiegeln läßt sich unter Beschränkung auf ein nicht allzu großes Öffnungsverhältnis ein brauchbares Spiegelteleskop zusammenstellen.

Nach einem Aufenthalt in Italien, den er zu Arbeiten über mathematische Probleme nutzte, kehrte GREGORY 1668 wieder nach England zurück, wo er Mitglied der Royal Society und später Professor der Mathematik zu Edinburgh wurde.

Die von GREGORY verlassene Idee eines Spiegelteleskops wurde wieder aufgegriffen von Robert HOOKE, der ein Jahr vor dem Tode GREGORYs ein Spiegelteleskop nach dessen Konstruktion mit Erfolg gebaut und am 5. Februar 1674 der Royal Society vorgeführt hatte. Schon seit dem Jahre 1664 hatte sich der hervorragende Mathematiker und Physiker Isaac NEWTON, geb. 1643 zu Woolsthorpe bei Grantham (Lincolnshire), gest. 1727 zu Kensington bei London, als Student mit Linsenfernrohren beschäftigt und auf Anregung seines Lehrers BARROW solche Instrumente berechnet. Er war dabei auf experimentellem Wege zu dem (später als falsch erkannten) Ergebnis gelangt, daß die chromatische Aberration ein unüberwindliches Hindernis für die Verbesserung der Linsenfernrohre darstelle und hatte sich daraufhin mit Erfolg dem Bau eines Spiegelteleskops zugewandt. Zunächst galten seine Bemühungen einem brauchbaren Spiegelmetall, da Oberflächen Spiegel zur damaligen Zeit nur auf diese Weise realisiert werden konnten und die Verwendung von Rückflächen spiegeln

z. B. in Form amalgamverspiegelter Glasspiegel aus Gründen der Qualität der optischen Abbildung von vornherein ausschied. An ein Spiegelmetall werden hohe Anforderungen gestellt. Es muß gut schleifbar und polierbar, gut homogen und möglichst von silberweißer Farbe sein, damit die erzeugten Spiegelbilder möglichst wenig gefärbt erscheinen. Als Ergebnis zahlreicher eigener Schmelzversuche fand er schließlich eine Legierung aus sechs Teilen Kupfer, zwei Teilen Zinn und einem Teil Arsen, also eine Art Bronze, am brauchbarsten. Seine Schmelzmethode, die für das Gelingen des Endproduktes besonders wichtig ist, hat er dem Sekretär der Royal Society am 29. September 1671 in einem Brief mitgeteilt.

Ebenso sorgfältig wie bei der Herstellung des Spiegelmetalls ging er beim Schleifen und Polieren eines Spiegels vor. Eine ausführliche Beschreibung seiner Arbeitsmethode veröffentlichte er in seinem Werk „Opticks“ vom Jahre 1704. Anfang 1668 hatte er sein erstes Spiegelteleskop fertiggestellt. Der Objektivspiegel besaß eine Brennweite von 6 Zoll  $\triangleq$  15 cm und eine nutzbare Öffnung von 36 mm. Die Brennweite der einfachen plankonvexen Okularlinse betrug ca. 4 mm, die Fernrohrvergrößerung also ca. 40 $\times$ . Seine optische Leistung entsprach der eines sechsfüßigen Linsenfernrohrs der damaligen Zeit. Sein Strahlengangprinzip ist dadurch gekennzeichnet, daß das konvergente Lichtbündel kurz vor dem Brennpunkt des Hauptspiegels durch einen Planspiegel oder ein Prisma rechtwinklig abgelenkt in das seitlich am objektzugewandten Tubusende angebrachte Okular reflektiert wird. Das Instrument liefert ein umgekehrtes Bild, entspricht also dem astronomischen Fernrohr nach KEPLER.

Mit diesem Instrument gelang ihm die Wahrnehmung der Jupitermonde und, wenn auch undeutlich, der Phasen des Planeten Venus.

Ermutigt durch diesen Erfolg stellte er noch ein zweites besseres Instrument her und übersandte es im Dezember 1671 der Londoner Royal Society. Es wurde am 11. Januar 1672 zu Whitehall in Gegenwart des englischen Königs untersucht und fand viel Beifall. Daraufhin wurde NEWTON als Mitglied in die Royal Society aufgenommen. Während das erste Exemplar seines Spiegelteleskops nicht erhalten geblieben ist, stellt das zweite Exemplar, das die Inschrift „Invented by Sir Isaak Newton and made with his own hands 1671“ trägt, heute eines der kostbarsten Stücke der Sammlungen der „Royal Society“ dar. Eine Abbildung und Beschreibung desselben ist u. a. in den Philosophical Transactions 1672 enthalten.

NEWTON hatte große Sorgfalt auf die Herstellung seiner Metallspiegel verwendet und eine wohldurchdachte Arbeitsmethode ausgearbeitet, so daß er auch in praktischer Hinsicht sicher vielen Optikern seiner Zeit überlegen war. Dennoch befriedigte ihn die Politur seiner Spiegel nicht völlig. Er mußte feststellen, daß sich

Spiegelmetall nicht so leicht polieren läßt wie Glas. Metallspiegel besaßen überdies kein so hohes Reflexionsvermögen wie ein mit Amalgam verspiegelter Glasspiegel. Unter dem Einfluß der Luft ließ das Reflexionsvermögen weiter nach. Veranlaßt durch diese Tatsache faßte NEWTON den Plan, ein Spiegelteleskop mit einem Glasspiegel zu bauen. Da damals eine brauchbare Oberflächenverspiegelung noch nicht herstellbar war, beabsichtigte er einen Spiegel zu verwenden, der auf der Vorderseite konkav und auf der Rückseite mit gleichem Radius konvex geschliffen sein, also überall gleiche Dicke aufweisen sollte. Für die Rückseite war Amalgamverspiegelung vorgesehen. Den Fangspiegel wollte NEWTON durch ein Glasprisma ersetzen. Das Instrument war für eine Brennweite von 5 Fuß  $\triangleq$  1,50 m und eine Fernrohrvergrößerung von 150 $\times$  ausgelegt.

Im Jahre 1678 trat NEWTON wegen der Ausführung eines solchen Instruments mit einem tüchtigen Londoner Optiker in Verbindung, der ihm einen entsprechenden Spiegel anfertigte. Obwohl das fertig polierte Stück in seiner Qualität durchaus einem guten Linsenobjektiv entsprach, waren seine Eigenschaften als Spiegel enttäuschend. Zahlreiche Unregelmäßigkeiten der Verspiegelungsschicht sowie die vom Spiegel gelieferten recht unscharfen Abbildungen führten NEWTON zu einer sehr wichtigen Erkenntnis: die bei Reflexion durch Unregelmäßigkeiten der reflektierenden Flächen verursachten Fehler erreichen etwa den fünffachen Betrag der durch die gleichen Unregelmäßigkeiten bei der Brechung verursachten Fehler. Das bedeutet, daß ein Fernrohrspiegel um das Mehrfache genauer gearbeitet sein muß als ein Linsenobjektiv vergleichbarer optischer Leistung. Damit war dieser Versuch als gescheitert anzusehen. NEWTON scheint nach diesem Fehlschlag keine weiteren Spiegelteleskope mehr gebaut zu haben. Spiegelteleskope garieten für vier Jahrzehnte immer mehr in Vergessenheit. Trotzdem jedoch blieb NEWTON von der Ausführbarkeit seines Vorhabens fest überzeugt.

Im Jahre 1672 fand eine rege Diskussion über ein anderes Spiegelteleskop statt, dessen Strahlengangprinzip von Sieur Guillaume CASSEGRAIN erfunden und im Journal des Scavans im gleichen Jahr veröffentlicht worden war. Es besitzt eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Strahlengangprinzip nach GREGORY. Der als Objektiv dienende Hohlspiegel ist ebenfalls durchbohrt.

In seiner vollkommenen Form besteht das System aus einem parabolischen Hauptspiegel und einem konvex-hyperbolischen Fangspiegel. Dieser besitzt die Eigenschaft, von einem kleinen virtuellen Bild, das sich in dem einen Brennpunkt des Hyperboloids befindet, aberationsfrei ein reelles Bild im anderen Brennpunkt des Hyperboloids zu erzeugen. Dieses Bild ist umgekehrt. Es liegt beim Strahlengang nach CASSEGRAIN in der

Gegend der Durchbohrung des Hauptspiegels, wo es mit einem Linsenokular vergrößert betrachtet werden kann. Damit entspricht das Spiegelteleskop nach CASSEGRAIN dem Strahlengangsystem des astronomischen Fernrohrs nach KEPLER.

Über die Person von CASSEGRAIN ist bis heute fast nichts bekannt. Angaben über Geburtsdatum und Geburtsort fehlen. Außer der Erfindung seines Spiegelteleskops ist nichts überliefert, was er sonst in seinem Leben geleistet hat. Für die gelegentlich in der Literatur auftauchende Angabe, er sei Bildhauer gewesen, liegt kein urkundlicher Nachweis vor. Lediglich im Journal des Savans von 1672 findet sich noch als einziger urkundlicher Nachweis ein Brief von ihm über ein akustisches Problem.

Behauptungen, das System nach CASSEGRAIN sei besser als das nach NEWTON, riefen regen Widerspruch bei NEWTON und seinen Anhängern hervor. NEWTON hat in den Philosophical Transactions vom gleichen Jahr diese Behauptungen gründlich widerlegt. In historischer Beziehung ist interessant, daß er hier mitteilt, daß ihm die Beschreibung des Spiegelteleskops von GREGORY in seinem Werk „Optica promota“ aus dem Jahre 1663 bekannt gewesen sei, als er mit der Konstruktion seines Spiegelteleskops begann.

Innerhalb eines Jahrzehnts waren damit drei wichtige Spiegelteleskopsysteme erfunden worden. Zwei davon, die Strahlengangsysteme nach NEWTON und nach CASSEGRAIN, spielen noch heute eine bedeutende Rolle für moderne Spiegelteleskopkonstruktionen. Das dritte, das Strahlengangsystem nach GREGORY, wurde im 18. Jh. und auch noch in der ersten Hälfte des 19. Jh. viel benutzt, hat jedoch für moderne Spiegelteleskopkonstruktionen seine Bedeutung verloren.

Man sollte annehmen, daß die Spiegelteleskope nach der Erfindung und der ersten erfolgreichen Ausführung von NEWTON sich rasch verbreitet hätten. Ihre Eigenschaft, ein von Farbenfehlern freies Bild zu erzeugen, und die geringe Baulänge im Vergleich zu Linsenfernrohren vergleichbarer optischer Leistungsfähigkeit bedeuteten Vorteile, die für die Spiegelteleskope eine große Zukunft versprachen. Wenn trotzdem noch mehrere Jahrzehnte vergehen mußten, bis Spiegelteleskope allgemein in Gebrauch kamen, so lag das in der Hauptsache an den Schwierigkeiten, mit denen die Herstellung eines guten Fernrohrspiegels verbunden ist.

Erst fünf Jahrzehnte später entriß John HADLEY (geb. 1682 zu Bushey, Herfordshire, gest. 1744 zu London) die Spiegelteleskope wieder der Vergessenheit. Seit 1719 hatte er mehrere Spiegelteleskope gebaut. Im Jahre 1723 überreichte er der Royal Society ein Spiegelteleskop, mit dem die Pläne NEWTONs voll in Erfüllung gingen. Das Instrument von 6 Fuß Länge besaß einen Objektivspiegel von  $62\frac{5}{8}$  Zoll (ca. 1,56 m) Brennweite und ca. 6 Zoll (ca. 15 cm) Öffnung. Damit wies es ungefähr die Abmessungen auf, die NEWTON für sein drittes Instru-

ment mit Glasspiegel vorgesehen hatte. HADLEY verwendete bei seinem Teleskop das Strahlengangprinzip nach NEWTON und einen Spiegel aus Spiegelmetall. Auch die mechanische Ausführung des Instruments ist als durchaus zweckmäßig anzusehen. Die Astronomen POUND und BRADLEY unterzogen das Instrument einer Prüfung und stellten dabei einen Vergleich mit dem berühmten Linsenfernrohr von HUYGENS an, das eine Objektivbrennweite von 123 Fuß (ca. 37 m) besaß. Dabei ergab sich, daß das Instrument von HADLEY die gleiche nutzbare Vergrößerung ermöglichte wie das Rieseninstrument von HUYGENS. Alle mit diesem Instrument sichtbaren Details, wie z. B. die Durchgänge der Jupitermonde, die CASSINI-Teilung des Saturnrings, den Schatten des Saturns auf seinem Ring und fünf Saturnmonde, zeigte auch das kleine Instrument. Daß das Spiegelteleskop in der Bildhelligkeit das Linsenfernrohr wahrscheinlich nicht ganz erreichte, führte man auf seine etwas geringere Öffnung und auf den Lichtverlust bei der Reflexion zurück. POUND und BRADLEY brachten in ihrem Bericht zum Ausdruck, daß sie die Prüfung des Instruments von HADLEY von dem praktischen Wert des Spiegelteleskops überzeugt habe, und sie hofften, daß recht bald Wege gefunden würden, entweder die Metallspiegel vor dem Anlaufen schützen bzw. auf einfache Weise das volle Reflexionsvermögen beliebig oft regenerieren oder aber optisch einwandfreie rückseitig belegte Glasspiegel herstellen zu können. Dies ist trotz des bewundernswerten Erfolges von HADLEY noch die gleiche Aufgabenstellung wie bei NEWTON, die auch später für fast 200 Jahre die besten Spiegelhersteller immer wieder beschäftigte.

Trotz allem war HADLEY mit seinem Spiegelteleskop nach NEWTON nicht völlig zufrieden. Seine Versuche, Spiegelteleskope nach dem Strahlengangprinzip von GREGORY auszuführen, brachten 1726 Erfolg. Dabei begnügte er sich ebenso wie NEWTON mit sphärischen Spiegeln, was für kleine Werte des Öffnungsverhältnisses völlig ausreichend ist.

Die Erfolge HADLEYS veranlaßten bald auch andere, sich mit dem Bau von Spiegelteleskopen größerer Abmessungen zu befassen. Damit war der Weg für den noch bis heute anhaltenden Siegeszug des Spiegelteleskops als astronomisches Instrument endgültig frei.

In der Herstellung von Spiegelteleskopen waren lange Zeit Werkstätten in England und Schottland bedeutend. In Deutschland stellte als erster Georg Friedrich BRANDER (geb. 1713 zu Regensburg, gest. 1783 zu Augsburg) bereits im Jahre 1737 Spiegelteleskope her. Er baute sie mit Strahlenganordnungen nach NEWTON und nach GREGORY.

## Die Entwicklung des Linsenfernrohrs zum optischen Hochleistungsinstrument

Das Haupthindernis für die Entwicklung des Linsenfernrohrs zu einem optischen Hochleistungsinstrument blieb bis in das beginnende 18. Jh. seine mangelhafte Abbildungsqualität. Sie wurde hauptsächlich durch zwei Abbildungsfehler verursacht, die jeder Abbildung mit einfachen Konvexlinsen eigen sind.

Die sphärische Aberration, die schon von Franciscus MAUROLYKUS (geb. 1494, gest. 1577) an Kugeln aus Glas nachgewiesen wurde, hat zur Folge, daß achsenferne und achsennahe Objektstrahlenbündel nicht in einem gemeinsamen Bildpunkt, sondern in getrennten Bildpunkten zusammengeführt werden. Dabei überlagern sich die Bildpunkte der einzelnen Öffnungszonen zu einem Zerstreungsscheibchen. Es hat im 17. Jh. nicht an vergeblichen Versuchen zur Beseitigung der sphärischen Aberration gefehlt. Ein weiterer, jeder einfachen Linse eigener Abbildungsfehler, die chromatische Aberration, bewirkt, daß Objektstrahlen verschiedener Farbe, also unterschiedlicher Wellenlänge, nicht in einem gemeinsamen Bildpunkt, sondern in getrennten Bildpunkten zusammengeführt werden, wobei Strahlen größerer Wellenlänge eine größere Vereinigungsweite aufweisen als solche kleinerer Wellenlänge. Dieser Abbildungsfehler tritt im Gegensatz zur sphärischen Aberration für achsenferne wie für achsennahe Strahlenbündel gleichermaßen auf. Die chromatische Aberration wirkt sich viel unangenehmer auf die Abbildungsqualität aus als die sphärische Aberration. Sie äußert sich außer in Form störender Farbsäume um die abgebildeten Objektstrukturen besonders in Form eines dem ganzen Bild überlagerten hellen Schleiers, der viele Details durch Unschärfe und Kontrastminderung verschwinden läßt.

Nachdem der Einfluß dieses Fehlers in der ersten Zeit der Linsenfernrohre unterschätzt wurde, wies Isaac NEWTON als erster auf die große Bedeutung der chromatischen Aberration hin, und ihm war es vorbehalten, die Ursache für diesen Fehler zu erklären. Eine richtige Beurteilung der Wirkung der chromatischen Aberration und Untersuchungen zu ihrer Hebung waren nur möglich, wenn die physikalische Natur der Farbe geklärt war. Ein wesentlicher Fortschritt hierbei wurde erst erzielt, als NEWTON ein Experiment wiederholte, das bereits von Marcus MARCI (geb. 1595, gest. 1667) ausgeführt worden war. Hierbei wurde ein Bündel von Sonnenlicht, also „weißem“ Licht, beim Durchgang durch ein Prisma zu einem kontinuierlichen

Spektralfarbenband auseinandergezogen. Mit diesen exakten Versuchen bewies NEWTON, daß weißes Licht aus einem Gemisch verschiedenfarbiger Anteile besteht, und daß diese eine unterschiedlich starke Brechung erfahren, daß also der Brechungsindex eines Stoffes abhängig von der Lichtwellenlänge ist. NEWTON hat eine große Zahl von Experimenten ausgeführt, mit denen er der exakten Physik eines der schwierigsten Gebiete erschlossen hat. Bezeichnend ist, daß den Anlaß für diese grundlegenden Forschungen die Bemühungen um die Verbesserung der Fernrohre gaben. Wie seine Vorgänger sah auch er zunächst in der sphärischen Aberration das größte Hindernis. Seine im Jahre 1666 begonnenen Bemühungen, diesen Abbildungsfehler mit Hilfe asphärischer Linsen unwirksam zu machen, gab er bald als sinnlos auf.

Leider wurde die Weiterentwicklung der Linsenfernrohre durch die Forschungen NEWTONs auf diesem Gebiet zunächst in gewisser Hinsicht gehemmt. Der Grund hierfür lag darin, daß NEWTON auf Grund seiner experimentellen Ergebnisse und seiner Vorstellung über das Wesen des Lichtes zu dem falschen Ergebnis gelangt war, daß die Farbenzerstreuung bei allen Medien die gleiche sei, wenn Licht mittlerer Wellenlänge um den gleichen Betrag abgelenkt wird, d. h., daß die Dispersion proportional den Brechzahlen für die einzelnen Wellenlängen sei. Dies aber würde bedeuten, daß es unmöglich wäre, die chromatische Aberration durch irgendwelche Linsenkombinationen zu beheben. Die Entwicklung des Fernrohrs ist in dieser Periode in erster Linie durch Probieren vorangekommen. Häufig eilte sogar die Praxis der Theorie voraus. Diesen Charakter des „Pröbelns“ hat die praktische Optik auch in späteren Entwicklungsphasen noch sehr lange behalten.

Interessanterweise war es wiederum ein Irrtum, der den ersten entscheidenden Anstoß zur Erfindung der ersten praktisch brauchbaren achromatischen Objektive gab. In der fehlerhaften Annahme, daß das menschliche Auge frei von Farbenfehlern sei, hatte der englische Optiker Chester Moor HALL (geb. 1704, gest. 1771) um 1729 eine Sammellinse aus Kronglas mit einer Zerstreungslinse aus Flintglas zu einem achromatischen Objektiv kombiniert, nachdem schon früher David GREGORY (geb. 1661 zu Aberdeen, gest. 1710 zu Maidenhead/Birkshire), ein Neffe des berühmten James GREGORY, empfohlen hatte, nach dem Vorbild des menschlichen Auges ein Objektiv aus verschiedenen Medien zusammensetzen. Das erste einsatzfähige Objektiv dieser Art stellte HALL um 1733 fertig. Da er die Veröffentlichung seiner Erfindung unterließ, blieb eines der größten Probleme der Entwicklung des Fernrohrs weiterhin ungelöst.

So verging noch ein viertel Jahrhundert, bis die achromatischen Objektive mit größtem Erfolg eingeführt wurden. Ruhm und Gewinn hierfür erntete der Londoner Optiker John DOLLOND (geb. 1706 zu Spitalfields, gest. 1761 zu London), der als der fähigste und

unternehmendste Optiker jener Zeit neben SHORT anzusehen ist. Ursprünglich wie sein Vater Seidenweber von Beruf, betrieb er ab 1752 eine optisch-mechanische Werkstatt in London zusammen mit seinem Sohn Peter DOLLOND (geb. 1730 zu London, gest. 1820 ebendort), die dieser hier bereits im Jahre 1750 eröffnet hatte, und die durch das Können John DOLLONDS bald einen guten Ruf bekam.

Angeregt durch eine Veröffentlichung des Mathematikers Leonhard EULER (geb. 1707 zu Basel, gest. 1783 zu Petersburg) aus dem Jahre 1747 begann sich DOLLOND auch mit dem Problem der Achromasie zu beschäftigen. Nach umfangreichen erfolglosen Versuchen führte ihn wahrscheinlich ein Zufall auf den richtigen Weg. Ihm gelang die Herstellung eines Kronglas- und eines Flintglasprismas, bei denen die Farbenzerstreuungen gleich groß waren, bei denen jedoch die Ablenkung des Kronglasprismas überwog, wenn die beiden Prismen mit entgegengesetzt angeordneten brechenden Winkeln angeordnet wurden. Somit war bei dieser Prismenkombination die Farbenzerstreuung aufgehoben, obwohl noch eine Strahlableitung vorhanden war. Dieser erfolgreiche Versuch bildete für DOLLOND die Grundlage für die Herstellung achromatischer Fernrohrobjektive, die in ihrer optischen Leistungsfähigkeit alles bisher Vorhandene übertrafen. Die Wiedererfindung des achromatischen Fernrohrs durch John DOLLOND wurde ein großer Erfolg. Seine kleine Firma war mit einem Schlage berühmt, als sie in der ersten Hälfte des Jahres 1758 die ersten farbenfehlerfreien Instrumente in den Handel brachte. 3 Jahre später wurde John DOLLOND in Anerkennung seiner Leistung als Mitglied der Royal Society aufgenommen.

Schon bald zeigte sich, daß ohne entscheidende Fortschritte in der Herstellung besser geeigneter Glassorten kein weiterer nennenswerter Fortschritt in der Entwicklung der Linsenfernrohre zu erwarten war. Die Lösung dieser Aufgabe sollte einer Persönlichkeit vorbehalten bleiben, deren bahnbrechende Arbeiten mit ihren Ergebnissen noch bis in unsere Zeit wirken. Pierre Louis GUINAND (geb. 1748 zu Corbatière, gest. 1824 zu Brenets), der weder Glasfachmann noch Optiker, sondern Kunstschler von Beruf war, stellte 1768 als Amateur erste tastende Versuche im Schmelzen von Flintglas in Kleinstmengen an, die er ab 1774 schon auf Mengen von 3 bis 4 Pfund je Schmelze zu steigern vermochte. Bald darauf begann er mit streng systematischen Versuchen und detaillierten Aufzeichnungen ihrer Ergebnisse.

Etwa in die gleiche Zeit fällt das Wirken von GEORG v. REICHENBACH (geb. 1772 zu Durlach, gest. 1826 zu München) und JOSEPH LIEBHERR (geb. 1767 zu Immenstadt, gest. 1840 zu München). Sie hatten im Jahre 1802 in München eine Mathematische Werkstätte für die Fertigung von Präzisionsinstrumenten für geodätische und astronomische Messungen gegründet, die um diese Zeit als einzige Werkstätte in der Lage war, mit dem

berühmten englischen Instrumentenbau in Wettbewerb zu treten. Einen dritten Geschäftspartner fand REICHENBACH in JOSEPH v. UTZSCHNEIDER (geb. 1763 zu Rieden/Obb., gest. 1860 zu München). Im Jahre 1804 gründeten die drei Partner ihr „Mathematisch-mechanisches Institut Utzschneider, Reichenbach und Liebherr“. Nach längerem Suchen fand UTZSCHNEIDER in GUINAND den geeigneten Mitarbeiter für die Herstellung und Verarbeitung von optischem Glas. Im Jahre 1805 begann GUINAND unter der Leitung von UTZSCHNEIDER in den Gebäuden eines ehemaligen Klosters zu Benediktbeuern mit dem Aufbau einer Glas-hütte für die Herstellung optischen Rohglases. Hiermit gekoppelt errichtete UTZSCHNEIDER in den übrigen Klostergebäuden eine „Anstalt für farbenfreie Fernrohre“ zur Weiterverarbeitung des Rohglases.

Um die gleiche Zeit, wahrscheinlich Ende Mai 1806 oder spätestens Anfang 1807, stellte UTZSCHNEIDER für seine optische Abteilung als weiteren Mitarbeiter JOSEPH FRAUNHOFER (geb. 1787 zu Straubing, gest. 1826 zu München) ein, der mit seinem Eintritt in die Firma einen schnellen und glanzvollen Aufstieg begann. Durch sein Wirken gelangte das Optische Institut in wenigen Jahren zu Weltruf.

Nachdem FRAUNHOFER bereits nach knapp 1½-jähriger Tätigkeit praktisch als Leiter der optischen Abteilung fungierte, verfolgte er hinsichtlich der Entwicklung der Firma drei Ziele. Er wollte erstens unter allen Umständen die Optikwünsche des Mathematisch-mechanischen Instituts in München erfüllen und zweitens das Optische Institut in Benediktbeuern wirtschaftlich rentabel gestalten durch Herstellung einer Auswahl von Fernrohren für allgemeinen Gebrauch in größeren Serien unter Beschränkung auf zunächst drei Sorten mit Objektiven von 12, 16 und 19 Zoll ( $\underline{\Delta}$  30, 40 und 48 cm) Brennweite. Drittens wollte er größere achromatische Objektive herstellen, weil man dabei nicht so sehr nach Menge als vielmehr nach Güte arbeiten könne. Er selbst wollte neben der Aufsicht über das gesamte Institut die Berechnung und Prüfung aller Gläser sowie das Schleifen der wichtigsten Gläser übernehmen.

Als Hilfsmittel für die genaueste Einhaltung der berechneten Konstruktionsdaten in der Fertigung schuf FRAUNHOFER unter teilweiser Benützung auf REICHENBACH zurückgehender Anregungen eine Pendelschleifmaschine zum Feinschleifen von Linsenflächen, eine Poliermaschine, die Probeglasmethode zur Prüfung von Linsenflächen sowie die Konstruktion für eine Fassung für achromatische Objektive zur zwangsläufig exakten Justierung der Einzellinsen, eine Konstruktion, die noch heute für kleinere und mittlere Fernrohrobjektive Bedeutung besitzt.

Als exakte Wellenlängenmarken für die Messung der Kennwerte optischer Gläser führte er die von ihm wiederentdeckten und später nach ihm benannten

FRAUNHOFERschen Linien des Sonnenspektrums in die optische Meßtechnik ein. Das von ihm erdachte und gebaute Sechslampengerät ermöglichte zusammen mit dem FRAUNHOFERschen Theodolitfernrohr erstmals die Messung von Brechzahlen optischer Gläser für sechs einzelne Farbbereiche des Spektrums.

Eine Krönung seines Lebenswerkes bildet ein Refraktor für die Sternwarte Dorpat (heute Tartu), der mit seinem Objektiv von 24,4 cm Durchmesser und 4,34 m Brennweite alle bis dahin gebauten achromatischen Linsenfernrohre bei weitem übertraf und maßgebend dazu beitrug, die Dorpater Sternwarte in jener Zeit zum bestausgerüsteten Observatorium der Welt zu machen.

FRAUNHOFER stellte die gesamte technische Optik auf eine vollkommen neue Grundlage, indem er das Verfahren des „Pröbelns“ der „optischen Künstler“ ersetzte durch Vorausberechnung der optisch-technischen Daten auf exakt wissenschaftlicher Grundlage, durch höchste Präzision verbürgende Herstellungsverfahren und durch exakte Prüfmethode während und nach jedem einzelnen Fertigungsschritt bis zum fertigen Endprodukt. Damit legte er den Grundstein für die gesamte heutige feinoptische Technik und Technologie, die von ihm erdachte Neuerungen noch bis heute anwenden. Daneben und darüber hinaus vollbrachte FRAUNHOFER wissenschaftliche Leistungen von grundlegender Bedeutung, deren Ergebnisse ihm höchste Auszeichnungen eintrugen, und die noch bis heute wirksam sind.

Die zweite grundsätzlich wesentliche Anwendung des Fernrohres neben seiner Verwendung als Beobachtungsinstrument besteht in seiner Nutzung zu Meßzwecken. Hierbei sind fast ausschließlich Bestimmungen von Winkeln Gegenstand der Messungen. Dabei kommen im wesentlichen zwei verschiedene Prinzipien zur Anwendung.

Bei der ersten Methode dient das Fernrohr lediglich als Visierhilfsmittel. Die Messung des Winkels selbst erfolgt an Teilkreisen, die mit dem Fernrohr verbunden sind. Diese Methode gestattet, im Prinzip beliebig große Winkel zu messen.

Bei der zweiten Methode dient das Fernrohr selbst als Meßinstrument. Die Messung des Winkels erfolgt mit einem Mikrometer, dessen Meßmarken gemeinsam mit dem Zwischenbild des anvisierten Objekts in der Brennebene des Fernrohrobjektivs liegen. Die Anwendbarkeit dieser Methode ist ausschließlich auf kleine Winkel beschränkt.

Die ersten einfachen Versuche, mit einem Fernrohr Messungen von Winkelabständen nahe beieinander stehender Objekte auszuführen, gehen auf GALILEI zurück. Er ermittelte den Durchmesser des Fernrohr Gesichtsfeldes in Winkelmaß und die zu bestimmenden kleinen Winkel durch Schätzung in Bruchteilen des Gesichtsfelddurchmessers.

Die wahrscheinlich ersten Versuche, Fernrohre als

Visierinstrumente zu benutzen, gehen zurück auf Jean Baptiste MORIN (geb. 1583 zu Ville-Franche in Beaujolais, gest. 1656 zu Paris). Etwa um 1634 ergänzte er an den von ihm benutzten Meßinstrumenten die Diopter durch Fernrohre mit Strahlengangsystem nach GALILEI. Weder GALILEI noch MORIN dürften mit ihren Versuchen brauchbare Ergebnisse erzielt haben. Das Fernrohr nach GALILEI eignet sich nicht für Meßzwecke, da an keiner Stelle seines Strahlenganges ein reelles Bild vorhanden ist. Damit ist es also nicht möglich, irgendwelche Marken, Teilungen o. ä. im Strahlengang anzubringen und gleichzeitig mit dem beobachteten Objekt scharf abzubilden. Auch die Gesichtsfeldbegrenzung zeigt bei diesem Fernrohrtyp keinen scharf begrenzten Rand.

Die weitere Entwicklung des Fernrohres als Meßinstrument begann mit der Einführung feststehender Marken, Fäden oder Gitter in der Brennebene des Objektivs.

Aus einer überlieferten Handschrift geht hervor, daß Francesco GENERINI (geb. 1593, gest. 1663) als wahrscheinlich erster bemerkte, daß die Meßgenauigkeit von Instrumenten durch die Koppelung mit Fernrohren wesentlich gesteigert werden kann. Es muß angenommen werden, daß GENERINI um etwa 1630 irgend ein Okulardiopter als selbstverständlich benutzt hat.

Über die Anwendung von Fäden in der Brennebene eines Fernrohrobjektivs wird ausdrücklich berichtet in einem Brief von William GASCOIGNE, geb. 1621 (?) zu Middleton, gest. 1644 zu Marston Moor. Bereits im August 1640 hatte er ein weiteres wichtiges neues Meßwerkzeug eingeführt, indem er im Gesichtsfeld eines Fernrohres ein Schraubenmikrometer anbrachte.

Nach dem frühen Tode von GASCOIGNE gelangte sein Schraubenmikrometer zusammen mit seinen Schriften in die Hand von Richard TOWNLEY, der es entscheidend verbesserte durch Einführung der zweigängigen Mikrometerschraube.

Adrien AUZOUT, geb. 1640 (?) zu Rouen, gest. 1691 zu Rom, und Jean PICARD (geb. 1620 zu La Flèche in Anjou, gest. 1682 zu Paris) gebührt das Verdienst, unabhängig von GASCOIGNE und GENERINI sowohl das Fernrohr an ihren Meßinstrumenten eingeführt und ausgiebig benutzt zu haben als auch das Schraubenmikrometer zur Geltung gebracht zu haben.

Es entstanden noch viele andere Meßvorrichtungen zur Verwendung in der Brennebene astronomischer Fernrohre, von denen nur einige Beispiele hier genannt werden sollen.

HUYGENS benutzte 1658 einen Keil aus Blech, der rechtwinklig zum Strahlengang so weit eingeschoben wurde, daß er das scheibenförmige Bild z. B. eines Planeten gerade eben verdeckte. Aus der anschließenden Messung der Breite des Keils an der benutzten Stelle ergibt sich der zu bestimmende Winkeldurchmesser des Meßobjektes.

Gottfried KIRCH (geb. 1639 zu Guben, gest. 1710 zu Berlin) beschrieb 1696 sein früher in Deutschland häufig benutztes Mikrometer, das sich von dem Mikrometer nach GASCOIGNE dadurch unterschied, daß die Fäden durch die Spitzen zweier einander im Winkel von  $180^\circ$  gegenüberstehender Meßschrauben mit Teilköpfen ersetzt waren.

CASSINI war wahrscheinlich der erste, der zeigte, daß sich mit einem Fadenmikrometer geeigneter Konstruktion außer der Rektaszensionsdifferenz zweier in geringem Winkelabstand befindlicher Sterne auch deren Deklinationsunterschied auf einfache Weise messen läßt. Zu diesem Zweck brachte er bei seinem Kreuzfaden-Mikrometer zwei um  $45^\circ$  gegeneinander gedrehte Fadenkreuze an.

Nach den gleichen Gesichtspunkten wie CASSINI konstruierte James BRADLEY (geb. 1692 zu Shireborn, gest. 1762 zu Chalford) sein Rautennetz-Mikrometer, das sich von der ersteren Konstruktion lediglich dadurch unterscheidet, daß die Fäden durch die Kanten streifenförmiger Blenden ersetzt sind.

Roger Joseph BOSCOVICH (geb. 1711 zu Ragusa, gest. 1787 zu Mailand) erkannte, daß die Kreisfläche, die von der Blende in der Zwischenbildebene eines Fernrohrs gebildet wird, zur Ermittlung der Rektaszensions- und Deklinationsdifferenz nahe beieinander stehender Sterne geeignet ist.

Diese Kreismikrometer erwiesen sich schon bald als eine sehr zweckmäßige Hilfseinrichtung für astrometrische Messungen. Sie wurden praktisch verbessert, als Johann Gottfried KÖHLER (geb. 1745 zu Gauernitz bei Dresden, gest. 1801 zu Dresden) und Johann Georg REPSOLD (geb. 1770 zu Wremen, gest. 1830 zu Hamburg) anstelle der Blende nach BOSCOVICH einen feinen Messingring in der Blendenebene anbrachten.

FRAUNHOFER, der zu diesem Zweck Ringe aus Stahl in Plangläser eingesetzt hat, gelang es, diese Mikrometer in so vorzüglicher Qualität herzustellen, daß sie zu Präzisionsinstrumenten wurden.

Mit diesen und ähnlichen teilweise bahnbrechenden instrumententechnischen Erfindungen und Fertigungsverfahren war ein Entwicklungsstand erreicht, der eine solide Basis bildete für die gesamte weitere Entwicklung der optischen Instrumententechnik im allgemeinen und der astronomischen Instrumententechnik im besonderen, die im vorliegenden Zusammenhang nicht mehr in den Kreis der Betrachtungen fallen.

## Katalogtext

### Vorbemerkungen

Sämtliche mitgeteilten Maßangaben stellen, falls nichts anderes angegeben ist, die Ergebnisse von Messungen dar, die erstmalig vom Verfasser an den Objekten durchgeführt worden sind. Die Genauigkeiten der angegebenen Zahlenwerte entsprechen den Genauigkeiten der bis zum Zeitpunkt des Manuskriptabschlusses verfügbar gewesenen Meßmittel.

In Einzelfällen zusätzlich mitgeteilte Vergleichswerte in nichtmetrischen Maßeinheiten stammen, falls nichts anderes vermerkt ist, aus historischen Inventarverzeichnissen des Mathematisch-Physikalischen Salons und wurden hinsichtlich Übereinstimmung im Rahmen der zulässigen Fehlergrenzen einzeln überprüft.

In runde Klammern eingeschlossen mitgeteilte Meßwerte in nichtmetrischen Maßeinheiten kennzeichnen die entsprechende historische Nenngröße des Objektes. Das zusätzliche Zeichen „ $\triangle$ “ kennzeichnet die im Rahmen der zulässigen Fehlergrenzen exakte Äquivalenz zwischen beiden angegebenen Werten.

Zahlenwerte für Fernrohrvergrößerungen, die mit dem Vorsatz „ca.“ gekennzeichnet sind, wurden provisorisch bestimmt durch die Methode des Bildgrößenvergleiches mit und ohne Instrument. Diese Zahlenwerte werden nach Schaffung der entsprechenden meßtechnischen Voraussetzungen später noch präzisiert bestimmt.

### Verwendete Kurzzeichen

$B_{\text{ges; max}}$	maximale Gesamtbreite
$B_{\text{max}}$	maximale Breite
$D_{\text{max}}$	maximaler Durchmesser
H	Höhe
$H_{\text{ges; max}}$	maximale Gesamthöhe
$H_{\text{ges; min}}$	minimale Gesamthöhe
$H_{\text{max}}$	maximale Höhe
$H_{\text{min}}$	minimale Höhe
L	Länge
$L_{\text{max}}$	maximale Länge
$L_{\text{min}}$	minimale Länge
T	Tiefe
$T_{\text{max}}$	maximale Tiefe

## 1 Auszugshandfernrohr

vermutlich von „J. M. Dobler Opticus Berolini“ (Berlin) (Inventarzugangseintragung), wahrscheinlich Ende 17. Jh.

Abmessungen:  $L_{\max} = 178,0$  cm (Auzug für Dingentfernung  $\rightarrow \infty$ ),  $L_{\min} = 56,5$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 7,2$  cm.

Alter Kunstkammerbesitz

Inv.-Nr. C I F 32, Abb.

Tubusteile sämtlich aus Pappe. Äußerer (okularseitiger) Tubusteil und sämtliche Tubusendringe mit Überzug aus weißem, braun und grün geflecktem Pergament, mit Ornamenten in Blattgold-Prägung. 7 innere (objektivseitige) Tubusteile, mit Überzug aus weißem Pergament. Objektiv- und Okularfassung aus dunkelbraunem Holz. Auf Objektivfassung Außengewinde. Objektivfassung unvollständig. Tubusteile 4, 5, 6, 7 und 8 (von Okularseite aus gezählt) mit austrittsseitigen Streulichtblenden aus dunkelbraunem Holz, freie Durchmesser der Blendenöffnungen (37...37,5) mm, (33...34) mm, (29...30) mm, (27...27,5) mm, (22...22,5) mm (Blendenringe beschädigt bzw. unrund).

Objektiv nichtachromatisch, einfache symmetrische Bikonvexlinse, Brennweite 100,0 cm (vorläufiger Wert, bestimmt mittels Sphärometer); Öffnungsdurchmesser der Objektivfassung 26 mm, freie Öffnung 23 mm. Okulartubus 3linsig. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung 23 $\times$ .

Auf okularseitigem Ende der Mantelfläche des Okulartubus ein Wappen in Blattgold-Prägung (Wappen bisher noch ungedeutet).

Das Fernrohr ähnelt äußerlich sehr stark Instrumenten, wie sie von Christopher COCK (COCKS, COCKE), einem der beiden führenden Londoner Optikglasschleifer in der zweiten Hälfte des 17. Jh., der z. B. 1693 zu Long Acre nachweisbar ist, hergestellt wurden.

Das Instrument verkörpert eine bemerkenswerte frühe Sonderform eines Auszugsfernrohrs, die gekennzeichnet ist durch objektivseitige Auszüge und die Lage des Okulars im dickeren Tubusteil.

## 2 Auszugshandfernrohr

von Leonardo SEMITECOLO, vermutlich Italien, wahrscheinlich Anfang 18. Jh.

Abmessungen:  $L_{\max} = 59,5$  cm (Auzug für Dingentfernung  $\rightarrow \infty$ ),  $L_{\min} = 25,5$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 5,2$  cm.

Ankauf 1937

Inv.-Nr. C I F 30, Abb.

3 okularseitige Auszüge. Alle Tubusteile aus Pappe, objektivseitiger Tubusteil mit Überzug aus rotglasiertem, bräunlichgelb verfärbtem Papier, mit Ornamenten in Goldprägung und Herstellerinsignierung; innere Tubus-

teile mit Überzug aus weißem Pergament. Objektiv- und Okularfassung sowie Tubusendringe aus Horn.

Objektiv nichtachromatisch, freie Öffnung 15 mm. Weitere Objektivdaten sind gegenwärtig nicht vermeßbar. Okulartubus 3linsig. Objektiv- und Okularblende aus Messing, mit Verschußschiebern. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung 7,5 $\times$ .

Signierung: „LEONARDO SEMITECOLO“ auf der Mantelfläche des objektivseitigen Tubusteils.

## 3 Auszugshandfernrohr

von Leonardo SEMITECOLO, vermutlich Italien, wahrscheinlich Anfang 18. Jh.

Abmessungen:  $L_{\max} = 53,5$  cm (Auzug für Dingentfernung  $\rightarrow \infty$ ),  $L_{\min} = 23,3$  cm (Auzug vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 5,1$  cm.

Ankauf 1902

Inv.-Nr. C I F 25, Abb.

3 okularseitige Auszüge. Alle Tubusteile aus Pappe, objektivseitiger Tubusteil mit Überzug aus rotglasiertem Papier, mit Ornamenten in Goldprägung und Herstellerinsignierung; innere Tubusteile mit Überzug aus weißem Pergament. Objektiv- und Okularfassung sowie Tubusendringe aus Horn (Okularfassung fehlte, wurde ergänzt 1970).

Objektiv nichtachromatisch (fehlt), freie Öffnung 14 mm. Okulartubus 3linsig. Objektiv- und Okularblende aus Messing, mit Verschußschiebern (Okularblende fehlt). Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung nicht bestimmbar wegen fehlenden Objektivs.

Signierung: „LEONARDO SEMITECOLO“ auf der Mantelfläche des objektivseitigen Tubusteils.

## 4 Auszugshandfernrohr

von Leonardo SEMITECOLO, vermutlich Italien, um 1750

Abmessungen:  $L_{\max} = 65,0$  cm (Auzug für Dingentfernung  $\rightarrow \infty$ ),  $L_{\min} = 24,7$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 4,9$  cm.

Geschenk 1955

Inv.-Nr. C I f 48

3 okularseitige Auszüge. Alle Tubusteile aus Pappe, objektivseitiger Tubusteil mit Überzug aus rotglasiertem Papier, mit Ornamenten in Goldprägung und Herstellerinsignierung; innere Tubusteile mit Überzug aus weißem Pergament. Objektiv- und Okularfassung sowie Tubusendringe aus Horn.

Objektiv nichtachromatisch, einfache unsymmetrische Bikonvexlinse, Brennweite 36,4 cm (vorläufiger Wert, bestimmt mittels Sphärometer); freie Öffnung 15 mm. Okulartubus 3linsig. Objektiv- und Okularblende aus Messing, mit Verschußschiebern. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung 9 $\times$ .

Signierung: „LEONARDO SEMITECOLO“ auf der Mantelfläche des objektivseitigen Tubusteils.

## 5 Auszugshandfernrohr

Hersteller und Herstellungsort unbekannt, vermutlich um 1680

Abmessungen:  $L_{\max} = 202,5$  cm (Auszug für Dingtfernung  $\rightarrow \infty$ ),  $L_{\min} = 55,0$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 7,5$  cm.

Ankauf 1911

Inv.-Nr. C I F 27

6 okularseitige Auszüge. Alle Tubusteile aus Pappe, objektivseitiger Tubusteil mit Überzug aus grauem Pergament, mit Ornamenten in schwarzer Prägung; innere Tubusteile mit Überzug aus weiß und rot geflecktem Papier (sog. „Herrnhuter Kleisterpapier“). Sämtliche Tubusendringe und Okularfassung aus mittelbraunem Holz mit rotem Farbauftrag, teilweise Reste von Goldfassung. Okularfassung mit Innengewindeanschluß (wahrscheinlich für Verschußschieber-Fassung, fehlt). Objektivfassung aus Messing, mit Verschußschieber in Schwalbenschwanznut-Führung (Verschußschieber fehlt). Tubusteile 2, 3, 4 und 6 (von Objektivseite aus gezählt) mit eintrittsseitigen Streulichtblenden in Form flacher Zylinderringe aus hellem Holz, freie Durchmesser der Blendenöffnungen (34...35) mm (Öffnung unrund), 36 mm, 35 mm und 30,5 mm.

Objektiv nichtachromatisch, einfache unsymmetrische Bikonvexlinse, Brennweite 142,9 cm (vorläufiger Wert, bestimmt mittels Sphärometer); Objektivscheibendurchmesser 32 mm, freie Öffnung 18,3 mm. Okulartubus 5linsig. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung 33 $\times$ .

Das Instrument soll dem Astronomen HEVELIUS gehört haben (Inventarzugangseintragung).

## 6 Auszugshandfernrohr

Hersteller und Herstellungsort unbekannt, wahrscheinlich Ende 17. Jh.

Abmessungen:  $L_{\max} = 233,5$  cm (Auszug für Dingtfernung  $\rightarrow \infty$ ),  $L_{\min} = 72,0$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 7,85$  cm.

Erworben 1962

Inv.-Nr. C I f 63

6 okularseitige Auszüge. Tubusteile sämtlich aus Pappe. Objektivseitiger Tubusteil mit Überzug aus rot gefärbtem Pergament, Tubusendringe mit Überzug aus gleichem Material, Färbung überwiegend verblichen. Objektivtubus und Tubusendringe mit Ornamenten in Goldprägung. Innere Tubusteile mit Überzug aus rotbraun geflammtem Papier (sog. „Herrnhuter Kleisterpapier“). Tubusteile 3, 4, 5 und 7 (von Objektivseite aus gezählt) mit eintrittsseitigen Streulichtblenden aus dunkelbraunem Holz, freie Durchmesser der Blendenöffnungen 22 mm, 26 mm, 27 mm und 26,5 mm. Objektiv- und Okularfassung aus dunkelbraunem Holz. Ob-

ektiv in zweiteiliger Schraubfassung, mit zusätzlichem Außengewindeanschluß.

Objektiv nichtachromatisch, einfache Konkav-Konvex-Linse, Außendurchmesser (61,6...61,7) mm (Außenrand geringfügig unrund), mit ringförmiger Mattschliff-Fläche von ca. 5 mm Breite am Außenrand. Innendurchmesser der Öffnung der Objektivfassung 50 mm. Kreisringblende aus Karton vor der Objektivvorderfläche, freier Durchmesser der Blendenöffnung 24,6 mm; Brennweite 173,9 cm (vorläufiger Wert, bestimmt mittels Sphärometer). Okulartubus 3linsig. Fernrohrvergrößerung 29 $\times$ .

## 7 Auszugshandfernrohr

Hersteller, Herstellungsort und Herstellungsjahr unbekannt

Abmessungen:  $L = 9,4$  cm (Auszug für Dingtfernung  $\rightarrow \infty$ , vollständig eingeschoben),

$D_{\max} = 4,25$  cm.

Geschenk 1955

Inv.-Nr. C I f 49

1 okularseitiger Auszug. Tubusteile sämtlich aus Pappe. Objektivseitiger Tubusteil mit Überzug aus bräunlich-schwarzem Papier mit Lederimitations-Oberfläche (sog. „Grapa-Papier“). Objektiv- und Okularfassung aus gelblich-grauem Horn, Objektivfassung und Okularblende mit Gewindeanschluß.

Objektiv nichtachromatisch, einfache Konkav-Konvex-Linse. Objektivbrennweite ca. 18 cm. Linsenaußendurchmesser (32...34) mm (Außenrand unrund). Freie Öffnung 28,5 mm. Okular aus einfacher Bikonvexlinse, Linsenaußendurchmesser (14,5...15,4) mm (Außenrand unrund, grob bearbeitet). Strahlengangssystem nach GALILEI. Fernrohrvergrößerung ca. 2 $\times$ .

## 8 Auszugshandfernrohr

von J. S. MERKLEIN (Angabe aus Zugangsinventareintragung), vermutlich Reinharz, 1761 (Datierungsangabe aus Zugangsinventareintragung)

Abmessungen:  $L_{\max} = 87,2$  cm (Auszüge vollständig ausgezogen bis Anschlag),  $L_{\min} = 56,1$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 5,4$  cm.

Bereits vor 1818 im Besitz des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C I F 23, Abb.

Mittlerer Tubusteil aus Holz, Wandstärke 3 mm, mit Überzug aus schwarzer Fischhaut. Je 1 objektivseitiger und 1 okularseitiger Auszug. Beide Auszüge sowie Objektiv- und Okularfassung aus Messing. Optischer Aufbau des Okulars gegenwärtig nicht näher bestimmbar. Okularfassung mit Verschußschieber.

3 Wechselobjektive in Revolverkopf in Form eines sechsseitigen regelmäßigen Prismas, Vorderblenden von

17 mm freiem Durchmesser mit je einem zusätzlichen Innengewindeanschluß (wahrscheinlich für Einschraubfilter, fehlen); 2 abklappbare Schutzflügel aus Messingblech. Objektive nichtachromatisch, einfache Konvexlinsen, in Schraubfassungen, mit gravierten Bezeichnungen „17" 1 C“, „18" 2 B“, „23" 3 A“. Freie Objektivöffnungen je 15,5 mm ( $\triangleq$  8"). Objektivbrennweiten (vorläufige Überschlagswerte): ca. 41 cm ( $\triangleq$  17"), ca. 50 cm ( $\triangleq$  18"), und ca. 78 cm ( $\triangleq$  ca. 31", in Nichtübereinstimmung mit Angabe der Gravierung). Fernrohrauszugslängen (für Dingentfernung  $\rightarrow \infty$ ) für Objektiv „C“: 637 mm, für Objektiv „B“: 740 mm, für Objektiv „A“ mit ca. 1 000 mm nicht nutzbar, da außerhalb des verfügbaren Auszugsbereiches fallend. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerungen: 7 $\times$  (Objektiv „C“), 9 $\times$  (Objektiv „B“), Objektiv „A“ nicht nutzbar (vgl. oben).

Biographische Anmerkungen zu J. S. MERKLEIN s. Kat.-Nr. 33.

### 9 Auszugshandfernrohr

von Jesse RAMSDEN, London, um 1775

Abmessungen:  $L_{\max} = 34,3$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\min} = 10,2$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben), (Längenangaben ohne Objektivschutz-Steckkappe),  $D_{\max} = 3,8$  cm.

Ankauf 1957

Inv.-Nr. C I f 52, Abb.

6 okularseitige Auszüge. Alle Tubusteile aus Messing, Tubusendringe sowie Objektiv- und Okularfassung und Objektivschutz-Steckkappe mit Rändelung.

Objektiv achromatisch, 3linsig, Vorder- und Hinterglied Bikonvexlinse, Mittelglied Bikonkavlinse; freie Öffnung 27,5 mm, Durchmesser der Eintrittspupille ca. 14 mm (vorläufiger Wert). Okular mit Verschlussschieber. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung ca. 10 $\times$  (vorläufiger Mittelwert aus 2 verschiedenen Bestimmungsverfahren).

Signierung: „RAMSDEN LONDON“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.

Zubehör: Objektivschutz-Steckkappe.

Jesse RAMSDEN (geb. 1735 zu Salterhebble bei Halifax, gest. 1800 zu Brighelmstone) ging im Alter von 20 Jahren nach London, wo er sich zum Instrumentenbauer ausbilden ließ und 1762 eine eigene Werkstatt eröffnete. In der ersten Zeit seines Wirkens beschäftigte er sich noch mit dem Bau von Quadranten, ging jedoch bald ganz zur Herstellung von Vollkreisen über. Darüber hinaus hat er eine Reihe wesentlicher Verbesserungen eingeführt, so daß sein Ruhm als Instrumentenbauer bald weit über die Grenzen Englands hinausdrang. Bereits zwei Jahre vor der Eröffnung seiner Werkstatt faßte er den Plan zum Bau einer Kreisteilmachine, die 1763 fertiggestellt war. 1773 stellte er die zweite wesent-

lich verbesserte Maschine fertig, die ein Meisterstück und ein Vorbild für viele spätere Kreisteilmachines, insbesondere auch für selbsttätig arbeitende Teilmaschinen, wurde.

Eine weitere wesentliche von RAMSDEN eingeführte Verbesserung stellten Ablesemikroskope mit Schraubmikrometern dar, die bis heute Bestandteil von Präzisionsinstrumenten sind und sich fast vollständig in der Form erhalten haben, die ihnen schon von RAMSDEN gegeben wurde.

Das Okular nach RAMSDEN eignet sich besonders für die Anwendung in optischen Meßinstrumenten, da bei ihm das Zwischenbild vor der objektivseitigen Okularlinse dieses zweilinsigen Systems liegt.

### 10 Auszugshandfernrohr

von Jesse RAMSDEN, London, vermutlich um 1780

Abmessungen:  $L_{\max} = 93,2$  cm (Vollauszug bis Anschlag; vorläufiger Wert, da innerer Auszugsbegrenzungsring des von Okularseite aus gezählt zweiten Tubusteils fehlt),  $L_{\min} = 30,8$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 6,47$  cm.

Erworben 1953

Inv.-Nr. C I f 46, Abb.

3 okularseitige Auszüge. Objektivtubus aus Mahagoniholz mit polierter Außenfläche, Länge derselben 12,7 cm. Alle anderen Tubusauszüge sowie Tubusendringe, Objektiv- und Okularfassung aus Messing. Objektivvorderblende und Okularblende mit Verschlussschieber. Tubusendringe sowie Fassungen von Okular, Objektiv und Objektivverschlussschieber mit Rändelung.

Objektiv achromatisch, 2linsig. Freier Objektivdurchmesser 39,9 mm, freier Durchmesser der Objektivvorderblende 28,8 mm. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung 11,5 $\times$ .

Signierung: „Ramsden London Day or Night“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.

### 11 Auszugshandfernrohr

von Jesse RAMSDEN, London, um 1780

Abmessungen:  $L_{\max} = 16,2$  cm (Auszug für Dingentfernung  $\rightarrow \infty$  in Auszugsstellung „4“),  $L_{\min} = 11,7$  cm (Auszug vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 4,3$  cm.

Ankauf 1970

Inv.-Nr. C I f 76, Abb.

1 okularseitiger Auszug. Beide Tubusteile aus Messing. An Objektivtubus Schwalbenschwanzführung für Stativsteckanschluß.

Objektiv achromatisch, 3linsig, in Gratfassung. Objektivfassung fein gerändelt. Objektivbrennweite ca. 16 cm, freie Öffnung 33,5 mm, mit Außengewinde-Schraubanschluß; auf Objektivfassung Außengewinde. 4 Wechsellokulare, bezeichnet „1“, „2“, „3“, „4“, in drehbarer

gerändelter Revolverscheibe, Anzeige der gravierten Okularbezeichnungsziffern in einem kreisförmigen Fenster der Okularblendenscheibe. Auf Okulartubus ebenfalls mit „1“, „2“, „3“, „4“ bezeichnete Ringmarken für Auszugseinstellung. Strahlengangsystem nach GALILEI (Fernrohrbild aufrechtstehend). Fernrohrvergrößerungen (vorläufige Werte): ca.  $2\times$  (Okular „1“), ca.  $5\times$  (Okular „2“), ca.  $10\times$  (Okular „3“), ca.  $15\times$  (Okular „4“). Signierung: „Ramsden London“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.

## 12 Auszugshandfernrohr

von DOLLOND, London, um 1800  
Abmessungen:  $L_{\max} = 15,5$  cm (Auszug für Dingenfernung  $\rightarrow \infty$  in Auszugsstellung „2“),  $L_{\min} = 10,8$  cm (Auszug vollständig eingeschoben), (Längenangaben ohne Betätigungsstift für Okularwechsel),  $D_{\max} = 4,2$  cm.  
Ankauf 1958  
Inv.-Nr. C I f 56, Abb.

1 okularseitiger Auszug. Beide Tubusteile aus Messing, Objektivtubus mit Überzug aus braunem Leder. Objektiv- und Okularfassung mit Rändelung. Auf Objektivfassung Außengewinde. Objektiv achromatisch, 3linsig, freie Öffnung 34 mm. Weitere Objektivdaten waren bis zum Zeitpunkt des Manuskriptabschlusses nicht ermittelbar. 2 Wechselokulare, einfache Bikonkavlinen in Gratfassung auf schwenkbarer Revolverscheibe mit Betätigungsstift, bezeichnet „1“, „2“ auf Okularblendenscheibe. Auf Okulartubus ebenfalls mit „1“, „2“ bezeichnete Ringmarken für Auszugseinstellung. Strahlengangsystem nach GALILEI (Fernrohrbild aufrechtstehend). Fernrohrvergrößerungen (vorläufige Werte): ca.  $5\times$  (Okular „1“), ca.  $9\times$  (Okular „2“).  
Signierung: „Dollond London“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.  
Biographische Anmerkungen s. im Abschnitt „Historische Einleitung“.

## 13 Auszugshandfernrohr

von DOLLAND (wahrscheinlich Peter DOLLOND), London, um 1800  
Abmessungen:  $L_{\max} = 91,7$  cm (Vollauszug bis Anschlag, einschließlich Objektivgegenlichtblendentubus),  $L_{\min} = 28,9$  cm (Auszüge und Objektivgegenlichtblendentubus vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 6,2$  cm.  
Ankauf 1903  
Inv.-Nr. C I F 26, Abb.

3 okularseitige Auszüge, an Objektivseite ausziehbarer Gegenlichtblendentubus. Objektivtubus aus Birkenholz mit geglätteter Außenfläche, Länge derselben 9,6 cm, mit dünner Überzugsschicht aus einem dunkelbraunen Lack. Alle anderen Tubusauszüge, Objektivgegenlichtblendentubus sowie Tubusendringe, Objektiv- und Oku-

larfassung aus Messing, Objektivfassung und Tubusendringe mit Rändelung. Objektivgegenlichtblendentubus und Okularblende mit Verschußschieber. Objektiv achromatisch, wahrscheinlich 2linsig (genauere optische Daten des Objektivs sind gegenwärtig nicht bestimmbar). Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung  $16\times$ .  
Signierung: „Dolland Day or Night.“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.

## 14 Auszugshandfernrohr

von STERROP, London, Ende 18. Jh.  
Abmessungen:  $L_{\max} = 56,5$  cm (größter Auszug für Dingenfernung  $\rightarrow \infty$ ),  $L_{\min} = 37,6$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 3,75$  cm.  
Bereits vor 1818 im Besitz des Mathematisch-Physikalischen Salons  
Inv.-Nr. C I F 21, Abb.

Mittlerer Tubusteil aus braunem Holz, Wandstärke 2,5 mm, mit Überzug aus grün gefärbter Fischhaut. Je 1 objektivseitiger und 1 okularseitiger Auszug. Beide Auszüge sowie Objektiv- und Okularfassung aus Messing, vergoldet. Okulartubus 4linsig (Angabe aus Inventaren, bis zum Zeitpunkt des Manuskriptabschlusses am Objekt nicht überprüfbar), Okularöffnung mit Verschußschieber.

2 Wechselobjektive in Würfelrevolver, nichtachromatisch, einfache Konvexlinsen, in Gratfassung; freie Öffnung beider Vorderblenden 13,3 mm ( $\triangle 5,7''$  3). Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerungen  $8\times$  bzw.  $13\times$ . Signierung: „Sterrop LONDON“ auf dem Objektivrevolverkopf.

## 15 Auszugshandfernrohr

Hersteller und Herstellungsort unbekannt, vermutlich Ende 18. Jh.  
Abmessungen:  $L_{\max}$  s. Text,  $L_{\min} = 49,5$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 5,85$  cm.  
Bereits vor 1818 im Besitz des Mathematisch-Physikalischen Salons  
Inv.-Nr. C I F 22, Abb.

5 okularseitige Auszüge. Alle Tubusteile aus Pappe, objektivseitiger Tubusteil mit Überzug aus grün gefärbter Fischhaut, innere Tubusteile mit Überzug aus grün gefärbtem Pergament. Tubusendringe sowie objektivseitige Abschlußzierblende des objektivseitigen Tubusteils aus Messing, feuervergoldet. Tubusendringe der inneren Tubusteile mit Überzug aus grün gefärbter Fischhaut, okularseitiger Tubusendring aus dunkelbraunem Holz. Tubusteile 2, 3, 4 und 5 (von Objektivseite aus gezählt) mit eintrittsseitigen Streulichtblenden aus dunkelbraun gebeiztem Holz, freie Durchmesser der Blendenöffnungen 26,5 mm, 31 mm, 26,5 mm und 25 mm (Blendenöffnungen geringfügig unrund). Objektiv- und

Okularfassung aus Messing, feuervergoldet. Okularfassung mit Rändelung. Okularöffnung mit Verschlussschieber.

2 Wechselobjektive in Würfelrevolver, nichtachromatisch, einfache Konvexlinsen, in Graffassung. 1 Objektiv fehlt. Freie Öffnung beider Vorderblenden 23,7 mm ( $\triangle 1'' 0,3$ ). Gegenüberliegende Blendenöffnungen mit Innengewinde wahrscheinlich für Einschraubfilter. Okularsystem 5linsig. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung für das vorhandene Objektiv 17 $\times$ . Der entsprechende Wert für das fehlende Objektiv ist nicht überliefert. Die Fernrohrauszugslängen bei Fokussierung auf Dingtfernung  $\rightarrow \infty$  betragen 125 cm (4 Fuß) für das vorhandene Objektiv bzw. 5 Fuß (Angabe aus alten Inventaren der Sammlung) für das fehlende Objektiv.

#### 16 Auszugshandfernrohr

von REICHENBACH und FRAU(E)NHOFER, München, um 1810

Abmessungen:  $L_{\text{voll}} = 146,2$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\text{min}} = 37,6$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben), (Längenangaben ohne Objektivschutz-Steckkappe),  $D_{\text{max}} = 6,77$  cm.

Geschenk 1915

Inv.-Nr. C I F 24, Abb.

4 okularseitige Auszüge. Objektivtubus aus Erlenholz mit polierter Außenfläche, Länge derselben 32,2 cm. Alle anderen Tubusauszüge sowie Tubusendringe, Objektiv- und Okularfassung aus Messing, Objektiv- und Okularfassung sowie Tubusendringe mit feiner, teilweise zerstörter Rändelung. Okularblende mit einschwenkbarer Verschlussscheibe.

Objektivoptik fehlt, ersetzt durch Attrappe aus Planglas. Freie Objektivöffnung 58 mm. Objektivbrennweite und Fernrohrvergrößerung nicht mehr ermittelbar wegen fehlenden Objektivs. Terrestrisches Okular.

Signierung: „REICHENBACH. U. FRAUENHOFER MÜNCHEN“ auf der Deckfläche des Okulars.

Zubehör: Objektivschutz-Steckkappe.

#### 17 Auszugshandfernrohr

von UTZSCHNEIDER u. FRAUNHOFER, München, um 1820

Abmessungen:  $L_{\text{max}} \approx 90,5$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\text{min}} \approx 26,5$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben), (Okularblendenfassung deformiert; Längenangaben ohne Betätigungsstift für Okularverschluß und ohne Objektivschutz-Steckkappe),  $D_{\text{max}} = 7$  cm.

Ankauf 1949

Inv.-Nr. C I F 13, Abb.

4 okularseitige Auszüge. Objektivtubus aus Mahagoniholz mit polierter Außenfläche, Länge derselben 16,8 cm. Alle anderen Tubusauszüge sowie Tubusendringe, Ob-

jektiv- und Okularfassung aus Messing, Objektiv- und Okularfassung sowie Tubusendringe mit Rändelung. Okularblende mit schwenkbarer Verschlussscheibe.

Objektiv achromatisch, 2linsig, Bauart nach FRAUNHOFER mit 3 Distanzplättchen aus Metallfolie im Winkelabstand von je 120° zwischen den Linsenrändern. Objektivbrennweite ca. 65 cm (vorläufiger Überschlagswert). Freie Öffnung 53,7 mm, Durchmesser der Eintrittspupille 50,5 mm. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung 30 $\times$ .

Signierung: „Utzschneider u. Fraunhofer in München“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.

Zubehör: Objektivschutz-Steckkappe; Hülle (fehlt).

#### 18 Auszugshandfernrohr

von UTZSCHNEIDER u. FRAUNHOFER, München, um 1820

Abmessungen:  $L_{\text{max}} = 53,1$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\text{min}} = 18,3$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben), (Längenangaben ohne Betätigungsstift für Okularverschluß und ohne Objektivschutz-Steckkappe),  $D_{\text{max}} = 4,1$  cm.

Ankauf 1963

Inv.-Nr. C I f 65, Abb.

3 okularseitige Auszüge. Objektivtubus aus hellem Mahagoniholz („amerikanischem Mahagoni“) mit polierter Außenfläche, Länge derselben 12,6 cm. Alle anderen Tubusauszüge sowie Tubusendringe, Objektiv- und Okularfassung aus Messing, Objektiv- und Okularfassung sowie Tubusendringe mit Rändelung. Okularblende mit einschwenkbarer Verschlussscheibe. Auf erstem bis drittem Tubusteil (von Objektivseite aus gezählt) je 1 gravierte Strichkreuzmarke für Fokussierungseinstellung.

Objektiv achromatisch, 2linsig, Bauart nach FRAUNHOFER mit 3 Distanzplättchen aus Metallfolie im Winkelabstand von je 120° zwischen den Linsenrändern. Objektivbrennweite ca. 35,5 cm. Freie Öffnung 30 mm, Durchmesser der Eintrittspupille 25,9 mm. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung 16 $\times$ .

Signierung: „Utzschneider u. Fraunhofer in München“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.

Zubehör: Objektivschutz-Steckkappe.

#### 19 Auszugshandfernrohr

von UTZSCHNEIDER u. FRAUNHOFER, München, um 1820

Abmessungen:  $L_{\text{max}} = 81,2$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\text{min}} = 26,7$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben), (Längenangaben ohne Betätigungsstift für Okularverschluß),  $D_{\text{max}} = 5,5$  cm.

Ankauf 1955

Inv.-Nr. C I f 50

3 okularseitige Auszüge. Objektivtubus aus Nußbaumholz mit polierter Außenfläche, Länge derselben 19,5 cm. Alle

anderen Tubusauszüge sowie Tubusendringe, Objektiv- und Okularfassung aus Messing, Objektiv- und Okularfassung sowie Tubusendringe mit Rändelung. Okularblende mit einschwenkbarer Verschlusscheibe. Auf erstem bis drittem Tubusteil (von Objektivseite aus gezählt) je 1 gravierte Strichkreuzmarke für Fokussierungseinstellung.

Objektiv achromatisch, 2linsig, Bauart nach FRAUNHOFER mit 3 Distanzplättchen aus Metallfolie im Winkelabstand von je  $120^\circ$  zwischen den Linsenrändern. Objektivbrennweite ca. 55 cm. Freie Öffnung 42,7 mm, Durchmesser der Eintrittspupille 36,2 mm. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung  $24\times$ .

Signierung: „Utzschneider u. Fraunhofer in München“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.

## 20 Auszugshandfernrohr

Hersteller unbekannt, vermutlich englisch, um 1850  
Abmessungen:  $L_{\max} = 87,4$  cm (Auszug vollständig ausgezogen bis Anschlag),  $L_{\min} = 49,7$  cm (Auszug vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 6,1$  cm.

Ankauf 1963

Inv.-Nr. C I f 64, Abb.

Tubus- und Fassungsteile sämtlich aus Messing, Flächen an Objektiv- und Okularfassung brüniert. Objektivseitiger Tubusteil zum Teil mit Überzug aus schwarz gefärbtem und lackiertem Geflecht aus Textilfaden, mit 2 eingeflochtenen Ösen für Tragegurt. Okulartubus mit gravierter Ringmarke für Auszugseinstellung für Dingenfernung  $\rightarrow \infty$ . Optischer Aufbau des Okulars gegenwärtig nicht näher bestimmbar. Okularfassung mit Verschlusschieber.

Objektiv achromatisch, 2linsig, in Schraubfassung. Außendurchmesser der Linsen: Vorderglied (Sammel linse) 42,3 mm, Hinterglied (Zerstreuungslinse) 42,6 mm. Freie Objektivöffnung 39,3 mm. Durchmesser der Eintrittspupille ca. 30 mm, Objektivbrennweite ca. 48 cm. Strahlengang terrestrisch. Fernrohrvergrößerung ca.  $14\times$ . (Die Angaben für Fernrohrvergrößerung und Durchmesser der Eintrittspupille sind Ungefährwerte; die genauen Werte sind nicht ermittelbar wegen Dejustierung des optischen Systems infolge Durchbiegung des Tubus in Längsrichtung durch mechanische Deformation.)

## 21 Handfernrohrchen

Hersteller und Herstellungsort unbekannt, vermutlich deutsch, wahrscheinlich 1. Hälfte 19. Jh.

Abmessungen:  $L_{\max} = 7,0$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\min} = 5,4$  cm (Auszug vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 27,4$  mm.

Ankauf 1965

Inv.-Nr. C I f 69

1 okularseitiger Auszug. Tubusteile sämtlich aus Messing. Objektivseitiger Tubusteil mit rötlich-braunem polier-

tem Mahagoniholz belegt, Länge der belegten Fläche 2,7 cm. Objektiv- und Okularfassung aus Messing, mit Gewindeanschluß. Objektiv- und Okularfassung sowie Schiebehülse für Okulartubus mit Rändelung.

Objektiv achromatisch, 2linsig, beide Einzellinsen wahrscheinlich verkittet, in Gratfassung. Objektivbrennweite ca. 7,5 cm. Freie Öffnung 18,3 mm. Okular aus einfacher Bikonkavlinse, Linsenaußendurchmesser 11,0 mm. Strahlengangssystem nach GALILEI. Fernrohrvergrößerung ca.  $4\times$ .

## 22 Handfernrohrchen

Hersteller, Herstellungsort und Herstellungsjahr unbekannt

Abmessungen:  $L = 6,3$  cm (Okulartubus vollständig eingeschraubt, ohne Betätigungsstift für Objektivverschlussschieber),  $D_{\max} = 2,45$  cm.

Ankauf 1978

Inv.-Nr. C I f 94

Fernrohrtubus 2teilig, beide Teile mit Schraubverbindung, die gleichzeitig zur Fokussierung dient. Beide Tubusteile aus dunkel gebeiztem hellem Holz, Tubuskörper schlicht verziert mit gedrehseltem Profil. Objektiv- und Okularfassung aus Messing, beide mit je 1 Verschlusschieber in Schwalbenschwanzführung, beide Schieber mit Friktionsfedern aus blau angelassenem Federstahl.

Objektiv nichtachromatisch, einfache Bikonvexlinse. Objektivbrennweite ca. 12 cm (vorläufiger Überschlagswert). Linsenaußendurchmesser 16,7 ... 17,7 mm (Außenrand unrund, grob bearbeitet). Freie Öffnung 14,5 mm. Freier Durchmesser der Objektivvorderlinse 12 mm. Okular aus einfacher Plankonkavlinse, Linsenaußendurchmesser 13,5 ... 14,0 mm (Außenrand unrund, grob bearbeitet). Objektiv- und Okularlinse gefaßt mittels Sprengring aus Messingdraht. Strahlengangssystem nach GALILEI. Das Fernrohr läßt sich nicht auf Dingenfernung  $\rightarrow \infty$  fokussieren. Dies deutet auf die Zweckbestimmung des Instruments als Sehhilfe zum Ausgleich von Kurzsichtigkeit. Die größtmögliche Einstellentfernung beträgt ca. 0,6 ... 0,7 m. Die hierauf bezogene Fernrohrvergrößerung ist gegenwärtig nicht bestimmbar.

## 23 Auszugshandfernrohr

(„Holländisches Handröhrchen“)

von CHEVALLIER, Paris, um 1840

Abmessungen:  $L_{\min} = 6,7$  cm (Auszug vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 5,9$  cm.

Ankauf 1967

Inv.-Nr. C I f 72

1 okularseitiger Auszug. Tubusteile aus starkem Kupferblech, über Dorn gebogen und mit Längsnaht stumpf gelötet. Außenteil des Objektivtubus aus Elfenbein, mit

Gewindeanschlüssen für Objektivtubus-Innenteil und Objektivfassung. Fokussierung durch Rundgewinde („Kordelgewinde“-)Verbindung zwischen objektivseitigem und okularseitigem Tubusteil, Gewinde gedrückt in eingelöteten, durch stumpfe Lötung aus dünnem Kupferblech hergestellten Zylinder. Okularblende aus Messingguß, grob gerändelt, mit Schraubanschluß. Außenflächen aller Metallteile einschließlich des Tubusrings und der beiden Zierringe des objektivseitigen Tubusteils vergoldet.

Objektiv achromatisch, 2linsig, beide Einzellinsen wahrscheinlich verkittet, in Schraubfassung. Objektivbrennweite ca. 15 cm. Freie Öffnung 44,5 mm. Okular aus einfacher Bikonkavlinse, Linsenaußendurchmesser 20,5 mm. Strahlengangsystem nach GALILEI. Das Fernrohr läßt sich nicht auf Dingtfernung  $\rightarrow \infty$  fokussieren. Dies deutet auf die Zweckbestimmung des Instruments als Sehhilfe zum Ausgleich von Kurzsichtigkeit. Die größtmögliche Einstellfernung und die hierauf bezogene Fernrohrvergrößerung sind gegenwärtig nicht bestimmbar.

Signierung: „ $\times$  L'ING. CHEVALLIER, OPTICIEN DU ROI  $\times$  VIS A VIS LE MARCHÉ AUX FLEURS  $\times$ “ auf der Deckfläche des Okulars.

Zubehör: Etui, mit braunem Leder überzogen und mit violettem Samt ausgekleidet.

Ein „Ingenieur“ und Optiker Jean Gabriel Augustin CHEVALLIER ist um ca. 1850 zu Paris nachweisbar.

## 24 Auszugshandfernrohr

(„Holländisches Handröhrchen“)

Hersteller und Herstellungsort unbekannt, vermutlich 1. Hälfte 19. Jahrhundert

Abmessungen:  $L_{\max} = 11,8$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\min} = 6,1$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 5,07$  cm.

Ankauf 1972

Inv.-Nr. C I f 84

2 okularseitige Auszüge. Tubusteile sämtlich aus Messing. Objektivseitiger Tubusteil mit Überzug aus Elfenbein, Außenflächen der Objektivfassung und der Okularfassung sowie der Tubusendringe verkupfert. Objektivfassung und Okularfassung mit Gewindeanschluß.

Objektiv achromatisch, 2linsig, beide Einzellinsen verkittet. Objektivbrennweite ca. 15 cm. Linsenaußendurchmesser 41,7 mm. Freie Öffnung 40 mm. Strahlengangsystem nach GALILEI. Fernrohrvergrößerung ca.  $3\times$ .

Besondere Kennzeichen: Krone, „IL“, „Braunshardt“ auf Mantelfläche des mittleren Tubusteils.

## 25 Auszugshandfernrohr

(„Holländisches Handröhrchen“)

Hersteller und Herstellungsort unbekannt, vermutlich Mitte 19. Jahrhundert

Abmessungen:  $L_{\max} = 4,7$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\min} = 3,4$  cm (Auszug vollständig eingeschoben),  $D_{\max} = 1,9$  cm.

Geschenk 1970

Inv.-Nr. C I f 75

1 okularseitiger Auszug. Tubusteile sämtlich aus Messing. Im zusammengesetzten Zustand sichtbare Außenflächen mit Überzug aus Elfenbein. Okulartubusteil mit gedrehter schlichter Profilverzierung. Objektivtubusteil mit aufgeschobenem Zierring aus dünnem Messingblech mit gedrücktem Profil. Objektivfassung mit Gewindeanschluß.

Objektiv achromatisch, 2linsig, beide Einzellinsen verkittet. Objektivbrennweite ca. 5,5 cm. Linsenaußendurchmesser 12,5 mm. Freie Öffnung 11,7 mm. Strahlengangsystem nach GALILEI. Fernrohrvergrößerung ca.  $2\times$ .

## 26 Doppelfernrohr

(„Theaterglas“, „Elliptisches Opernglas“)

Hersteller und Herstellungsort unbekannt, wahrscheinlich französisch, um 1830

Abmessungen:  $L_{\max} = 10,0$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\min} = 7,8$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $B_{\max} = 12$  cm,  $H_{\max} = 4,5$  cm (einschließlich Betätigungsknöpfen für Arretierung der Objektivfassungen).

Ankauf 1957

Inv.-Nr. C I f 54

Je 1 okularseitiger Auszug. Okularseitige Tubusteile aus Messing, Außenflächen vergoldet. Okularfassungen und objektivseitige Tubusteile aus Elfenbein, Außenflächen der letzteren verziert mit vertieftem, schwarz ausgelegtem Zellenmuster. Gemeinsame Fokussierung beider Fernrohre durch Mittelschraube. Rändelring der Fokussierschraube aus Elfenbein. Mittelstange und Brücken aus Messing, vergoldet. Befestigungsschraube aus blau angelassenem Stahl. Objektive in Steckfassungen, rastbar durch je 1 Feder aus blau angelassenem Federstahl, mit Betätigungsknopf aus Elfenbein.

Objektive achromatisch, 2linsig, Einzellinsen wahrscheinlich verkittet. Objektivbrennweiten ca. 12 cm. Elliptische Form, freie Öffnungen von 40 mm Breite und 30 mm Höhe. Strahlengangsystem nach GALILEI. Fernrohrvergrößerung jedes einzelnen Fernrohrsystems ca.  $2\times$ .

Besondere Kennzeichen: umlaufende Beschriftung „RD JUMELLE ELLIPTIQUE BREVETÉE S · G · D · G · RD“ auf der Deckfläche des linken Okulars.

## 27 Doppelfernrohr („Theaterglas“)

von CHARAMOND, Paris, um 1870

Abmessungen:  $L_{\max} = 5,8$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\min} = 2,9$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben),  $B_{\max} \approx 20$  cm (Handgriff ausgeschwenkt, verzogen),  $B_{\min} = 10,3$  cm,  $H = 3,2$  cm (Höhe gleich Außendurchmesser der Objektivfassung).

Ankauf 1959

Inv.-Nr. C I f 58

Je 2 okularseitige Auszüge. Tubusteile sämtlich aus Messing. Enden der objektivseitigen Tubusteile mit ornamentierten Ringen aus Messing, übrige Mantelflächen mit Überzug aus schwarzem Lack. Okularblenden aus Messingguß. Gemeinsame Fokussierung beider Fernrohre durch Mittelschraube. Der Rändelring der Fokussierschraube und ein ausschwenkbarer Handgriff mit schlicht profiliertem Rand sind aus bräunlich-schwarzem Horn gefertigt. Außenflächen aller Metallteile vergoldet.

Objektiv achromatisch, 2linsig, freie Öffnung 23 mm. Weitere Daten von Objektiven und Okularen sind gegenwärtig nicht näher bestimmbar. Strahlengangssystem nach GALILEI. Fernrohrvergrößerung jedes einzelnen Fernrohrsystems ca.  $2\times$ .

Signierung: „\*CHARAMOND \* BRÉVETÉ A PARIS“ auf jeder der Deckflächen der beiden Okulare.

## 28 Auszugshandfernrohr

Hersteller unbekannt, wahrscheinlich deutsch, um 1820

Abmessungen:  $L_{\text{voll}} = 19,9$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\min} = 9,0$  cm (Auszüge vollständig eingeschoben), (Längenangaben ohne Objektivschutz-Steckkappe),  $D_{\max} = 5,6$  cm.

Geschenk 1957

Inv.-Nr. C I f 55

3 okularseitige Auszüge. Alle Tubusteile aus Messing, Tubusendringe sowie Objektiv- und Okularfassung und Objektivschutz-Steckkappe mit Rändelung. An hinterem Ende des objektivseitigen Tubusteils in einem Scharnier mit blau angelassener Schraube aus Stahl eine Baumschraube ebenfalls aus Stahl mit naturfarbener Oberfläche, mit einer schraubbaren Schutzhülse aus schwarzem Holz mit Innengewinde.

Objektiv achromatisch, 2linsig, Bauart nach FRAUNHOFER mit 3 Distanzplättchen aus Metallfolie zwischen den Linsenrändern im Winkelabstand von je ca.  $120^\circ$ , jedoch in Gratfassung. Objektivbrennweite ca. 19 cm. Freie Öffnung 43,5 mm. 4 Wechselokulare, bezeichnet „1“, „2“, „3“, „4“, in drehbarer zweifach gerändelter Revolverscheibe, Anzeige der gravierten Okularbezeichnungsziffern in einem kreisförmigen Fenster der Okularblende. Strahlengangssystem nach GALILEI (Fernrohrbild aufrechtstehend). Fernrohrvergrößerun-

gen (vorläufige Werte): ca.  $5\times$  (Okular „1“), ca.  $8\times$  (Okular „2“), ca.  $10\times$  (Okular „3“), ca.  $15\times$  (Okular „4“). Zubehör: Objektivschutz-Steckkappe.

## 29 Kometensucher

von Jesse RAMSDEN, London, vermutlich um 1780

Abmessungen:  $L_{\max} = 75$  cm,  $T_{\max} = 65$  cm (beide Maße bezogen auf Ausladung der Stativfüße),  $H_{\max} = 200$  cm. Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C I F 6, Abb.

Ein dreifüßiges Stativ von 103,5 cm Höhe mit Kreuzverbreitungen, das zusammengefügt ist durch Schrauben aus Messing, trägt eine zweiteilige Säule aus Messing von kreisförmigem Querschnitt. Das untere äußere Säulenteil besitzt 48,4 cm Höhe und 64,5 mm bzw. 51 mm unteren bzw. oberen Durchmesser. Es dient am oberen Ende als Führung für das innere zylindrische Säulenteil. Das Innenteil wird an seinem unteren Ende von einem Körnerlager getragen, das am oberen Ende einer axialen Zahnstange befestigt ist. Über einen Zahntrieb mit Vierkantsteckschlüssel-Anschluß kann die Anordnung bis auf eine maximale Säulengsamthöhe von 61,5 cm ausgefahren werden. Das Instrument ist azimutal montiert. Das Säuleninnenteil trägt am oberen Ende den horizontal drehbaren Lagerkopf für die aus Eisen gefertigte horizontale Schwenkachse des Fernrohrtubus. Die Achse trägt als Gegengewicht einen mit Schraubdeckel verschlossenen Hohlzylinder aus Messing, der einen Zylinder aus Blei enthält.

Das Fernrohr der historischen Nenngröße  $2\frac{1}{2}$  Fuß ( $\Delta$  ca. 75 cm) besitzt eine minimale Länge (Auszug vollständig eingeschoben, ohne Objektivschutz-Steckkappe) von 67 cm. Sein Objektivtubus besteht aus Mahagoniholz von 58,7 cm Länge der sichtbaren Außenfläche, 8 cm Außendurchmesser und 7,1 cm lichter Weite am Objektivende. Der Okularauszugtubus besteht aus Messing.

Das nichtachromatische Objektiv besteht aus einer einfachen Bikonvexlinse in Gratfassung mit einer Brennweite von ca. 74 cm und 75,8 mm ( $\Delta$  3 Zoll) freier Öffnung. Strahlengangssystem astronomisch. Fernrohrvergrößerung  $9\times$ .

Signierung: „J., Ramsden London“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.

Zubehör: Objektivschutz-Steckkappe, Vierkantsteckschlüssel mit Holzgriff für Höhentrieb.

### 30 Stativfernrohr

von Thomas HARRIS & Son, London, Mitte 19. Jahrhundert

Abmessungen:  $L_{\max} = 106,3$  cm (Vollauszug bis Anschlag),  $L_{\min} = 88,6$  cm (Auszug vollständig eingeschoben), (Längenangaben ohne Blendglasfassung),  $T_{\max} = 25,0$  cm,  $H_{\text{ges; max}} = 63$  cm,  $D_{\max} = 6,07$  cm (größter Tubusdurchmesser, ohne Dioptereinrichtung).

Ankauf 1878

Inv.-Nr. C I F 20

1 okularseitiger Auszug. Tubusmittelteil mit Mantel aus braunem Holz, mit Suchereinrichtung aus Messing (vermutlich Dreifachdioptr, unvollständig). Tubusendringe, Objektivtubusteil, Okulartubusteil und dessen Führungstubus aus Messing. Objektiv fehlt, ersetzt durch Attrappe aus Planglas. Objektivbrennweite 100 cm (Angabe aus altem Inventar der Sammlung). Freie Öffnung 50 mm. Okularblende mit Blendglas, dunkel-rotbraun, in Grat gefaßt in einschwenkbarer Fassung, Verschlussschieber in Schwalbenschwanzführung. Weitere Okulardaten und der Strahlengangtyp des Fernrohrsystems waren bis zum Zeitpunkt des Manuskriptabschlusses nicht ermittelbar.

Das Instrument ist azimuthal montiert auf einem dreifüßigen Stativ aus Messing mit einklappbaren geraden Füßen sowie einer zylindrischen Stativsäule von 27 mm Durchmesser und (einschließlich Gelenkkopf) 22 cm Höhe, mit einer Tubushalterung, bestehend aus zwei Halbzyllinderschalen mit Klemmschraube.

Signierung: „T. Harris. & Son. London.“ auf der Mantelfläche des okularseitigen Tubusteils.

Zubehör: Aufbewahrungskasten.

### 31 Stativfernrohr

von UTZSCHNEIDER und FRAUNHOFER, München, nach 1810

Abmessungen:  $L_{\max} = 105$  cm (Okulartubus ausgezogen bis Ende des Zahnstangeneingriffs),  $L_{\min} = 98,2$  cm (Okulartubus eingeschoben bis Anschlag), (Längenangaben ohne Objektivschutz-Steckkappe und ohne Betätigungsstift für Okularverschluß),  $T_{\max} = 32,4$  cm,  $H_{\text{ges; max}} = 79,5$  cm,  $D_{\max} = 8,4$  cm (größter Tubusdurchmesser).

Erworben 1950

Inv.-Nr. C I F 36

Das gesamte Instrument besteht aus Messing, die sichtbaren Oberflächen sind lackiert nach englischer Manier. 1 okularseitiger Auszug mit Zahnstange in Eingriff mit Feintrieb-Rändelschraube.

Objektiv achromatisch, 2linsig, Bauart nach FRAUNHOFER mit 3 Distanzplättchen aus Metallfolie im Winkelabstand von je  $120^\circ$  zwischen den Linsenrändern (1 Plättchen fehlt). Objektivbrennweite ca. 83 cm (vorläufiger Überschlagswert). Freie Öffnung 64 mm. Strah-

lengang terrestrisch. Die Fernrohrvergrößerung war bis zum Zeitpunkt des Manuskriptabschlusses nicht bestimmbar infolge Dejustierung der optischen Bauelemente des Objektivs. Das Instrument ist azimuthal montiert auf einem dreifüßigen Stativ aus Messing mit einklappbaren geraden Füßen sowie einer zylindrischen Stativsäule von 49,3 mm Durchmesser und (einschließlich Gelenkkopf) 32,3 cm Höhe. Die Höhenwinkelarretierung des Fernrohrtubus erfolgt durch ein zweigliedriges Teleskopgestänge mit Rändelmutter und 2 Rändelschrauben zum Feststellen.

Signierung: „Utzschneider u. Fraunhofer in München“ auf dem okularseitigen Ende der Mantelfläche des Objektivtubus.

Zubehör: Aufbewahrungskasten aus Holz.

### 32 Spiegelteleskop

von George HEARNE, London, 1690

Abmessungen: Gestell  $L = 122$  cm,  $T = 62$  cm,  $H = 106$  cm;

$H_{\text{ges; min}} = 166$  cm, Tubuslänge 2,48 m (8 Fuß  $9\frac{1}{2}$  Zoll). Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C I F 16, Abb.

Tubus des Hauptrohres aus Holz mit schwarzem Anstrich, mit achteckigem Querschnitt von 21 cm ( $8\frac{1}{2}$  Zoll) lichter Weite.

Objektivspiegel aus Spiegelmetall (fehlt), Durchmesser 181 mm (Angabe aus Literatur). Am oberen Tubusende Okularschlitten aus Messing mit Innengewindeanschluß für Wechselokulare und Feinbewegung parallel zu Tubuslängsachse (Schraubenspindel der Feinbewegung fehlt). Okulare einlinsig. Am oberen Tubusende als Sucherfernrohr einfaches Linsenfernrohr mit astronomischem Strahlengangsystem nach KEPLER, Holztubus von quadratischem Querschnitt 40,6 mm · 40,6 mm und 43,5 cm Länge mit spitzdachartigem Verzierungsansatz, mit einfachem Objektiv von 16 mm freier Öffnung (fehlt) und einfachem Okular (fehlt). Quadrant aus Messing mit Pendellot zur Ablesung des Höhenwinkels des Fernrohrtubus (fehlen). Azimutale Montierung in vierfüßigem Gestell aus Holz mit schwarzem Anstrich, mit 4 Laufrollen.

Lagerung des Tubus für Vertikalbewegung mittels Horizontalachse so, daß der Tubusschwerpunkt zum Hauptspiegel hin liegt. Vertikalfeinbewegung mittels Winde und 6flügeligem Handrad aus Holz und Metallkette am okularseitigen Tubusende. Grobeinstellung für Elevationswinkel mittels zweifacher Teleskopführung und Klemmbügeln mit Klemmschrauben. Horizontalfeinbewegung durch 6flügeliges Handrad aus Holz mit Schraubenspindel.

Fernrohrvergrößerungen nicht bestimmbar wegen fehlender Optikauelemente.

Zubehör: 5 Wechselokulareinsätze, astronomisch, mit Außengewindeanschluß, für verschiedene Vergrößerungen, davon 3 Okulare mit fehlender Optik.

Weiteres Zubehör: Verlust.

Das Instrument stellt eines der größten Spiegelteleskope seiner Entstehungszeit dar.

Signierung: „Geo: Hearne, London.“ auf Schild aus Messing in Mitte der Tubusvorderseite.

HEARNE ist nachweisbar als „HEARN, Mathematical Instrument Maker in Dogwell Court, Whitefriars.“ HADLEY stellt fest, daß „das Metall seines Spiegelteleskops hergestellt wurde durch diesen hervorragenden Handwerker, Mr. Hearn aus Dogwell Court, um 1725“.

### 33 Spiegelteleskop

von J. G. ZIMMER und J. S. MERCKLEIN aus der LÖSER-Werkstatt, Schloß Reinhart, 1742

Abmessungen:  $H_{\text{Ges}}$ ; max  $\approx 3,5$  m (Höhenwinkelverstellung nicht vollständig funktionstüchtig); Tubuslänge (ohne Staubschutz-Schraubkappe und ohne okularseitige Tubusabschlußkappe) 255 cm (8 Fuß 9 Zoll).

Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C I F 9, Abb.

Tubus des Hauptrohres aus Kupfer mit Überzug von rotem Saffian, Armierungszierringe und Armierungsleisten im Zierprofil sowie Fassungen der Tubusenden und Staubschutz-Schraubkappe aus Messing. Tubusinnenquerschnittsdurchmesser 23,1 cm (9 Zoll). Freier Öffnungsdurchmesser der objektseitigen Tubusfassung 18,1 cm (7 Zoll 2 Linien).

Objektivspiegel aus Spiegelmetall, Spiegelflächenaußendurchmesser und freier Spiegelöffnungsdurchmesser 23,1 cm (9 Zoll). Fangspiegel aus Spiegelmetall, Spiegelflächenoberfläche vermutlich parabolisch. (Angabe aus Literatur.)

Am objektseitigen Tubusende Schlittenführung für axiale Verschiebung des Fangspiegelträgers zur Fokussierung mittels Schraubenspindel, Betätigung vom okularseitigen Tubusende aus.

Okulare zweilinsig, mit Feldblende. Am objektseitigen Tubusende Sucherfernrohr mit astronomischem Strahlengangssystem nach KEPLER, Messingtubus mit Überzug von schwarzer Fischhaut, Armierungsringe und Fassungen der Tubusenden aus Messing, kleinste Tubuslänge 183,8 cm (6 Fuß 3 Zoll), mit einfachem Objektiv von 37,5 mm (1 Zoll 6 Linien) freier Öffnung, sowie einfachem Okular in Auszugtubus aus Messing (Okularlinse und Fadenkreuz sowie Objektivstaubschutz-Schraubkappe fehlen). Sucherfernrohrvergrößerung nicht bestimmbar wegen nicht betriebsfähigen Okulars. Azimutale Montierung auf einem Stativ aus Eichenholz

verziert mit Holzbildhauerarbeit (u. a. mit der Initiale des Urhebers, zwei spiegelbildliche verschlungene L mit der reichsgräflichen Krone darüber), mit drei leichtgeschwungenen Füßen und 3 allseitig beweglichen Laufrollen. Im Stativ vertikal beweglich eine Säule aus gleichem Material mit achteckigem Querschnitt und Zahnstange aus Eisen für Höheneinstellung mittels Handkurbel mit Zahntrieb und Sperrklinke. Am oberen Säulenende Scharnierkopf aus Messing zur Aufnahme des an der Tubuslafette aus Eichenholz angebrachten Scharnierteiles. Vertikal- und Horizontalbewegung des Haupttubus, arretierbar durch eine bzw. drei Klemmschrauben. Vertikalfeinbewegung mittels Haltesteg mit Schraubenspindel am okularseitigen Tubusende.

Zusatz-Zubehör: 1 Wechselobjektivspiegel (Spiegelflächenaußendurchmesser 23,1 cm; Brennweite aus technischen Gründen bis Manuskriptabschlußzeitpunkt nicht bestimmbar); 1 Fangspiegel (fehlt); 1 Wechselokular mit Außengewindeanschluß, für weiteren Vergrößerungswert (augenseitige Linse fehlt). Weiteres Zubehör fehlt. Fernrohrvergrößerungen des Hauptrohres gegenwärtig nicht bestimmbar.

Signierungen: 1. „17 HL 42 Reinhartz J. G. Zimmer“ auf der Staubschutz-Schraubkappe des Hauptrohres; 2. „Reinhartz .1742.“ auf dem Scharnierkopf; 3. „J. S. Mercklein“ auf der okularseitigen Tubusabschlußkappe.

Dieses Spiegelteleskop zählt zu den prunkvollsten Instrumenten überhaupt, die das 18. Jahrhundert hervorgebracht hat. Es stellt kunstgewerblich die bedeutendste Leistung der Werkstatt des Reichsgrafen LÖSER dar. Er selbst schreibt darüber: „... und man hat dabey nicht ermangelt, demselben alle äusserliche Schönheit zu geben.“ Die feine Holzbildhauerarbeit an dem trotz seiner Schwere graziös wirkenden Stativ und am Lafettenkörper des Hauptrohres stellen beste Rokoko-kunst dar. Technisch zeigt es eine Höhe des sächsischen Instrumentenbaues, die lange nicht wieder erreicht wurde.

Hans LÖSER, Reichsgraf, Konferenzminister und kurfürstlich sächsischer Erbmarschall, geb. 1704, gest. 1763 auf Schloß Reinhart (Reinhardt) in der Dübener Heide, errichtete dort eine Werkstatt, wo neben einer breiten Palette verschiedener wissenschaftlicher Geräte Spiegelfernrohre hergestellt wurden, und die als eine bedeutende Stätte des sächsischen Instrumentenbaues anzusehen ist. Sie führte als Werkstattmarke die Initiale LÖSERS, zwei spiegelbildliche verschlungene L, mit der reichsgräflichen Krone darüber. An der Werkstatt waren insbesondere folgende Mechaniker von besonderer Bedeutung beschäftigt: 1. LEHMANN; 2. J. S. MERCKLEIN (MERCKLEIN), der auch in Dresden tätig war; 3. J. G. ZIMMER, dessen Tätigkeit in Reinhart um das Jahr 1742 liegt; 4. Johann Gottlob RUDOLPH (später „Churfl. Sächsischer Hofmechanicus“,

„Inspector“ beim mathematischen Salon zu Dresden und Kunstkammerer ebendort) vermutlich ab etwa 1745 bis zu seiner Rückkehr nach Miltitz 1748 (vgl. a. Kat.-Nr. 34).

### 34 Spiegelteleskop

von Johann Gottlob RUDOLPH, Miltitz, um 1750

Abmessungen:  $H_{ges}; max = 50,0$  cm (mit Tubusstaubschutzkappe); Tubuslänge (ohne Staubschutzkappe und Okular) 36,0 cm.

Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C I F 8, Abb.

Tubusinnenteil: Rohr von 339 mm Länge aus Messingblech mit ca. 1,5 mm Wandstärke und ca. 74 mm Außendurchmesser. Tubusaußenteil: 2 Zylinderteile aus Hartporzellanmasse, Längen 170 mm (okularseitig) bzw. 166 mm (objektseitig), Außendurchmesser 85 mm, Wanddicken 4,5 mm. Außenflächen mit goldumrandeten Schmelzfarbmalereien auf hellblauem Grund verziert. Zierring an der Trennstelle beider Zylinder; Fassungen der Tubusenden, okularseitige Tubusabschlußkappe und Staubschutz-Schraubkappe aus Messing, feuervergoldet.

Objektivspiegel aus Spiegelmetall, Spiegelflächendurchmesser 63 mm. Fangspiegel aus Spiegelmetall, Durchmesser 28,6 mm.

Am objektivseitigen Tubusende Schlittenführung für axiale Verschiebung des Fangspiegelträgers zur Fokussierung mittels Schraubenspindel vom okularseitigen Tubusende aus. Okulare zweilinsig, mit Feldblende. Ohne Sucherfernrohr. Azimutale Montierung auf Stativsäule aus feuervergoldetem Messing mit Zierelement aus Porzellan wie Tubusaußenmantel, mit 3 geschwungenen Füßen ebenfalls aus feuervergoldetem Messing. Vertikalbewegung des Tubus arretierbar mit Klemmschraube.

Die Fernrohrvergrößerung mit dem intakten Okular ist gegenwärtig nicht bestimmbar, die mit dem defekten Okular (siehe Zubehör) ist nicht bekannt.

Zubehör: 2 Wechselokulare mit Außengewindeanschluß, für verschiedene Vergrößerungen (davon 1 Okular mit fehlender Optik).

Dieses Spiegelteleskop zählt zu den prunkvollsten Instrumenten, die das 18. Jahrhundert überhaupt hervorgebracht hat. Es erhielt eine Ausschmückung, die an derartigem wissenschaftlichem Gerät äußerst selten zu finden ist. Vorzügliche keramische Kunst stellen namentlich die großen Blumenbüschel dar, die in abgetönter, teils schwach polierter Goldmalerei ausgeführt sind. Während einerseits verschiedene Schraubenformen und Rändelungen an diesem Instrument sehr an Erzeugnisse aus der LÖSER-Werkstatt erinnern und die Porzellanzier fast eindeutig als Erzeugnis der Porzellan-

manufaktur Meißen eingeordnet werden kann, wurde andererseits die Guilloche, mit der die Staubschutzkappen des Tubus und der Okulare sowie die okularseitige Tubusabschlußkappe dieses Instruments verziert sind, an keinem anderen bisher bekannten Instrument aus der LÖSER-Werkstatt verwendet und weist auf französischen oder niederländischen Einfluß hin.

Johann Gottlob RUDOLPH (geb. 31. X. 1721 zu Strehla/Sachsen, gest. 24. VII. 1776 in Dresden) kam 1740 auf die HEYNITZschen Güter nach Miltitz bei Meißen, wo er sich in einer dreijährigen Ausbildung in der Mechanik vortreffliche Fertigkeiten erwarb. Einige Zeit später ging er auf Anforderung des kurfürstlich sächsischen Erbmarschalls Graf LÖSER (vgl. auch Kat.-Nr. 33) nach Reinharz in dessen berühmte Werkstätte. Dort arbeitete er gemeinsam mit dem aus Dänemark gekommenen hervorragenden Mechaniker ZIMMER an der Herstellung der Teleskope nach englischem Vorbild, die in Reinharz mit hohem Aufwand, großem Fleiß und Kunstfertigkeit hergestellt wurden. Im Jahre 1748 ging er nach Miltitz zurück. Hier beschäftigte er sich vornehmlich mit der Verfertigung der besten Fernrohre. Es gelang ihm, das zweischuhige Spiegelteleskop mit einer Porzellanröhre als Tubus herzustellen, das später nach Dresden kam und im Mathematischen Salon als sehenswertes kostbares Stück aufgestellt wurde. Hierdurch schon im Jahre 1749 am kursächsischen Hofe bekannt geworden, ging er im Mai des Jahres 1753 nach Dresden, wo er am 19. Februar 1757 als Hofmechanikus unter der Aufsicht von Oberinspektor HAUBOLD angestellt wurde. In Anerkennung seiner Bemühungen um die Verschönerung, Ordnung und gute Konservierung der Sammlungsbestände des Mathematischen Salons und der Kunstkammer wurde er 1764 mit einer jährlichen Pension dem Inspektor MAY zugeordnet. Nach dessen Ableben im Oktober 1772 wurde er als Aufseher im Mathematischen Salon angestellt, und nach Ableben des Hofrates DUCKEWITZ erhielt er die Stelle eines Aufsehers der Kurfürstlichen Kunstkammer mit dem Titel „Kunstkammerer“.

### 35 Spiegelteleskop

aus der LÖSER-Werkstatt, Schloß Reinharz, um 1750  
Abmessungen:  $H_{ges}; max \approx 70$  cm (mit Tubusstaubschutzkappe; maximaler Höhenwinkel des Fernrohrtubus  $60^\circ$ ; 1 Fußhöhenstellschraube z. Z. defekt); Tubuslänge (ohne Staubschutzkappe und Okular) 57,9 cm.

Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C I f 18, Abb.

Tubus aus Messingblech von ca. 0,8 mm Wandstärke, mit Überzug aus schwarzer Fischhaut. Armierungszier fehlt. Fassung und Abschlußschraubkappe des ob-

ektivseitigen Tubusendes sowie Staubschutz-Steck-  
kappe aus Messing. Tubusinnendurchmesser ca. 100 mm  
( $4\frac{1}{2}$  Zoll), Querschnitt-Kreisform schwach deformiert.  
Sämtliche Messingteile stark feuervergoldet. Objektiv-  
spiegel aus Spiegelmetall, Spiegelfächendurchmesser  
95 mm, Brennweite ca. 41,5 cm. Fangspiegel aus Spie-  
gelmetall.

Am objektivseitigen Tubusende Schlittenführung für  
axiale Verschiebung des Fangspiegelträgers zur Fokus-  
sierung mittels Schraubenspindel vom okularseitigen  
Tubusende aus. Okular zweilinsig, mit Feldblende. Di-  
opteranordnung als Suchereinrichtung (okularseitig  
Lochdiopter, objektivseitiger Diopter fehlt, Bohrungen  
für die Halterung sind vorhanden). Azimutale Montie-  
rung auf Stativsäule aus Messing, mit 3 geschwungenen  
Füßen, ebenfalls aus Messing, mit Höhenstellschrauben;  
zwischen den Füßen eine Bussole an 3 geschwungenen  
Streben aufgehängt, Teilkreisdurchmesser 90 mm, Skala-  
fläche versilbert und graviert; Magnetsadel und  
Deckglas fehlend, wurden ersetzt. Teilung der Kompaß-  
rose: Teilstrichabstand  $22\frac{1}{2}^\circ$ , Himmelsrichtungsbezeich-  
nungen „O“, „S“, „W“ („N“ nicht vorhanden); Teil-  
kreisteilung: außer Mißweisungsteilung ( $\pm 20^\circ$  beider-  
seits von Nord, Teilungsintervall  $1^\circ$ ) übriger Teilkreis-  
bereich ohne Unterteilung und Bezifferung; Mißwei-  
sungs Pfeil:  $12^\circ$  W.

Horizontal- und Vertikal-Feinbewegung mittels Fein-  
stellschrauben und getrennt arretierbar durch Klemm-  
schrauben. Horizontalkreis (zwei gegenläufige Teilun-  
gen  $0 \dots 360$ , Teilungsintervall  $1^\circ$ ), Höhen-Halbkreis  
(zwei gegenläufige Teilungen  $\pm (0 \dots 90)$ , Teilungs-  
intervall  $1^\circ$ ); Ableser der beiden Teilkreise aus gebläu-  
tem Stahl. Sämtliche Messingteile stark feuervergol-  
det.

Zubehör: 3 Wechselokulare mit Außengewindeanschluß,  
für verschiedene Vergrößerungen; 1 Blendglas („Sonnen-  
glas“) in Tubus aus Messing, mit Innengewinde für  
Anschluß an Okulare; 1 Fangspiegel; 1 Kästchen für  
Aufbewahrung von 3 weiteren Fangspiegeln (Inhalt  
fehlt); 1 kegelstumpfförmiger Tubus mit Überzug aus  
grüner Fischhaut, mit Außengewinde für Anschluß an  
ein Okular, mit mattgeschliffener Glasscheibe mit Teil-  
ung in 12 Zoll (Glasscheibe fehlt) zur Betrachtung von  
Sonnen- und Mondfinsternissen. Weiteres Zubehör  
fehlt.

Fernrohrvergrößerungen: gegenwärtig nicht bestimm-  
bar.

Das Instrument ist beschrieben in dem Verzeichnis der  
Instrumente der LÖSER-Werkstatt auf Schloß Reinharz  
vom Jahre 1766.

### 36 Spiegelteleskop

von James SHORT, London, um 1750

Abmessungen:  $H_{\text{ges; max}} = 104,5$  cm (mit Tubusschutz-  
kappe),  $H_{\text{min}} = 63,5$  cm, Tubuslänge (ohne Staubschutz-  
kappe und Okular) 84,6 cm (3 Fuß).

Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physika-  
lischen Salons

Inv.-Nr. C I f 19, Abb.

Tubus des Hauptrohres, okularseitige Tubusabschluß-  
kappe sowie Staubschutz-Steckkappe aus Messing,  
Tubusinnendurchmesser 120 mm ( $\triangle 4$  Zoll 10 Linien).  
Objektivspiegel aus Spiegelmetall, Spiegelflächenaußen-  
durchmesser und freier Öffnungsdurchmesser 11,3 cm,  
Brennweite 24 Zoll entsprechend 61,0 cm. Fangspiegel  
aus Spiegelmetall.

Am objektivseitigen Tubusende Schlittenführung für  
axiale Verschiebung des Fangspiegelträgers zur Fokus-  
sierung mittels Schraubenspindel vom okularseitigen  
Tubusende aus.

Okulare zweilinsig, mit Feldblende, Strahlengangsystem  
nach GREGORY (Fernrohrbild aufrechtstehend). Am  
okularseitigen Tubusende Sucherfernrohr mit astrono-  
mischem Strahlengangsystem nach KEPLER, Tubus-  
gesamtlänge (einschließlich Okulartubus) 27,2 cm  
(11 Zoll), mit einfachem Objektiv von 20 cm Brennweite  
und einer freien Öffnung von 13 mm, sowie einfachem  
Okular mit Fadenkreuz (Vertikalfaden fehlt).

Azimutale Montierung auf Stativsäule aus Messing,  
mit 3 geschwungenen Füßen ebenfalls aus Messing,  
ohne Höhenstellschrauben. Horizontalgrobbe-  
wegung arretierbar mittels Klemmschraube. Horizontalfeinbe-  
wegung durch Schraubenspindel mit Gewindemutter-  
führung, nicht arretierbar. Vertikalfeinbewegung mit-  
tels Tangentenschraube (mit beiderseitigem Vierkant-  
anschluß für Betätigungssteckschlüssel) und halbkreis-  
förmigen Zahnbogens, ohne Skalenteilung, arretierbar  
mittels Feststellschraube auf Klemmbügel wirkend.  
Griffe von Vertikalfeineinstellschraube und Betäti-  
gungssteckschlüssel aus Elfenbein.

Zubehör: 3 Wechselokulare mit Außengewindeanschluß,  
mit 2 Staubschutz-Schraubkappen für Haupttubusan-  
schluß-Gewinde; Linsen des mittleren Okulars aus zart-  
blau durchgefärbtem Glas; 2 auswechselbare Austritts-  
papillen mit Gewindeanschluß. 2 Fangspiegel (1 Fang-  
spiegel fehlt), in Kombination mit dem Okularzubehör  
für verschiedene Werte der Fernrohrvergrößerung von  
 $90\times$  bis  $300\times$  (Zahlenangaben aus alten Inventaren der  
Sammlung).

Signierung: „JAMES SHORT LONDON  $\frac{56}{1281} = 24$ .“ auf

der okularseitigen Tubusabschlußkappe.

Die Zahlenangaben in der Signierung stellen eine den  
Fernrohren von SHORT eigentümliche Bezeichnungs-  
weise dar und liefern entschlüsselt folgende Angaben:  
Brennweite des Hauptspiegels 24 Zoll; 56. Exemplar

dieser Größe; 1281. Exemplar der von ihm insgesamt ausgeführten Instrumente.

James SHORT (geb. 1710 zu Edinburg, gest. 1768 zu London), der den akademischen Grad eines „Master of Arts“ erworben hatte und ein befähigter Prediger der Kirche von Schottland war, wurde durch Vorlesungen von Colin MACLAURIN an der Universität von Edinburg zu Betrachtungen über die Herstellung von Teleskopen geführt. Im Anschluß an einen Vorschlag von NEWTON durchgeführte erste Versuche über das Formen von Glasoberflächen und nachfolgende Rückseitenverspiegelung mit Amalgam ergaben Schwierigkeiten bezüglich Inhomogenitäten des Glases und der Herstellung von Schichten mit gleichmäßiger Reflexion. Sie brachten die Erkenntnis, daß Metall als Spiegelwerkstoff mit gleicher Leichtigkeit, aber besseren Ergebnissen bearbeitet werden kann. Nach diesen ersten Versuchen hat SHORT ausschließlich nur noch Metallspiegel hergestellt. Seine meisten Fernrohre waren nach dem Strahlengangprinzip von GREGORY gebaut. In kurzer Zeit wurde James SHORT, der mittlerweile nach London übergesiedelt war, der berühmteste Fernrohrbauer überhaupt. Über 1400 Spiegelteleskope, die auch in mechanischer Hinsicht gut ausgeführt waren, verließen seine Werkstatt. Sein größtes Instrument war ein 1742 für Lord SPENCER gebautes  $21\frac{1}{2}$ -Zoll-Teleskop mit ca. 55 cm Spiegeldurchmesser und 12 Fuß (ca. 3,65 m) Brennweite. Damit war er zu seiner Zeit unerreicht im Bau von Spiegelteleskopen.

### 37 Spiegelteleskop

von Friedrich Wilhelm HERSCHEL, vermutlich London, um 1790

Abmessungen: Gestell  $L = 83$  cm,  $T = 47$  cm,  $H = 151$  cm;  $H_{\text{Ges. min}} = 151$  cm; Tubuslänge 215 cm (7 Fuß 7 Zoll).

Sammlungszugang zwischen 1818 und 1828

Inv.-Nr. C I F 7, Abb.

Tubus des Hauptrohres aus Mahagoniholz, mit achteckigem Außenquerschnitt und kreisförmigem Innenquerschnitt von 17 cm (7 Zoll) Durchmesser.

Objektivspiegel aus Spiegelmetall, freier Öffnungsdurchmesser (15,6...15,8) cm (Spiegelfassungsblende geringfügig unrund); Brennweite 7 Fuß (ca. 2,10 m) (Angaben aus altem Sammlungsinventar).

Am objektseitigen Tubusende Okularschlitten aus Messing mit Innengewindeanschluß für Wechselokulare, Feinbewegung parallel zu Tubuslängsachse durch Zahnstangentrieb für Fokussierung. Okulare aus einfachen Bikonvexlinsen. Am objektseitigen Tubusende als Sucherfernrohr ein einfaches Linsenfernrohr mit astronomischem Strahlengangsystem nach KEPLER, Messingtubus von 38,8 cm ( $1\frac{1}{4}$  Fuß) Länge, mit ein-

fachem Objektiv von 36 cm Brennweite und 31 mm freier Öffnung sowie einfachem Okular mit Fadenkreuz. Tubus justierbar gegen optische Achse des Hauptrohres mittels Stellschraube und Zahnstangentrieb. In Mitte der Tubusvorderseite ein Quadrantbogen aus Messing mit Winkelteilung  $0...90$ , Teilungsintervall  $1'$ , mit Pendellot zur Ableseung des Höhenwinkels des Fernrohr tubus.

Azimutale Montierung in vierfüßigem Gestell aus Mahagoniholz mit 4 Laufrollen und 3 Feststellschrauben. Grob- und Feinverstellung horizontal und vertikal mittels Kurbeltrieben und Zahnstangen bzw. Flaschenzug.

Zubehör: 5 Wechselokulareinsätze, astronomisch, mit einfachen Bikonvexlinsen, für Fernrohrvergrößerungen zwischen ca.  $40\times$  und ca.  $260\times$  (1 Okular mit Brennweite  $f_{\text{ok},1} \approx 50$  mm; 4 Okulare mit fehlendem Gewindeanschlußreduzierstück, Brennweiten:  $f_{\text{ok},2} \approx 20$  mm;  $f_{\text{ok},3} \approx 17$  mm;  $f_{\text{ok},4} \approx 8$  mm; 1 Okular mit fehlender Optik, Brennweite nicht ermittelbar.

Weiteres Zubehör: Verlust.

Ein ganz ähnliches Instrument von 10 Fuß 10 Zoll  $\triangle$  ca. 3 m Tubuslänge, das als Geschenk König Georgs III. von England an den Grafen Moritz von Brühl in die Sammlung kam, ist Kriegsverlust; lediglich einer der beiden Objektivspiegel und das Sucherfernrohr blieben erhalten.

Friedrich Wilhelm HERSCHEL, geb. 15. November 1738 zu Hannover, gest. 25. August 1822 zu Slough in England, war zunächst dem Vorbild seines Vaters folgend Militärmusiker. Er wanderte jedoch am 26. Juli 1757 für immer nach England aus und entwickelte sich neben seiner zunächst ausgeübten Tätigkeit als Organist und Musiklehrer vom Amateurastronomen und Spiegeloptikschleifer-Amateur zu einem der bedeutendsten Astronomen und Hersteller astronomischer Instrumente sowohl für den eigenen Bedarf zu seinen astronomischen Beobachtungen als auch zum Verkauf zwecks teilweiser Finanzierung seiner wissenschaftlichen Arbeiten. Er lieferte Instrumente an den König von Spanien, an den Zaren Alexander I. und König Georg III. von England. Hersteller zahlreicher Spiegelteleskope bis max. 12 m Brennweite und max. 122 cm Spiegeldurchmesser. Entdecker des Planeten Uranus (13. März 1781); „Sternnachungen“ als erste stellarstatistische Untersuchungen über die räumliche Verteilung der Fixsterne; Doppelsternbeobachtungen.

### 38 Halbkreiswinkelmessinstrument

von Louis CHAPOTOT, Paris, um 1680

Abmessungen:  $H_{\min} = 805$  mm, Halbkreisring-Außendurchmesser 656 mm.

Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C III f 10, Abb.

Instrument für Winkelmessungen in beliebiger Ebene oberhalb des Horizonts. Auf der Vorderseite eines Halbkreisringes von 36 mm Breite je ein äußerer und ein innerer Teilkreis von 321 mm bzw. 304 mm Radius mit 2 gegenläufig bezifferten Winkelteilungen 0...180, dazwischen Transversalenteilung, Teilstrichabstand  $1/5^\circ$ . Halbkreisinnenfläche ausgefüllt von gravierter Versteifungskonstruktion in Form eines symmetrischen barocken Akanthusblattmotivs.

Zwei lensenlose Visierrohre von je 738 mm (32 Zoll) Länge, das eine fest verbunden mit dem Durchmesser des Halbkreisringes, als „Versicherungs-Visierrohre“ dienend, das andere verbunden mit einem um das Teilkreiszentrum drehbaren gleicharmigen Lineal von 672 mm Länge mit zwei gleichen Skalenbezeichnungen („0, 2, 4...10 Minutes“) an beiden mit Ableseschneiden versehenen Enden für Teilkreisablesung mit Genauigkeit von 1 Winkelminute. Teilkreis in beliebiger Ebene feststellbar mittels Kugelkopf („Nuß“) und Klemmschraube auf Säule mit 3 geschwungenen Füßen und Horizontaljustierung durch 3 Fußstellschrauben.

Das Instrument besteht aus feuervergoldetem Messing. Signierung: „CHAPOTOT A PARIS“ auf der Vorderfläche der Versteifungskonstruktion.

Das Instrument ist unvollständig.

### 39 Quadrant

von I. I. SCHOEBERLEIN (SCHEBERLEIN), Dresden 1781; 1782

Abmessungen:  $L_{\max} = T_{\max} = H_{\text{ges}; \max} = 202$  cm (ohne Fußstellschrauben).

Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C III c 32, Abb.

Linsenfernrohr mit Tubus aus Messing, Tubuslänge 116,5 cm (3 Fuß 8 Zoll), mit 2linsigem achromatischem Objektiv, Brennweite ca. 112 cm, freie Öffnung 41 mm (1 Zoll 7 Linien). Fokussierung auf Mikrometerfädenebene durch axiale Stellschraube mit Vierkantsteckschlüsselanschluß mit Schraubkappenabdeckung. Fernrohrvergrößerung  $5\times$ .

Horizontalachse aus Stahl, Achszapfenlagerung in Halbzylindern aus Messing. Vertikaldrehachse aus Stahl (oberer Teil Kreiszyylinder-Form, unterer Teil von oben nach unten verjüngter 8eckiger Querschnitt).

Quadrantbogen von 1028 mm (3 Fuß 5 Zoll) Außenradius und 54 mm Breite, ohne Winkelteilung. Wirk-

same Länge der Visierlinie 1055 mm. Quadrantbogen für Azimutwinkelmessungen in Horizontalebene rastbar mittels Sperrklinke. Horizontalbewegung des Quadrantbogens arretierbar durch Klemmring und Schraubenspindel mit Achtecksteckschlüsselanschluß.

Fernrohrgrobbewegung arretierbar durch Schlitten mit Klemmschraube. Fernrohrfeinbewegung durch Trommelmikrometerschraube, Trommeldurchmesser 55,5 mm, 1 Trommelumdrehung entspricht 0,6 mm Ganghöhe der Mikrometerschraube, Trommelteilung in 100 Skalenteile, Teilstrichabstand 1 Skt., 1 Skt.  $\triangle 1,17''$ .

Montierung der Vertikalachse in dreifüßigem Stativ aus Eisen und Messing, 3 Höhenfußstellschrauben mit je 1 Fußrollenpaar, Stativhöhe (ohne Stellschrauben) 138 cm (4 Fuß 11 Zoll). Oberes Lager der Vertikalachse aus einem verstellbaren und zwei feststehenden Lagersegmenten, radial justierbar durch Schraubenspindel mit Vierkantsteckschlüsselanschluß. Am unteren Stativende 5speichiger Horizontalkreis aus Messing von 78,5 cm (2 Fuß 9 Zoll) Außendurchmesser, mit radialem schwenkbarem Indexträgerarm, Kreisteilung und Index nicht vorhanden.

Das Instrument ist offensichtlich unvollendet geblieben. Signierung: 1. „I · I · SCHOEBERLEIN · 1781. DRESEN“ (Umschrift auf der Unterfläche der Deckplatte der Vertikalachse); 2. „I + I + SCHEBERLEIN + 1782“ (auf der Innenfläche der hinteren Seitenwand des Okulargehäuses).

Zubehör: weiteres Zubehör fehlt.

### 40 Quadrant

von ZIEHER, um 1780

Abmessungen:  $L_{\max} = 56,7$  cm,  $T_{\max} = 43,5$  cm,

$H_{\max} = 104$  cm (ohne Fußhöhenstellschrauben).

Geschenk 1905

Inv.-Nr. C III c 30

Dreifüßiges Stativ aus dunkel gebeiztem Ahornholz, mit Mittelsäule von 6eckigem Querschnitt und mit 3 Radialverbreitungen aus gleichem Material an den unteren Stativfüßenden und 3 Fußhöhenstellschrauben aus Messing. Am Kopfende eine Lagerbuchse ebenfalls aus Messing für die vertikale Quadrantendrehachse, um die der Quadrant azimutal drehbar ist. Azimutalbewegung arretierbar mittels Klemmschraube (Vierkantsteckschlüsselanschluß wahrscheinlich nachträglich angebracht). Visierfernrohr mit Tubuslänge (ohne Objektiv und Okular, fehlen) von 567 mm. Libelle, nur an Enden gefaßt, an Quadrantrückseite (Libelle fehlt).

Quadrantenbogen mit Versteifungskonstruktion in Dreieckform, Messing. Skalenbogen von 429 mm Außenradius und 39 mm Breite, Skalenfläche versilbert. 2 Teilkreise, Teilkreisradien (Noniusableseschneiden): äußerer Teilkreis 414 mm, innerer Teilkreis 400 mm. Winkelteilungen je 0...98. Teilstrichabstände: äußerer

Teilkreis  $1/5^\circ$ , innerer Teilkreis  $1/4^\circ$ . Skalenbezeichnungen je 0, 10, 20, ... 90.

Zungenförmiger Noniusskalenträger an Alhidade, Skalenfläche versilbert. 20 vortragende Nonien. Angabe: äußerer Nonius  $20''$ , innerer Nonius  $30''$ .

Alhidade aus Messing. Grobbewegung arretierbar durch Klemmbrücke mit Arretierungsschraube auf Quadrantenbogenrand wirkend, mit Friktionsregulierung durch Andruckfeder mit Regulierschraube. Teilkreismittelpunkt-Markierung durch feinen Körnerpunkt, Lupe in Schiebehülse zur Zentrierungsjustierung, Visierradius (Abstand Teilkreismittelpunkt – Mikrometerschraubenspindelachse) 453 mm.

Feinbewegung durch Trommelmikrometerschraube, Skalenscheibe aus Messing, Skalenfläche versilbert. Skalenteilung 60 Teile, Skalenbezeichnung 0, 5, 10, ... 60, Skalenteilwert  $6''$ . Zusätzliche Skale für Anzahl der Trommelmikrometerumdrehungen, Skalenoberfläche versilbert. Teilung 10...50; Skalenbezeichnung 10, 20, 30, ... 50; 1 Skalenteil entspricht 1 Umdrehung Trommelmikrometer.

#### 41 Quadrant

von C. F. POLLER, Leipzig, um 1815

Abmessungen:  $L_{\max} = T_{\max} = 46,7$  cm,  $H_{\text{ges}; \max} = 61,8$  cm (ohne Fußhöhenstellschrauben).

Geschenk 1905

Inv.-Nr. C III c 20, Abb.

Stativ mit flachem Dreifuß aus dunkel gebeiztem Ahornholz, mit Mittelsäule von kreisförmigem Querschnitt, von unten nach oben schwach konisch verjüngt, Säulenhöhe 30,5 cm. Auf der Kopfplatte der Säule ein Lagerbock aus Messing für die Lager der Horizontalachse, um die der azimutal montierte Quadrant vertikal drehbar ist. Die Azimutalfeinbewegung erfolgt durch eine Tangentschraube mit HOOKE-Schlüssel (letzterer fehlt), die eingreift in eine Schraube ohne Ende am Umfang der Säulenkopfplatte. Arretierung der Feinbewegung sowie Ausrückung des Schraubeneingriffs für die Azimutalgrobbewegung erfolgen durch eine gemeinsame Stellschraube. Als Visierfernrohr dient ein Auszugfernrohr von RAMSDEN, London, mit 3 okularseitigen Auszügen aus Messing, von ca. 30 cm kleinster Länge (Auszüge vollständig eingeschoben), mit Objektivtubus mit Mantel aus hellbraunem Mahagoniholz, mit terrestrischem Strahlengang und Okular mit Fadenzug, mit einer freien Objektivöffnung von 25 mm und einer Fernrohrvergrößerung von  $20\times$ .

Quadrantenbogen mit unsymmetrisch-vierstrahliger Versteifungskonstruktion, Messing. Skalenbogen von 290 mm Außenradius und 28,5 mm Breite, Skalenfläche versilbert. Teilkreisradius (Noniusableschneide) 287,5 mm, Winkelteilung  $-7 \dots 0 \dots +97\frac{3}{4}$ , Teilstrichabstand  $\frac{1}{4}^\circ$ . Skalenbezeichnung 0, 5, 10, ... 90.

Nonius mit versilberter Ableseschneidenfläche an der Alhidade. Nonius nachtragend. Angabe  $30''$ .

Die Grobbewegung der Alhidade ist arretierbar durch eine Klemmbrücke mit Klemmschraube; eine zusätzliche Führung der Alhidade erfolgt durch eine an der Klemmbrücke befestigte Zunge mit Kreisbogenschlitz und Führungsschraube, die Feinbewegung durch eine Tangentialstellschraube.

Röhrenlibelle (bei Einlieferung in die Sammlung grün unterlegt gewesen, heute weiß unterlegt) an skalenanfangsseitigem Quadrantenschenkel, Feinjustierung parallel zur Quadrantenebene an noniusseitigem Libellenende durch Schlittenführung und Feinstellschraube mit Vierkantsteckschlüsselananschluß (Steckschlüssel fehlt). Länge des Libellengehäuserohres 18,5 cm, Länge des Ablesefensters 10,3 cm, nutzbare Libellenlänge (Abstand der äußeren Teilungsstriche) 8,1 cm.

Signierungen: „C. F. Poller in Leipzig“ auf der Alhidade, „Ramsden London“ auf dem okularseitigen Tubusteil des Fernrohrs.

#### 42 Passageinstrument

von John BIRD, London, um 1750

Abmessungen (Instrumentenkörper ohne Montierung und Pfeiler):  $L = 65,5$  cm, größte Gesamttiefe gleich Tubuslänge,  $H_{\text{ges}; \max} = 138,5$  cm.

Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C II 7, Abb.

Linsenfernrohr mit Tubus aus Messing, Fokussierung durch okularseitigen und objektivseitigen Tubusauszug mit Arretierung durch Klemmring. Maximale Tubuslänge gegenwärtig nicht bestimmbar, minimale Tubuslänge 3 Fuß  $5\frac{1}{2}$  Zoll (Zahlenangabe aus alten Sammlungsinventar) (ca. 105 cm); genauer Wert gegenwärtig nicht bestimmbar.

Mit 2linsigem achromatischem Objektiv, Brennweite ca. 82,5 cm, freie Öffnung 37 mm (1 Zoll 8,8 Linien). Einfaches astronomisches Okular mit Mikrometerfäden (Okular fehlt). Fernrohrachse aus spiegelsymmetrischen Hälften, Dicke nach den Lagerzapfen hin konisch abnehmend, mit würfelförmigem Mittelteil, Achsengesamtlänge (einschließlich Lagerzapfen) 630 mm (2 Fuß 3 Zoll). Fernrohrtubus verbunden mit Höhenhalbkreis von 382 mm Außendurchmesser, Teilkreisdurchmesser 374 mm, Winkelteilung  $0 \dots 90$  (mit Überteilung ... 95), Teilstrichabstand  $1^\circ$ , Skalenbezeichnung 10, 20, 30, ... 90. Nonius (mit Nullpunkt in der Mitte; Angabe  $\frac{1}{10}^\circ$ ). Achsenzapfen vermutlich aus Bronze, gelagert in Winkellagern (Prismenlagern) vermutlich ebenfalls aus Bronze, in gemeinsamem, um eine senkrechte Achse drehbaren, in Visierrichtung gesehen nach Süden ausladenden Lagerbock aus Messing, rechtes Zapfenlager mit Höhenfeinstellschraube zur Lagerberichtigung.

Hängelibelle mit 2 Markierungsschiebern, Ablesefensterlänge 205 mm (Libellenröhre fehlt). Vertikal-drehachse des Lagerbockes aus Stahl, unteres Lager ausgebildet als Spitzenlager mit Lagerplatte in Schwalbenschwanzführung, Lagerberichtigung durch Feinverstellung in Richtung der Ebene der optischen Achse des Fernrohrs durch Stellschraube mit Vierkantsteckschlüsselanschluß, oberes Lager ausgebildet als Halslager in Lagerplatte mit Schwalbenschwanzführung, mit Feinverstellung in Richtung der Fernrohrschwenkachse durch zwei Konterstellschrauben, Lagerspieleinstellung mittels Justierstellschraube. Azimutalfinverstellung durch zwei Konterstellschrauben.

Signierung: „J. Bird London.“ auf okularseitigem Ende des Fernrohr tubus.

Das Instrument wurde von Johann Gottfried KÖHLER, der Anfang 1783 die Leitung des Mathematischen Salons übernommen hatte und sich hauptsächlich mit astronomischen Arbeiten, darunter insbesondere mit der Bestimmung der geographischen Länge von Dresden beschäftigte, zur astronomischen Zeitbestimmung benutzt. Das aus der Frühzeit des Instrumentenbaues stammende Instrument erwies sich schon damals als zu wenig zuverlässig. Besonders schwere Störungen der Messungen verursachten Bodenerschütterungen durch Wagen, die den damals noch gepflasterten Zwingerhof durchfuhren. Unter diesen widrigen Umständen wurde KÖHLER zum Begründer eines regelmäßigen Zeitdienstes in Sachsen, den er mit den verfügbaren bescheidenen Hilfsmitteln bis zu seinem Ableben Ende des Jahres 1800 aufrechterhalten und damit eine Einrichtung schaffen konnte, deren große Bedeutung für das Land Sachsen sich erst etwa ein halbes Jahrhundert später erweisen sollte.

John BIRD, geb. 1709, gest. 1776 zu London, arbeitete zunächst als Mechaniker und Leinweber zu Durham und kam 1745 nach London. Er wurde an den Instrumentenbauer George GRAHAM (geb. 1675 zu Horsgills, gest. 1751 zu London) empfohlen. BIRD fertigte dann ausgezeichnete astronomische Instrumente. Von ihm wurden auch Abhandlungen über Mauerquadranten, über Teilung von Skalen usw. veröffentlicht. Ein bis in konstruktive Details und Hauptabmessungen gleiches Instrument von 2 Fuß Brennweite ließ im Jahre 1737 der Professor für Philosophie Pierre Charles Le MONNIER herstellen, das er „instrument des passages“ nannte. Der Hersteller des Instruments ist nicht bekannt, jedoch läßt seine äußere Form auf George GRAHAM schließen. Ziel der Konstruktion war, die Schwierigkeiten bei der Einjustierung des klassischen Passageinstruments in den Meridian auszuschalten und das Instrument für die Beobachtung korrespondierender Höhen anwendbar zu machen, die die Ermittlung der Lage des Ortsmeridians und die Ermittlung des Meridiandurchgangszeitpunkts von Gestirnen ermöglicht.

Die Einführung des azimutal drehbaren Lagerbockes erwies sich wegen der hierfür viel zu leichten Bauart des Instruments nicht als Verbesserung. Le MONNIER selbst war später keineswegs befriedigt von diesem Instrument und scheint durch diesen verfehlten Versuch das Vertrauen in die Brauchbarkeit des Durchgangsinstrumentes überhaupt vollständig verloren zu haben.

#### 43 Passageinstrument

von William CARY, London, um 1800

Abmessungen: L = 208 cm, größte Gesamttiefe gleich Tubuslänge,  $H_{\text{ges}}$ ; max = 134,5 cm.

Ankauf 1804

Inv.-Nr. C II 8, Abb.

Linsenfernrohr mit Tubus aus Messing, Fokussierung durch okularseitigen Tubusauszug, mit Schraubenschiebehülse vor den Mikrometerfäden (Fäden und Okular fehlen). Maximale Tubuslänge (ohne Okular) 158,5 cm, minimale Tubuslänge (ohne Okular) 148,5 cm (5 Fuß  $4\frac{1}{2}$  Zoll). Mit 2linsigem achromatischem Objektiv, Brennweite 161 cm, freie Öffnung 73 mm (3 Zoll 1,6 Linien). Beleuchtung der Mikrometerfäden mittels Öllampe als Lichtquelle durch je eine Bohrung in den Instrumentenfeilern und durch den einen hohlen Achsschenkel über eine schräggestellte Ringblende im Schnittraum von Achskörper und Fernrohr tubus.

Fernrohrdrehachse aus spiegelsymmetrischen Hälften, deren Dicke nach den Lagerzapfen hin konisch abnimmt. Achsengesamtlänge (einschließlich Lagerzapfen) 101 cm (3 Fuß 8 Zoll). Achsenzapfen aus Stahl mit Messinghohlkern, Lagerung in Winkellagern (Prismenlagern) mit eingelegten Lagerkörpern aus grauem Chalcedon. Feinjustierungen der Fernrohrachsenlage mittels Stellschraubenspindeln mit Vierkantsteckschlüsselanschluß: Justierung horizontal bzw. vertikal an je einem der beiden Achsenlager. Vorrichtung zur Achsenlagerentlastung mittels zweier zweiarmer Hebel aus Stahl mit rechteckigem Querschnitt, mit je einem Laufgewicht, arretierbar durch Klemmschraube; Tragarme für die Fernrohrachse über Rollenlager in Führungsrillen in den Mitten der Achshälften angreifend.

Fernrohr tubus mit Einrichtung zur Biegunskompensation nach REICHENBACH mittels zweier Hebel aus Stahl von rechteckigem Querschnitt mit Laufgewichten (Laufgewichte fehlen).

Zenitdistanz-Teilkreis an einem Achslager, Teilkreisbogen von 560 mm (22 Zoll) Außendurchmesser und 22 mm Breite, Teilkreisdurchmesser 538 mm, mit Winkelteilung 0...90, mit Überteilungen 90...147 und 0... $-45\frac{2}{3}$ , Teilstrichabstand  $\frac{1}{3}^\circ$ , Skalenbezeichnung 0;  $\pm$  (10; 20; ...). Mit vortragendem Nonius, Nullpunkt in der Mitte, Angabe 1'.

Zubehör: 2 Zusatzokulare (fehlen); 1 Hängelibelle von

970 mm Gesamtlänge, Gehäuserohrlänge 828 mm (3 Fuß), Ablesefensterlänge 400 mm; mit Justierung für Libellenneigung durch Höhenfeinstellschraube mit Konterschraube, 2 Markierungsschieber für Blasenenden auf Führungsschiene mit je einer doppelseitigen Längenteilung an den Enden ( $\pm 1$  Zoll, Teilstrichabstand  $\frac{1}{10}$  Zoll). Herstellungsort München, Fassung gefertigt von dem Inspektor des Königlichen Mathematisch-Physikalischen Salons Rudolf Sigismund BLOCHMANN. 1 Fadenmikrometer, gefertigt ebenfalls von BLOCHMANN (Inv.-Nr. B V 84), mit Trommelmikrometer, Gewindeanschluß für 2 Okulare des Passageinstruments, ohne besonderes Okular. 1 Öllampe für Mikrometerfädenbeleuchtung. Weiteres Zubehör fehlt.

Das Instrument wurde im Jahre 1804 durch den damaligen Leiter des Mathematischen Salons, Bergrat Johann Heinrich SEYFFERT, auf Vermittlung des mit ihm befreundeten Berliner Astronomen Johann Elert BODE von dem damaligen sächsischen Gesandten in London, Graf Moritz von BRÜHL, angekauft. Anstelle der heute vorhandenen Instrumentenpfeilernachbildungen aus Holz dienten zu seiner Aufstellung zwei massive vierkantige Säulen aus Sandstein, die auf der Galerie vor dem Mathematischen Salon auf einem starken, von der alten Festungsmauer heraufgebauten Schaft errichtet worden waren. Diese Aufstellung und damit die praktische Inbetriebnahme des Instruments erfolgten erst, als nach dem Ableben von SEYFFERT im Jahre 1817 der Major August SCHMID im Jahre 1818 die Nachfolge in der Leitung des Mathematischen Salons angetreten hatte und Rudolf Sigismund BLOCHMANN als Inspektor und Mechanikus angestellt worden war, der sich darum bemühte, die für astronomische Zeitbestimmungen benutzbaren Instrumente der Sammlung wieder instand zu setzen. Auf seinen Vorschlag erhielt das Instrument auf dem Zwingerwall getrennt vom Pavillongebäude eine hölzerne Beobachtungshütte mit Meridianspalt, so daß Anfang Oktober 1820 die ersten Zeitbestimmungen mit diesem Instrument ausgeführt werden konnten. Die Beobachtungshütte wurde in den Jahren 1819–1820 abgebrochen und durch einen Steinbau ersetzt, den der Oberinspektor des Mathematisch-Physikalischen Salons und Vermessungsinspektor der Königlichen Kameralvermessung Wilhelm Gotthelf LOHRMANN an der Nordwestecke des nordwestlichen Zwingerpavillons errichten ließ.

Das Instrument diente seitdem im wesentlichen zwei Zwecken. Erstens markierte der neue Instrumentenstandort einen Punkt eines Meridians, dessen Lage festgelegt war durch den Instrumentenpfeiler sowie je eine 10 Ellen ( $\triangleq$  ca. 5,7 m) hohe, aus Sandstein errichtete Basissäule im Süden in Rippien und im Norden in Rähnitz. Die zweitgenannte Säule ist noch heute vorhanden. Diese Meridianlinie wurde dann südwärts über die Höhe bei Hermsdorf bis auf den „Kahleberg bei Altenberg verlängert und an diesen Punkten durch

kleinere 4 bis 5 Ellen hohe steinerne Pyramiden bezeichnet“ (LOHRMANN). (Diese gemauerten Pyramiden existieren schon seit langer Zeit nicht mehr.) Die so definierte Meridianlinie bildete die Basis für die astronomische Orientierung der in den Jahren 1826 bis 1828 ausgeführten Triangulierungen für die Kameralvermessung in Zusammenhang mit Arbeiten zur Steuerregulierung.

Die Koordinaten des Standorts des Passageinstruments bestimmte LOHRMANN zu  $31^{\circ} 23' 35''$  w.L. und  $51^{\circ} 3' 16''$  n.B. Zweitens wurde das Instrument verwendet für die astronomischen Zeitbestimmungen der Zeitdienststelle des Mathematischen Salons, die unter anderem für die Bereitstellung einer Normalzeit für die am 7. April 1839 eröffnete Eisenbahnstrecke Dresden – Leipzig verantwortlich war. Bis in den Beginn unseres Jahrhunderts hinein wurde von hier aus der Sächsischen Staatsbahn täglich die genaue Zeit telegraphisch zum Dresdner Hauptbahnhof übermittelt.

Der Pfeiler des Instruments diente außerdem als Nullpunkt eines rechtwinkligen Koordinatensystems für Stadtkarten von Dresden.

Im Jahre 1892 wurde das Instrument als veraltet durch ein moderneres Instrument des Mechanikers Gustav HEYDE, Dresden, ersetzt.

William CARY, geb. 1759, gest. 1825 zu London, Schüler von Jesse RAMSDEN; Hersteller astronomischer Instrumente in London.

Das Prinzip des Passageinstruments mit im Meridian feststehend angeordneter Fernrohrebene geht zurück auf Olaus (Ole, Olaf) Christensen RÖMER, geb. 1644 zu Aarhus, gest. 1710 zu Kopenhagen. Er benutzte ein 1689 hergestelltes, von ihm nach diesem Prinzip konstruiertes Instrument, das er „Machina domestica“ nannte. Als Astronom wurde er berühmt durch die Entdeckung und Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes mit Hilfe der Jupitermondverfinsterungen.

#### 44 Repetitionskreis nach BORDA

von Etienne LENOIR, Paris, um 1790

Abmessungen:  $B_{\text{ges}}$ ;  $\max = 67,7$  cm,  $T_{\text{ges}}$ ;  $\max = 50,5$  cm (Stativ, mit Dreifuß-Unterlagsplatten),  $H_{\text{ges}}$ ;  $\max = 143,5$  cm (einschließlich Fernrohre und Stativsäulenbefestigungsbolzen, ohne Dreifußhöhenstellschrauben). Geschenk 1905

Inv.-Nr. C III c 35, Abb.

Azimutalkreis, fest verbunden mit Dreifuß, 3 Höhenstellschrauben mit Unterlagsplatten aus Eisen. Teilkreisscheibendurchmesser (Zahnkranzaußendurchmesser) 28 cm, Teilkreisdurchmesser 26,5 cm, Winkelteilung  $0 \dots 360$ , Teilstrichabstand  $\frac{1}{2}^{\circ}$ . Alhidade des Azimutalkreises mit Nonius, Angabe  $1'$ . Arretierung der Alhidade durch Klemmschraube. Führungsschraube und

Nockenspindel zum Ausrücken des Schraubeneingriffs mit gemeinsamem Vierkantsteckschlüssel mit Rändelscheibe. Vertikalachse in konischer Säule aus Messing, Höhe 80,5 cm, Säulenaußendurchmesser oben 41 mm, unten 95 mm, Säule fest verbunden mit Alhidade. Mit oberem Säulenende fest verbunden Gabelkopf als Träger für die Lager der Kippachse. Über dem Schnittpunkt von Kippachse und Fernrohrteilkreisachse eine durch 3 Höhenstellschrauben mit Stiftschlüssel horizontierbare Auflagefläche mit Planglasniveau nach v. ZACH von 13 cm Durchmesser.

Vertikalteilkreisbogen an Kippachse, Winkelteilung 0...101, Teilstrichabstand 1°. Mit Nonius, Angabe 6'. Fernrohrteilkreisachse mit Kreiszyinderscheibe als Gegengewicht, mit Schraubengang ohne Ende und Tangentenschraube, Schraubeneingriff ausrückbar durch Nockenspindel mit Vierkantsteckschlüsselanschluß. Fernrohrteilkreisring von 527 mm Außendurchmesser und 23 mm Breite, 8speichig, Teilkreisdurchmesser 510 mm, Winkelteilung 0...360, Teilstrichabstand  $\frac{1}{10}^{\circ}$ .

Äußeres Fernrohr an quadratischem Rahmen aus Messingstreifen mit 4 Nonien an den Rahmenecken, davon 2 diametral gegenüberliegende Nonien mit Arretierung durch Klemmschraube und mit Feinbewegung durch Stellschraube, Ableselupen mit radialer Feinstellschraube für Bildfeldzentrierung (2 Lupen fehlten bereits bei Einlieferung). Noniusangabe  $\frac{1}{3}'$ . Kreuzdioptrapaar am Fernrohr tubus. Fernrohrlänge 67,7 cm (Okular- und Objektivtubus vollständig eingeschoben, ohne Objektivstaubschutzkappe). Objektiv von 49 mm freier Öffnung (Originalobjektiv fehlt, ersetzt durch Objektivattrappe in Objektivoriginalfassung).

Inneres Fernrohr fest verbunden mit Schwenkarm, der am okularseitigen Ende einen Schlitten mit Arretierung durch Klemmschraube und mit Feinbewegung durch Stellschraube besitzt. Objektiv von 49 mm freiem Öffnungsdurchmesser (alte Inventarangabe). (Objektiv einschließlich Objektivfassung fehlt).

Röhrenlibelle, mit Skale aus Elfenbein, Teilung  $\pm(0...90)$  mm, Gehäuserohrlänge 303 mm, Ablesefensterlänge 199 mm.

Beide Fernrohre mit Fokussierung durch Objektiv- und Okularschiebehülse, mit radial verschiebbarer und drehbarer Fadenkreuzträgerblende, Fadenkreuze fehlen. Beide Fernrohre mit Fadenkreuzträgerblende drehbar um 45° mittels Rändelring und verschiebbar parallel zum Horizontalfaden mittels Schraubenspindel mit Hohlvierkantanschluß für Steckschlüssel. Beide Fernrohre sind einzeln um die Fernrohrteilkreisachse schwenkbar und einzeln arretierbar durch die auf den Rändern des U-förmigen Querschnitts des Fernrohrkreises laufenden Klemmschlitten.

Signierung: „Lenoir à Paris“ auf dem quadratischen Trägerrahmen des äußeren Fernrohrs.

Das Instrument dient zur Messung von Winkelabständen von Objekten mit Hilfe des „Repetitionsverfahrens“

(„Wiederholungsverfahren“, „Multiplikationsverfahren“), das zuerst 1752 von Tobias MAYER veröffentlicht und benutzt wurde, und das darin besteht, durch mehrfach aufeinanderfolgendes Anvisieren der beiden Meßobjekte mit Hilfe zweier gegeneinander beliebig arretierbarer oder beweglicher Visiereinrichtungen (z. B. Fernrohre) und Mittelbildung aus sämtlichen Einzelmessungen eine Verbesserung der Meßgenauigkeit zu erhalten.

Der Repetitionskreis findet insbesondere Verwendung bei astronomischen Messungen zur Bestimmung der Zenitdistanz von Gestirnen. Hierfür sind wegen der schnellen Veränderlichkeit der Gestirnhöhen zwei Beobachter zum möglichst rasch aufeinanderfolgenden Anvisieren des Beobachtungsobjektes mit Hilfe der beiden Fernrohre erforderlich. Bei terrestrischen Winkelmessungen werden die beiden Meßobjekte entsprechend wechselweise mit Hilfe der beiden Fernrohre angezielt.

Das erste Instrument dieser Art ließ BORDA um 1775 von Le NOIR (LENOIR) in Paris herstellen. Instrumente dieser Art wurden als Hauptinstrumente benutzt für alle astronomischen und geodätischen Winkelmessungen bei den Vermessungsarbeiten zwischen Paris und Greenwich im Jahre 1787 sowie bei der Messung des Meridianbogens zwischen Dünkirchen und Barcelona, die von Pierre Delaunay André MÉCHAIN und Jean Baptiste Joseph DELAMBRE ab 1792 durchgeführt wurde im Zusammenhang mit der Festlegung der metrischen Längeneinheit.

Die von LENOIR hergestellten Instrumente besaßen Kreise von 18 cm bzw. 21 cm Durchmesser mit Teilung in Zehnteldezimalgrad, also in 4 000 Teile, und Nonien mit 3" Ablesegenauigkeit.

Jean Charles BORDA, geb. 4. Mai 1733 zu Dax (Dep. Landes), gest. 20. Februar 1799 zu Paris, Marineoffizier und Kapitän der französischen Flotte, dann Divisionschef im Marineministerium, bereits seit 1754 Mitglied der Akademie und dann des „Instituts für die mathematischen Wissenschaften“. Zu seinen Hauptarbeiten zählen u. a. die Konstruktion eines Repetitionskreises und eines Reflexionskreises, die Berechnung einer von DELAMBRE herausgegebenen trigonometrischen Tafel, eine Reihe von Abhandlungen über hydraulische Fragen, insbesondere über den Widerstand von Flüssigkeiten, über die Flugbahn von Geschossen in Luft sowie eine Methode zur Messung der Refraktion.

Etienne Le NOIR (LENOIR), geb. 1744 zu Blois, gest. 1832 zu Paris, war Mechaniker und Instrumentenbauer. Neben der Herstellung astronomisch-geodätischer Präzisionsgeräte wurde er berühmt als Verfertiger von Präzisionslängenmaßen in Zusammenhang mit der Einführung der metrischen Längeneinheit.

Johann Tobias MAYER, geb. 1723 zu Marbach (Württemberg), gest. 1762 zu Göttingen, wirkte ebendort ab 1751 als Professor der Mathematik und ab 1754 als Direktor der dortigen Sternwarte. Er gilt als einer der tüchtigsten Astronomen des 18. Jahrhunderts. Neben der Erfindung des Repetitionskreises und eines Spiegelkreises, wie er ähnlich später von BORDA ausgeführt wurde, berechnete er Sonnen- und Mondtafeln. Die hierauf beruhenden Methoden der Bestimmung der geographischen Länge auf See sicherten ihm dauernden Ruhm. Weitere bedeutende Verdienste erwarb er sich mit seinen Arbeiten zur Mondtopographie, mit einer auf sorgfältige Messungen begründeten Mondkarte, mit relativ genauen Beobachtungen für einen Fixsternkatalog sowie mit einer Sammlung von Daten über Eigenbewegungen von Fixsternen.

#### 45 Vollkreisinstrument

von Edward TROUGHTON, London, 1793  
Abmessungen:  $L_{\max} = 105$  cm,  $T_{\max} = 90$  cm,  $H_{\max} = 175,5$  cm (Dreifußhöhenstellschrauben vollständig eingeschraubt).  
Geschenk 1905  
Inv.-Nr. C III c 33

Eine Azimutalkreisplatte mit einem Dreifuß mit 3 Höhenstellschrauben ruht mit diesen und 3 Unterlagsplatten (letztere fehlen) auf einem dreifüßigen Gestell aus Mahagoniholz mit Kreuzverstrebungen und 3 Fußrollen, Höhe (einschließlich Rollen) 83 cm. In einer konischen Achsbüchse läuft die Achse der Azimutalkreisplatte. Diese ist zweiteilig. Die Unterplatte von 47,8 cm Außendurchmesser ist begrenzt horizontal drehbar gegenüber dem Dreifuß mittels einer Tangentenschraube mit 2 Vierkantsteckschlüsselanschlüssen, die eingreift in einen Zahnbogen von 23,9 cm Außenradius und 74 mm Länge an der Unterplatte. Diese trägt den Azimutalkreis von 46,4 cm Durchmesser (gemessen bis Noniusableschneiden), mit Winkelteilung  $\pm(0 \dots 180)$ , Teilstrichabstand  $\frac{1}{6}''$ , Skalenbezeichnung  $\pm(0; 5; 10; \dots 180)$ . Die Oberplatte von 44,8 cm Durchmesser ist koaxial drehbar. Ihre Feinbewegung erfolgt durch eine Tangentenschraube mit 2 Vierkantsteckschlüsselanschlüssen, die eingreift in eine Schraube ohne Ende an der Unterplatte. Die Oberplatte trägt 2 diametral gegenüberliegende nachtragende Nonien mit je 2mal 3 Exzedenzstrichen, mit je 1 Lupe mit Kreisbogenführung (Lupen fehlen). Einer der Nonien mit Feinverstellung längs einer Kreisbogenführung mit Stellschraube und Konterschraube, Noniusangabe  $10''$ .

Auf einer Durchmesserlinie der Oberplatte angeordnet befinden sich 2 äußere und 2 innere, von unten nach oben schwach konisch verjüngte Säulen als Träger je eines Lagers für die Achse des Vertikalkreises. Die

Achse ist zusammengesetzt aus spiegelsymmetrischen Hälften, deren Dicke nach den Lagerzapfen hin konisch abnimmt. Achsenlänge (einschließlich Achszapfen) 39,2 cm. Die äußeren Achslager bestehen aus Winkelagern (Prismenlagern) mit eingelegten Lagerkörpern vermutlich aus Stahl, die Achszapfen bestehen vermutlich aus Bronze. Als innere Lager für die Achsschenkel dienen Lagerrollen aus Messing.

Der Vertikalkreis besteht aus zwei 6speichigen Kreisringen von 62,8 cm Außendurchmesser und 30 mm Breite (Skalenträgerring) bzw. 24 mm Breite, beide verbunden durch 34 gleiche zylindrische Distanzstücke, beides aus Messing. Vertikalkreis von 62,7 cm Durchmesser, Winkelteilung  $4 \cdot (0 \dots 90)$  fortlaufend, Teilstrichabstand  $\frac{1}{6}''$ , Skalenbezeichnung: 4mal „0, 5, 10, ... 90“ in positivem Umlaufsinn. Zwischen den Vertikalkreisringen montiert ein Fernrohr von 82,5 cm Länge (ohne Okular, fehlt), mit Objektiv von ca. 77,5 cm Brennweite (vorläufiger Überschlagswert) und 50 mm freier Öffnung (Angabe aus altem Inventar). Am Fernrohrtube ein Refraktionsthermometer mit Temperaturskala nach FAHRENHEIT (Thermometer fehlt). Die Fadenbeleuchtung erfolgt über eine Sammellinse im teilkreisabgewandten Zapfenende der Fernrohrdrehachse und einen schräggestellten Ringspiegel im Schnittraum von Achskörper und Fernrohrtube.

Zwei horizontale Mikroskopträgerarme mit nach den äußeren Enden hin konisch abnehmendem Querschnitt tragen an ihren Enden 2 diametral gegenüberliegende Mikrometer-Mikroskope mit Trommel-Schraubenmikrometern (beide Okulare und rechtes Objektiv fehlen). Durchmesser der Mikrometertrommel 34 mm, Trommelteilung  $0 \dots 60$ , Teilstrichabstand 1 Skalenteil, Skalenbezeichnung 0, 10, 20, ... 60. Die Beleuchtung der Ablesestellen erfolgt durch je einen Ringflächenstreuungsschirm.

Die Mikroskopträgerarme tragen je einen Achsstift aus Stahl für eine Hängelibelle; der rechte Achsstift ist vertikal justierbar mittels Schlittenlager mit Stellschraube und Konterschraube. Am tiefsten Punkt des Vertikalkreises befindet sich eine Feinbewegungseinrichtung. Sie besteht aus einem auf einem Kreisbogen geführten, gegen den Teilkreis durch eine Klemmschraube feststellbaren Klemmschlitten, der den Ableseindex für den Vertikalkreis trägt und durch eine Tangentenschraube bewegt wird.

Signierung: „Troughton London“ auf der Vorderfläche des Vertikalkreisringes.

Zubehör: 1 Hängelibelle, Länge 55,5 cm (Angabe aus altem Inventar; Libelle nicht mehr vorhanden); 1 Beleuchtungslampe (fehlt); 1 Quecksilberhorizont-Gefäß.

Edward TROUGHTON (geb. 1753 zu Corney, gest. 1830 zu London) gilt als bedeutender Konstrukteur und Hersteller sowohl astronomischer als auch geodätischer Instrumente. Er stellte u. a. hervorragende Sextanten so-

wie Teilkreise her. Besonders bekannt wurde der nach ihm benannte Spiegelkreis. Auf TROUGHTON geht eine wesentliche Vervollkommnung der Kreisteilmaschine zurück, die eine Erhöhung der Genauigkeit der Teilung bei gleichzeitiger erheblicher Verringerung des Zeitaufwandes für die Herstellung von Teilungen brachte.

TROUGHTON war Mitglied einiger wissenschaftlicher Gesellschaften und erfuhr für seine hervorragenden Instrumente zahlreiche Erfahrungen.

Im Jahre 1782 übernahm er gemeinsam mit seinem Bruder John das Geschäft der zu jener Zeit bekannten Herstellerfirma mathematischer Instrumente COLE und führte es unter dem Namen TROUGHTON fort. 1826 ging Edward TROUGHTON eine Partnerschaft ein mit William SIMMS, einem Vertreter dieser bekannten Instrumentenherstellerfamilie. Die hieraus entstandene Firma TROUGHTON & SIMMS setzte auch nach der 1922 erfolgten Verschmelzung mit der bekannten Firma COOKE & Sons diese Tradition unter der Firma COOKE, TROUGHTON & SIMMS bis in die zweite Hälfte unseres Jahrhunderts hinein fort.

#### 46 Vollkreisinstrument

von Edward TROUGHTON, London, Ende 18. Jahrhundert

Abmessungen:  $L_{\max} = 58,5$  cm,  $T_{\max} = 53$  cm,  $H_{\max} = 111,3$  cm (einschließlich Fernrohrtubus, Dreifußhöhenstellschrauben weitestmöglich eingeschraubt).

Geschenk 1905

Inv.-Nr. C III c 34, Abb.

Eine Azimutalteilkreisplatte mit einem Dreifuß mit 3 Höhenstellschrauben ruht mit diesen auf einem dreifüßigen Gestell aus Mahagoniholz mit Kreuzverstellungen, Gestellhöhe 43,5 cm.

In einer konischen Achsbüchse läuft die Achse der Azimutalteilkreisplatte. Diese ist zweiteilig. Die Unterplatte von 39,2 cm Außendurchmesser ist begrenzt horizontal drehbar gegenüber dem Dreifuß mittels einer Tangentenschraube. Die Unterplatte trägt den Azimutalteilkreis von 37,5 cm Durchmesser (gemessen bis Noniusableschneiden), mit Winkelteilung  $0 \dots 360$  im negativen Umlaufsinn, Teilstrichabstand  $\frac{1}{6}^\circ$ , Skalenbezeichnung  $0, 5, 10, \dots 360$ . Die Oberplatte von 35,0 cm Durchmesser ist koaxial drehbar und gegenüber der Unterplatte arretierbar durch eine Klemmbrücke mit Klemmschraube. Die Feinbewegung der Oberplatte erfolgt mittels einer mit der Klemmbrücke verbundenen Tangentenschraube. Die Oberplatte trägt zwei diametral gegenüberliegende nachtragende Nonien mit 2mal 3 Exzedenzstrichen, Angabe  $10''$ .

Auf einer Durchmesserlinie der Oberplatte angeordnet befinden sich 2 äußere, von unten nach oben schwach konisch verjüngte Säulen von je 32,2 cm Höhe sowie

2 innere geschwungene Stützen von ebenfalls je 32,2 cm Höhe als Träger für eines Lagers für die Achse des Vertikalkreises. Die Achse ist zusammengesetzt aus spiegelsymmetrischen Hälften, deren Dicke nach den Lagerzapfen hin konisch abnimmt. Achsenlänge (einschließlich Achszapfen) 34,4 cm. Die äußeren Achslager bestehen aus Winkellagern (Prismenlagern) mit eingelegten Lagerkörpern aus Stahl, die Achszapfen bestehen vermutlich aus Bronze. Als innere Lager für die Achschenkel dienen Lagerrollen aus Messing.

Der Vertikalteilkreis besteht aus zwei 6speichigen Kreisringen von 39,1 cm Außendurchmesser und 19,5 mm Breite (Skalenträgerring) bzw. 40,3 cm Außendurchmesser und 26 mm Breite, beide verbunden durch 18 gleiche zylindrische Distanzstücke, beides aus Messing. Vertikalteilkreis von 37,8 cm Durchmesser (gemessen bis Noniusableschneiden), Winkelteilung  $4 \cdot (0 \dots 90)$ , Teilstrichabstand  $\frac{1}{6}^\circ$ , Skalenbezeichnung  $0, 5, 10, \dots 90$  in positivem Umlaufsinn.

Zwischen den Vertikalkreisringen montiert ein Fernrohr von 48,1 cm Länge (Auszug voll eingeschoben, ohne Objektiv und Okular, fehlen). Die Fadenbeleuchtung erfolgt über eine Sammellinse im teilkreisabgewandten Zapfenende der Fernrohrdrehachse (Linse fehlt) und eine schräggestellte Ringstreulfläche im Schnittraum von Achskörper und Fernrohrtubus. Die mit 2 Stegen versteifte Alhidade trägt 2 diametral gegenüberliegende nachtragende Nonien mit je 2mal 3 Exzedenzstrichen mit 2 Ableselupen an je einem Schwenkarm mit Gegengewicht. Die Beleuchtung der Ablesestellen erfolgt durch je einen Ringflächenstreuschirm.

Am tiefsten Punkt des Vertikalkreises befinden sich, getrennt für diesen und die Alhidade, je eine Arretierungsvorrichtung mit Feinbewegungseinrichtung, bestehend aus Klemmbrücke mit Klemmschraube und Tangentenschraube.

Signierung: „Troughton London“ auf der Horizontalkreisfläche.

#### 47 Spiegelkreis

von Edward TROUGHTON, London, um 1790

Abmessungen:  $L_{\max} = 51,6$  cm,  $T_{\max} = 38$  cm,  $H_{\max} = 71$  cm (ohne Dreifußhöhenstellschrauben).

Erworben 1965

Inv.-Nr. C III c 52

Ein Dreifuß aus Messing mit 3 Höhenstellschrauben trägt eine konische Säule, ebenfalls aus Messing, Höhe 33,4 cm, Säulenaußendurchmesser oben 47 mm, unten 55 mm. Auf oberem Säulenende azimutal drehbarer und arretierbarer Gabelkopf als Träger für die Lager der Kippachse. Kippachse mit Lagerbuchsen für Teilkreisachse und mit 2 Hebeln mit je 1 Gegengewicht an den Kippachsenenden zur Ausbalancierung des Teilkreises. Lagerung des Teilkreises in U-förmigem Bügel aus

Messing mit 2 Handhaben aus Holz an den Bügelenden.

Fernrohr mit astronomischem Strahlengang. Kleinste Fernrohrlänge (Okulartubus vollständig eingeschoben, ohne Objektivstaubschutzkappe) 21,6 cm, Objektiv achromatisch, freie Objektivöffnung 19,5 mm. Fernrohrvergrößerung  $9,3\times$ . Okular mit 2 Parallelfäden in Schiebezyylinderfassung für Fädengrobfokussierung, Fädenfeinfokussierung mittels Augenlinsenfassung mit Feingewinde. Okulartubusananschluß: Schiebehülse.

Je 1 Satz Farbfilter (Blendgläser) (dunkelrot; hellrot; grün) in getrennten Schwenkfassungen im direkten und gespiegelten Strahlengang, wahlweise einzeln oder gemeinsam einschwenkbar.

Fernrohr verbunden mit Teilkreisring von 459 mm Außendurchmesser und 20,5 mm Breite, 8speichig, Limbusstreifen aus Silber eingelegt, Breite 2,5 mm, Teilkreisdurchmesser (Noniusableschneiden) 443 mm, Winkelteilung  $\pm(0 \dots 140)$ , Teilstrichabstand  $\frac{1}{6}^\circ$ . Alhidade mit 3 radialen Armen, mit 3 nachtragenden Nonien und je 1 Ableselupe (Grobokussierung mittels Schiebehülse, Feinfokussierung mittels Tubusgewinde), mit Ringflächenstreuung für Ablesebeleuchtung, an aufsteckbaren Schwenkarmen (2 vollständige Lupenträgerarme fehlen). Skalenkörper eingelegt aus Silber. Je 2 gegenläufige Skalen mit je 2mal 3 Exzedenzstrichen. Noniusangabe  $10''$ .

Arretierung der Grobbewegung der Alhidade mittels Klemmschraube an einem Noniusträgerarm, Feinbewegung mittels Rändelstellschraube.

Signierung: „No. 11 Troughton London“ auf dem Alhidadenarm mit Mikrometerschraubennonius.

Die Strahlenganganordnung entspricht genau der beim Spiegelsextanten verwendeten. Zur Bestimmung von Winkeln zwischen zwei Objekten dient auch hier der Winkel, der eingeschlossen wird von den Flächen eines fest angebrachten Spiegels und eines beweglichen Spiegels der mit einer Alhidade fest verbunden ist und mit dieser geschwenkt werden kann. Durch ein Fernrohr oder auch einen einfachen linsenlosen Diopter (z. B. Rohrdiopter) wird das eine Objekt durch eine unverspiegelte Hälfte des feststehenden Spiegels direkt anvisiert, während das andere Objekt über den beweglichen Spiegel und die zweite verspiegelte Hälfte des feststehenden Spiegels in das Visiergesichtsfeld und an der Trennkante zwischen der verspiegelten und der unverspiegelten Hälfte mit dem ersten Objekt zur Koinzidenz gebracht wird.

Das Instrument dient zur Messung von Winkelabständen zwischen zwei Objekten, die in einer beliebigen Ebene liegen können. Es kann sowohl als Stativinstrument als auch mit Hilfe der beiden Handhaben als Freihandinstrument verwendet werden.

#### 48 Spiegelkreis

von Edward TROUGHTON, London, 1795

Abmessungen:  $L_{\max} = 51$  cm,  $T_{\max} = 39$  cm,  $H_{\max} = 70$  cm (ohne Dreifußhöhenstellschrauben).

Alter Sammlungsbestand des Mathematisch-Physikalischen Salons

Inv.-Nr. C III c 8, Abb.

Ein Dreifuß aus Messing mit 3 Höhenstellschrauben und Unterlagsplatten aus Eisen mit je 1 Zentrierbohrung trägt eine konische Säule, ebenfalls aus Messing, Höhe 33,3 cm, Säulenaußendurchmesser oben 46 mm, unten 55 mm. Auf oberem Säulenende azimutal drehbarer und arretierbarer Gabelkopf als Träger für die Lager der Kippachse. Kippachse mit Lagerbuchsen für Teilkreisachse und mit 2 Hebeln mit je 1 Gegengewicht an den Kippachsenenden zur Ausbalancierung des Teilkreises. Lagerung des Teilkreises in U-förmigem Bügel aus Messing mit 2 Handhaben aus Holz an den Bügelenden.

Fernrohr mit astronomischem Strahlengang. Kleinste Fernrohrlänge (Okulartubus vollständig eingeschoben, ohne Objektivstaubschutzkappe) 22,4 cm, Objektiv achromatisch, freie Objektivöffnung 18 mm, mit Objektivstaubschutzkappe. Fernrohrvergrößerung  $10,6\times$ . Okular mit 2 Parallelfäden in Schiebezyylinderfassung für Fädengrobfokussierung, Fädenfeinfokussierung mittels Augenlinsenfassung mit Feingewinde. Okulartubusananschluß: Schiebehülse.

Je 1 Satz Farbfilter (Blendgläser) (dunkelrot; hellrot; grün) in getrennten Schwenkfassungen im direkten und gespiegelten Strahlengang, wahlweise einzeln oder gemeinsam einschwenkbar.

Fernrohr verbunden mit Teilkreisring von 467 mm (18 Zoll) Außendurchmesser und 27 mm Breite, 8speichig, Limbusstreifen aus Silber eingelegt, Breite 3 mm, Teilkreisdurchmesser (Noniusableschneiden) 445 mm, Winkelteilung  $\pm(0 \dots 140)$ , Teilstrichabstand  $\frac{1}{6}^\circ$ . Alhidade mit 3 radialen Armen, mit 3 nachtragenden Nonien und je 1 Ableselupe (Grobokussierung mittels Schiebehülse, Feinfokussierung mittels Tubusgewinde), an aufsteckbaren Schwenkarmen. Skalenkörper eingelegt aus Silber. Je 2 gegenläufige Skalen mit je 2mal 3 Exzedenzstrichen. Noniusangabe  $10''$ .

Arretierung der Grobbewegung der Alhidade mittels Klemmschraube an einem Noniusträgerarm, Feinbewegung mittels Rändelstellschraube.

Zusatz-Zubehör: 1 Okulartubus mit 2 Parallelfäden in Schiebezyylinderfassung für Fädengrobfokussierung, Fädenfeinfokussierung mittels Augenlinsenfassung mit Feingewinde; 1 Okulartubus mit Fadenkreuzquadrat in Schiebezyylinderfassung für Fädengrobfokussierung, Fädenfeinfokussierung mittels Augenlinsenfassung mit Feingewinde; 1 Okular-Sonnenblendglas, dunkelrot, in Aufsteckfassung; 1 Dioptertubus, linsenlos, mit objektivseitiger Kreis-Lochblende; weiteres Zubehör fehlt.

Signierung: „Troughton London 131“ auf der Beschriftung

tungsfläche des Teilkreis-Trägerringes.  
Über das Strahlengangprinzip der optischen Anordnung und das Meßverfahren vgl. Kat.-Nr. 48.

#### 49 Repetitionskreis nach BORDA

von William CARY, London, um 1800

Abmessungen:  $L_{\text{ges}}$ ;  $\max = T_{\text{ges}}$ ;  $\max = 52,5$  cm,  
 $H_{\text{ges}}$ ;  $\max = 74,7$  cm (einschließlich Fernrohre, ohne Dreifußhöhenstellschrauben).

Erworben 1965

Inv.-Nr. C III c 53, Abb.

Azimutalkreis, 6speichig, laufend in Außenring, der fest verbunden ist mit einem Dreifuß mit 3 Höhenstellschrauben. Teilkreisring von 337,5 mm Außendurchmesser und 25 mm Breite, Teilkreisdurchmesser (Nonienableschneiden) 328 mm, Winkelteilung 0...360, Teilstrichabstand  $\frac{1}{3}^\circ$ , Skalenbezeichnung  $\pm (0, 10, 20, \dots 180)$ , auf Skalenhalbkreis mit negativem Umlaufsinn zusätzliche Bezeichnung mit den Komplementwerten zu 360. Feinbewegung durch Trommelmikrometerschraube mit Außendurchmesser von 48,5 mm, Trommelteilung 101 Skalenteile  $\triangle 6' 44''$ ; Ableseindex drehbar. Ablesegenauigkeit  $4''$ . 2 Nonien im Abstand von  $180^\circ$ , mit Ablese Lupen, auf tangentialer Schlittenführung verschiebbar. Noniusangabe  $\frac{1}{2}'$ .

Auf Azimutalkreis Kreuzlibelle aus 2 unterschiedlichen Röhrenlibellen (Gehäuselängen 140 mm bzw. 199 mm, zugehörige Ablesefensterlängen 64 mm bzw. 100 mm, beide Libellen ohne Markierungen für Blasenlage). Azimutalkreis arretierbar durch Klemmschraube am Trommelmikrometerführungsschlitten.

Mit Azimutalkreis fest verbunden eine konische Säule aus Messing, Gesamthöhe (einschließlich Säulenfuß und Säulenkopf) 24,8 cm, Säulenaußendurchmesser oben 43 mm, unten 54 mm. Mit oberem Säulenende fest verbunden Gabelkopf als Träger für die Lager der Kippachse. An Unterseite der Gabelkopftraverse vertikales Führungsrohr für einen vertikal verstellbaren Träger einer Dosenlibelle (fehlt) sowie ein Halter für eine Lupe zur Einstellung auf eine Punktmarke auf der Vertikal-kreisringfläche. Vertikalteilkreisbogen an Kippachse, Winkelteilung 0...90, Teilstrichabstand  $2^\circ$ . Feinbewegung durch Tangentenschraube mit Vierkantsteckanschluß; Verzahnung am Umfang des Teilkreisbogens, Schraubeneingriff ausrückbar durch Nockenhebel.

Fernrohrteilkreisachse mit Kreiszylinderscheibe als Gegengewicht, mit Schraubengang ohne Ende und Tangentenschraube, Schraubeneingriff ausrückbar durch Winkelhebel mit Stellschraube. Fernrohrteilkreisring von 335,5 mm Außendurchmesser und 24,5 mm Breite, 6speichig, Teilkreisdurchmesser (Nonienableschneiden) 317,5 mm, Winkelteilung  $2\text{mal } 0 \dots 180$  fortlaufend Teilstrichabstand  $\frac{1}{3}^\circ$ .

Äußeres Fernrohr mit 2 Nonien im Abstand von  $180^\circ$ .

Noniusangabe  $\frac{1}{2}'$ . Arretierung durch Schlitten mit Klemmschraube, Feinbewegung durch Trommelmikrometerschraube mit 48,2 mm Außendurchmesser, Trommelteilung 106 Skalenteile  $\triangle 7' 4''$ ; Ableseindex drehbar. Ablesegenauigkeit  $4''$ . Fernrohrtube mit zwei zylindrischen Versteifungsstäben. Kleinste Fernrohrlänge (Objektivtubus vollständig eingeschoben, ohne Objektivstaubschutzkappe und Okular) 50,5 cm, Objektivbrennweite 48 cm, freie Objektivöffnung 40 mm, Fernrohrvergrößerung  $23\times$ . Mikrometerfädenbeleuchtung durch Grünfilter im Achsstutzen der Fernrohrschwenkachse.

Inneres Fernrohr arretierbar durch Schlitten mit Klemmschraube, Feinbewegung durch Tangentenschraube. Kleinste Fernrohrlänge (Objektivtubus vollständig eingeschoben, ohne Objektivstaubschutzkappe und Okular) 50,5 cm, Objektivbrennweite 48 cm, freie Objektivöffnung 40 mm, Fernrohrvergrößerung  $23\times$ , Fernrohrtube mit Trägersäulenpaar für Libelle (Libelle fehlt). Beide Fernrohre mit astronomischem Strahlengangsystem, Fokussierung durch Objektivtubusauszug mittels Zahntrieb mit Stellschraube. Beide Fernrohrkulare mit Kreuzfadenmikrometer nach CASSINI, Fadenkreuzfokussierung durch Schiebehülse, Fadenkreuzzentrierung durch Stellschraube. Beide Fernrohre sind einzeln um die Fernrohrteilkreisachse schwenkbar und einzeln arretierbar durch die auf den Rändern des U-förmigen Querschnitts des Fernrohrkreises laufenden Klemmschlitten.

Signierung: „CARY. LONDON.“ auf der Fläche des Teilkreisringes.

Über das Meßverfahren und Anwendungsbereiche des Instruments sowie biographische Daten vgl. Kat.-Nr. 44.

#### 50 Aequatoreal

von DOLLOND, London, um 1760

Abmessungen:  $B_{\text{max}} = 45,5$  cm (Stativ),  $T_{\text{max}} = 39,5$  cm (Stativ),  $H_{\text{min}} = 51,5$  cm.

Ankauf 1957

Inv.-Nr. C III c 48, Abb.

Der Aufbau des Instruments gliedert sich in drei etagenartig übereinander angeordnete Baugruppen. Die untere Baugruppe enthält ein dreifüßiges Stativ mit geschwungenen Füßen und 3 Höhenstellschrauben zur Horizontaljustierung als Träger einer Horizontalteilkreisplatte von 201 mm Durchmesser, mit einem Teilkreis von 200,5 mm Durchmesser und einer Winkelteilung  $2\text{mal je } 0 \dots 90 \dots 0$ ; Teilstrichabstand  $\frac{1}{2}^\circ$ .

Die Horizontalteilkreisplatte besitzt Feinbewegung mittels Schraubengang ohne Ende und Tangentenschraube mit Vierkantsteckanschluß für einen HOOKE-Schlüssel sowie einen Nonius, dessen Teilungsbezeichnung offenbar nachträglich verändert worden ist. (Nonius-Angabe  $1'$ ).

Die Horizontalteilkreisplatte trägt eine Kreuzlibelle (beide Libellen 108 mm Gehäuserohrlänge, 71 mm Ablesefensterlänge, ohne Markierungen für Blasenlage), eine exzentrisch angeordnete Bussole (Außendurchmesser 5,7 cm; Teilkreisdurchmesser 43 mm; Winkelteilung 2mal je 0...90...0 zwischen N und S; Teilstrichabstand 1°) sowie den Vertikalteilkreisbogen der Polhöhen-skala, dessen Ebene durch die Nullpunkte der Horizontalteilkreis-teilung läuft. Teilkreisradius 131 mm, Winkelteilung 0...90 (mit Überteilung...106); Teilstrichabstand 1/2°; nutzbarer Skalenbereich 40°...106°.

Auf ihm gleitet in einer Nutführung der quaderförmige Fuß einer sich von oben nach unten konisch verjüngenden Säule als Träger der zweiten Baugruppe. Die Arretierung seiner Grobbewegung erfolgt durch eine Klemmbrücke mit Klemmschraube, seine Feinbewegung durch Feinstellschraube. Eine Noniuseinrichtung ist nicht vorgesehen.

Mit dem oberen Ende der Säule starr verbunden ist die Achse für die Vertikalschwenkbewegung der Säule. Die Achsenlager werden getragen von den beiden aus je zwei geschwungenen Stützen bestehenden Lagerträgern, die senkrecht auf der Horizontalteilkreisplatte stehen.

Mit der Horizontalachse fest verbunden ist die Äquatorteilkreisscheibe von 175 mm Durchmesser mit Teilkreis von gleichem Durchmesser. Ihre Rektaszensionsteilung ist zweifach beziffert: 1.: 0...360, Teilstrichabstand 1/2°; 2.: zweimal je XII...XII fortlaufend (XII  $\triangle$  180 bzw. 360); Teilstrichabstand 2<sup>min</sup>, Nonius (Angabe 1' bzw. 4<sup>sec</sup>).

Senkrecht auf der Äquatorteilkreisscheibe stehen die beiden aus je zwei geschwungenen Stützen bestehenden Träger für die Lager der Deklinationskreisachse. Diese trägt an einem geschwungenen Haltearm einen Fassungsring vermutlich für eine (fehlende) Dosenlibelle.

Die dritte Baugruppe enthält einen Deklinationshalbkreis von 179 mm Außendurchmesser und 173 mm Teilkreisdurchmesser. Er besitzt eine segmentförmige Gewichtsausgleichsmasse sowie Feinbewegung mittels Außenverzahnung und Zahntrieb. Winkelteilung  $\pm$  (0...90); Teilstrichabstand 1/2°; Nonius (Nullpunkt in der Mitte; Angabe 1').

Der Deklinationshalbkreis trägt ein Linsenfernrohr aus Messing, Gesamtlänge (ohne Staubschutzkappe, Okular vollständig eingeschoben) 411 mm, mit astronomischem Strahlengangssystem nach KEPLER, mit Objektiv von 51,5 mm freier Öffnung sowie zweilinsigem Okular mit Fadenkreuz. Grobfokussierung: rohrachsenparalleler Schraubenspindeltrieb, mit vortragendem Nonius, Angabe 1/10 mm. Fernrohrvergrößerung 60 $\times$ .

Zubehör: 1 HOOKE-Schlüssel (für Zweifach-Vierkantsteckanschluß mit Adapterteil; Messing, mit Handhabe aus Holz); 1 Objektivstaubschutz-Steckkappe.

Signierung: „Dollond LONDON“ auf der okularseitigen Tubusabschlußkappe des Fernrohrs.

Einzelheiten über die Werkstatt von DOLLOND s. im Abschnitt „Historische Einleitung“.

Das Aequatorale stellt eine besondere Abart der paralaktischen Aufstellung dar. Sieht man von den Armillarsphäreninstrumenten der Antike (Claudius PTOLEMAEUS) und von Astronomen des Mittelalters (Tycho BRAHE) ab, so verkörpert die „Machina aequatoria“ von Olaus (Ole, Olaf) RÖMER den ersten Versuch der Herstellung eines Aequatorials. Im Jahre 1749 gab SHORT eine Konstruktion bekannt, die er ebenfalls „Aequatorale“, „Tragbares Observatorium“ nannte, und von der er selbst sagt, sie sei nichts Neues, sondern vor ihm schon mehrfach bei Sonnenuhren, nicht aber für Teleskope ausgeführt worden. Es wurden tatsächlich damals in England unter dem Namen „equatorial“ oder „universal sun-dial“ noch Dioptr-Instrumente komplizierter Art ausgeführt. Sie konnten zu Bestimmungen von Azimut, Höhe und Deklination sowie von Zeit oder Stundenwinkel mit begrenztem Genauigkeitsgrad benutzt werden. Damit stellen sie Universalinstrumente denklichster Art dar. Diese Konstruktion hat dann SHORT oder (nach anderen Quellen) vor ihm schon SISSON verbessert durch Einführung in zwei Lagern geführter Achsen anstelle einfacher Scharniere, von Horizontalkreis, Stundenkreis, Deklinationskreis und Polhöhenkreis, von Stellschrauben und Klemmschrauben und eines 2füßigen Spiegelteleskops sowie Röhrenkreuzlibelle und einer Bussole auf der unteren Kreisplatte zum Justieren des Instruments.

Mit der Feinbewegung des Stundenkreises konnten ein einmal eingestellter Stern bequem verfolgt und Sterne auch am Tage aufgesucht werden, was für Merkur- und Venusbeobachtungen wertvoll ist. Diese Instrumente waren recht kostbar. Ihr Preis betrug je nach Größe 50 oder 80 Guineen (ca. 1 070 bzw. 1 712 Goldmark) und für das zugehörige Spiegelteleskop von 18 Zoll ( $\triangle$  45 cm) Brennweite nochmals 18 Guineen (ca. 385 Goldmark).

Im Urteil von G. A. W. SHUCKBURGH, eines Zeitgenossen von GREGORY, das auch mit heutigen Ansichten übereinstimmt, werden diese Instrumente bezeichnet als „unstabil und untauglich für irgendeinen anderen Zweck als das Auffinden und Verfolgen eines Himmelsobjektes“. Trotzdem haben DOLLOND, RAMSDEN, NAIRNE und TROUGHTON teilweise mit einigem Erfolg Verbesserungen dieser Konstruktion mit ähnlichem mechanischem Aufbau versucht. Für exakte Messungen waren auch diese Konstruktionen nicht verwendbar. Deshalb konnte dieser Instrumententyp, der zudem aus Stabilitätsgründen nur in kleinen Abmessungen ausführbar ist, keine ernsthafte astronomische Anwendung finden.

Kat.-Nr. 1  
Auszugshandfernrohr  
vermutlich J. M. DOBLER, Berlin,  
wahrscheinlich Ende 17. Jh.



Kat.-Nrn. 2 (oben), 3 (unten)  
Auszugshandfernrohre  
Leonardo SEMITECOLO, vermutlich Italien,  
wahrscheinlich Anfang 18. Jh.

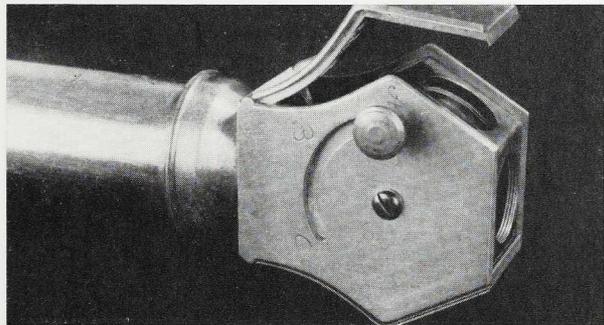
Signierung des Herstellers  
(zu Kat.-Nr. 2)

Signierung des Herstellers  
(zu Kat.-Nr. 3)

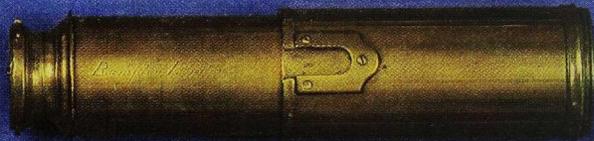


Kat.-Nr. 8  
Auszugshandfernrohr  
J. S. MERKLEIN, vermutlich Reinharz, 1761

Objektivrevolverkopf



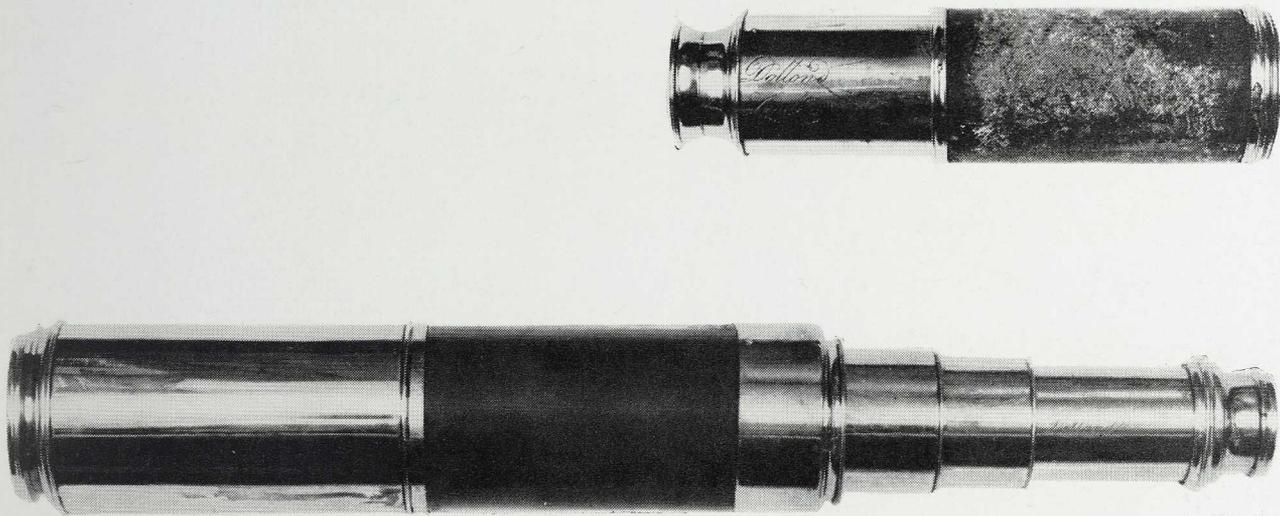
Kat.-Nrn. 9 (oben), 10 (Mitte), 11 (unten)  
Auszugshandfernrohre  
Jesse RAMSDDEN, London, um 1775 (oben),  
um 1780 (Mitte, unten)



Kat.-Nrn. 12 (oben), 13 (unten)  
Auszugshandfernrohre  
DOLLOND (oben),  
DOLLAND (wahrscheinlich Peter DOLLOND) (unten),  
beide London, um 1800

Signierung des Herstellers (zu Kat.-Nr. 12)

Signierung des Herstellers (zu Kat.-Nr. 13)

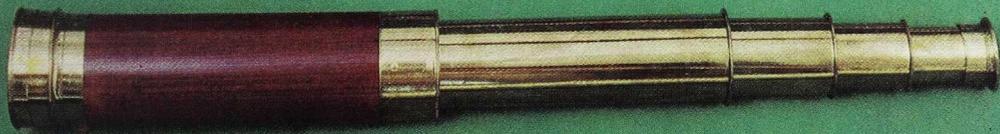


Kat.-Nrn. 14 (oben), 15 (Mitte), 20 (unten)  
Auszugshandfernrohre  
STERROP, London (oben),  
vermutlich STERROP (Mitte),  
beide Ende 18. Jh;  
Hersteller unbekannt, vermutlich englisch,  
um 1850 (unten)

---

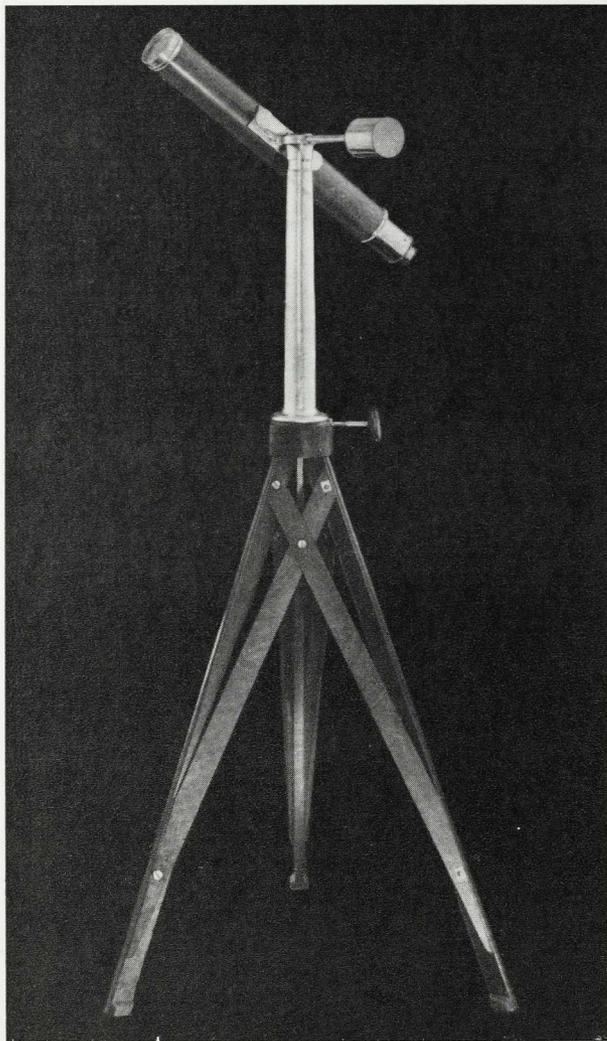


Kat.-Nrn. 16 (oben), 17 (unten), 18 (Mitte)  
Auszugshandfernrohre  
REICHENBACH und FRAU(E)NHOFER, München,  
um 1810 (oben),  
UTZSCHNEIDER u. FRAUNHOFER, München, um 1820  
(Mitte und unten)



Kat.-Nr. 29  
Kometensucher  
Jesse RAMSDEN, London, vermutlich um 1780

---



Kat.-Nr. 31  
Stativfernrohr  
UTZSCHNEIDER und FRAUNHOFER,  
München, nach 1810



Kat.-Nr. 32  
Spiegelteleskop  
George HEARNE, London, 1690

Signierung des Herstellers  
auf Schild in Mitte der  
Tubusvorderseite



Kat.-Nr. 33  
Spiegelteleskop  
J. G. ZIMMER und J. S. MERCKLEIN,  
LÖSER-Werkstatt,  
Schloß Reinharz, 1742 (links)

Gesamtansicht



Signierung des Herstellers  
auf der Staubschutz-Schraubkappe des Hauptrohres

Stativoberteil mit Initialie



Kat.-Nr. 34  
Spiegelteleskop  
Johann Gottlob RUDOLPH, Miltitz, um 1750

Gesamtansicht



Staubschutz-Schraubkappe des Hauptrohres

Staubschutz-Schraubkappe eines Okulartubus

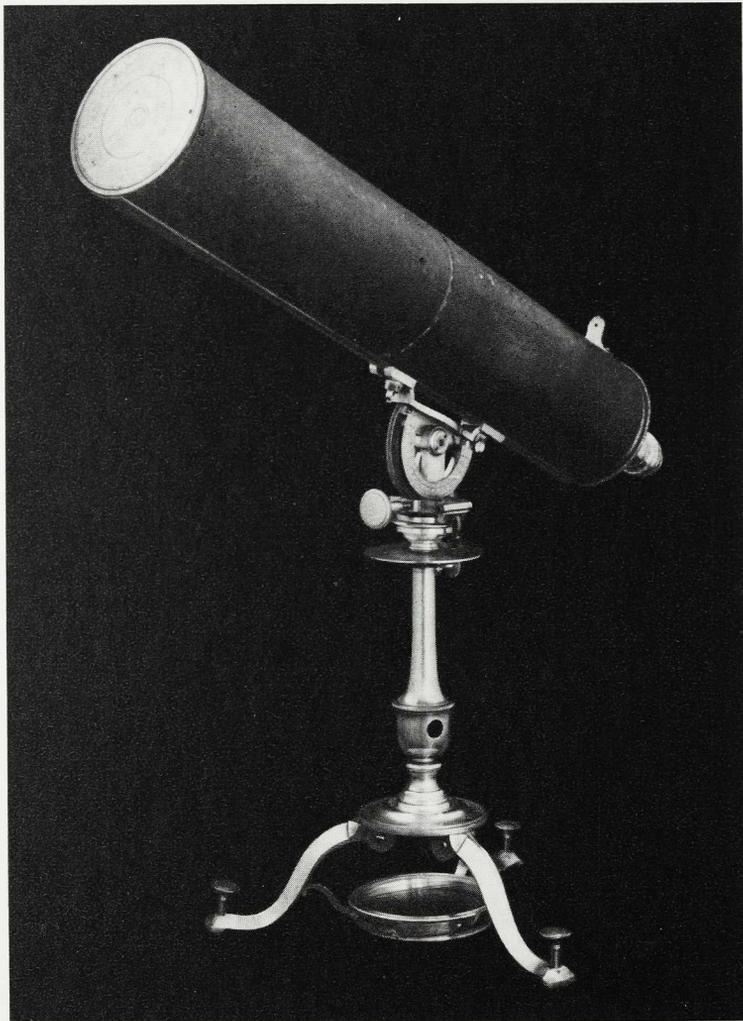


Goldmalerei auf der Mantelfläche des Porzellantubus



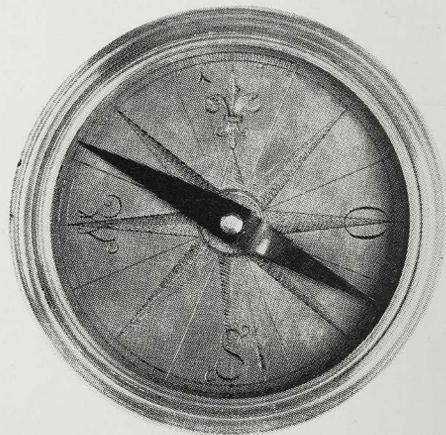
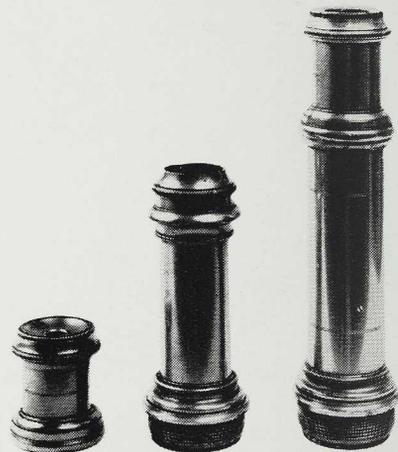
Kat.-Nr. 35  
Spiegelteleskop  
LÖSER-Werkstatt, Schloß Reinharz, um 1750

Gesamtansicht



3 Zusatzokulare  
für verschiedene Vergrößerungen

Bussole



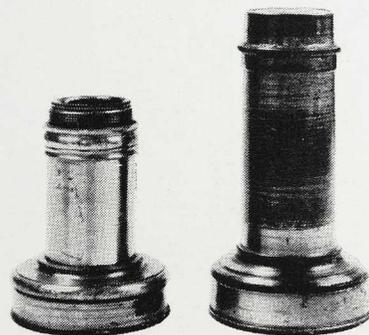
Kat.-Nr. 36  
Spiegelteleskop  
James SHORT, London, um 1750

Gesamtansicht



Signierung des Herstellers  
auf der okularseitigen Tubusabschlußkappe

2 Zusatzokulare

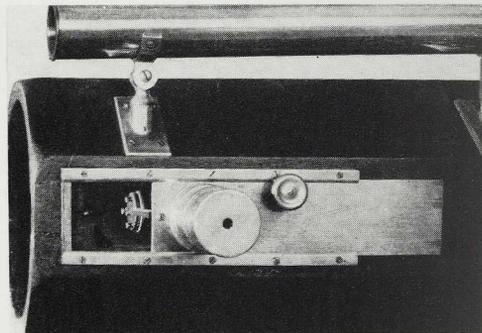


Kat.-Nr. 37  
Spiegelteleskop  
Friedrich Wilhelm HERSCHEL, vermutlich London,  
um 1790

Gesamtansicht



Okularschlitten



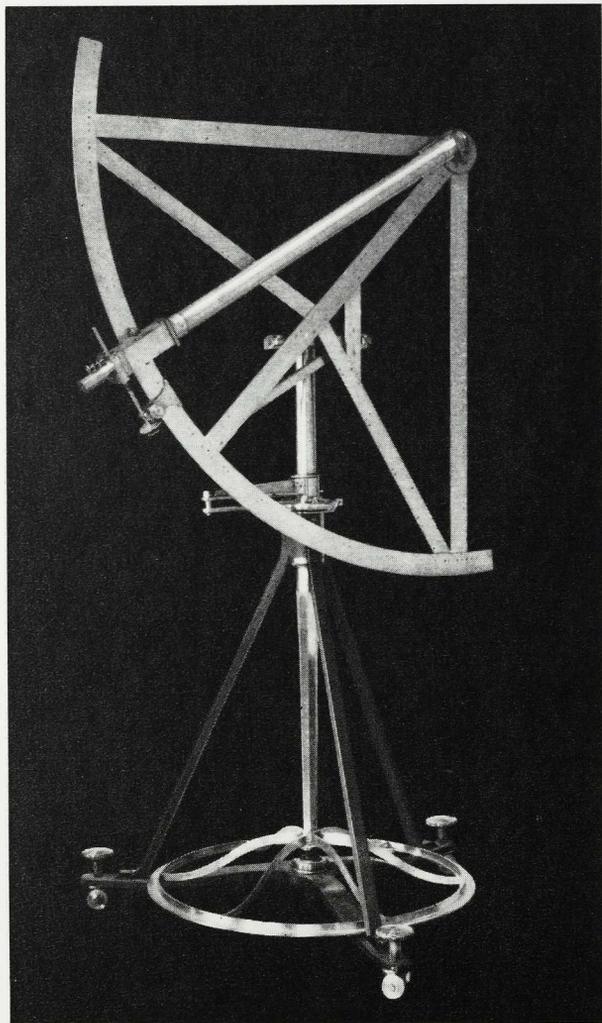
Kat.-Nr. 38  
Halbkreiswinkelmessinstrument  
Louis CHAPOTOT, Paris, um 1680



Kat.-Nr. 39

Quadrant

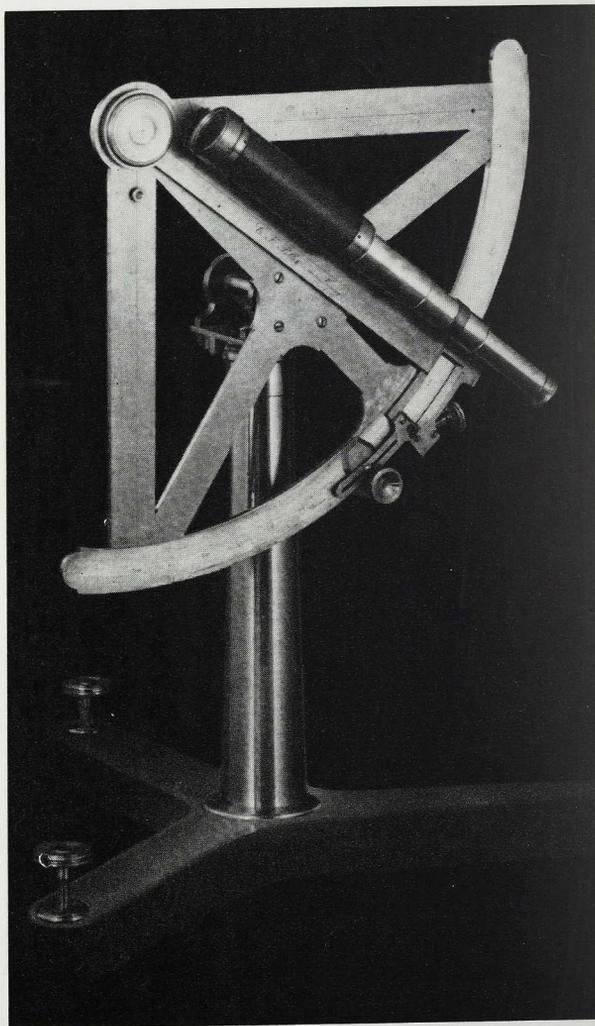
I. I. SCHOEBERLEIN (SCHEBERLEIN), Dresden,  
1781; 1782



Kat.-Nr. 41

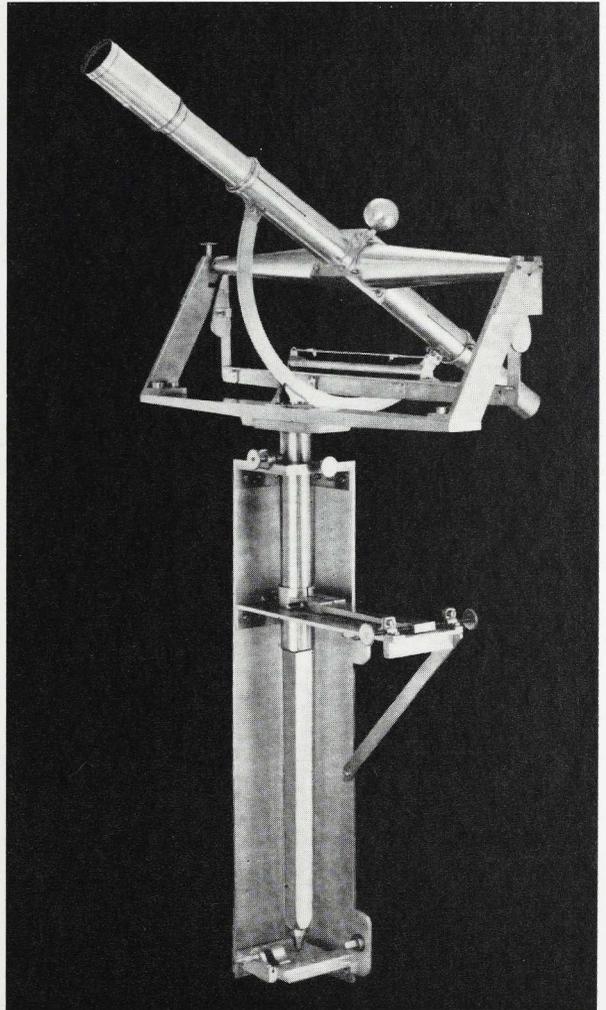
Quadrant

C. F. POLLER, Leipzig, um 1815

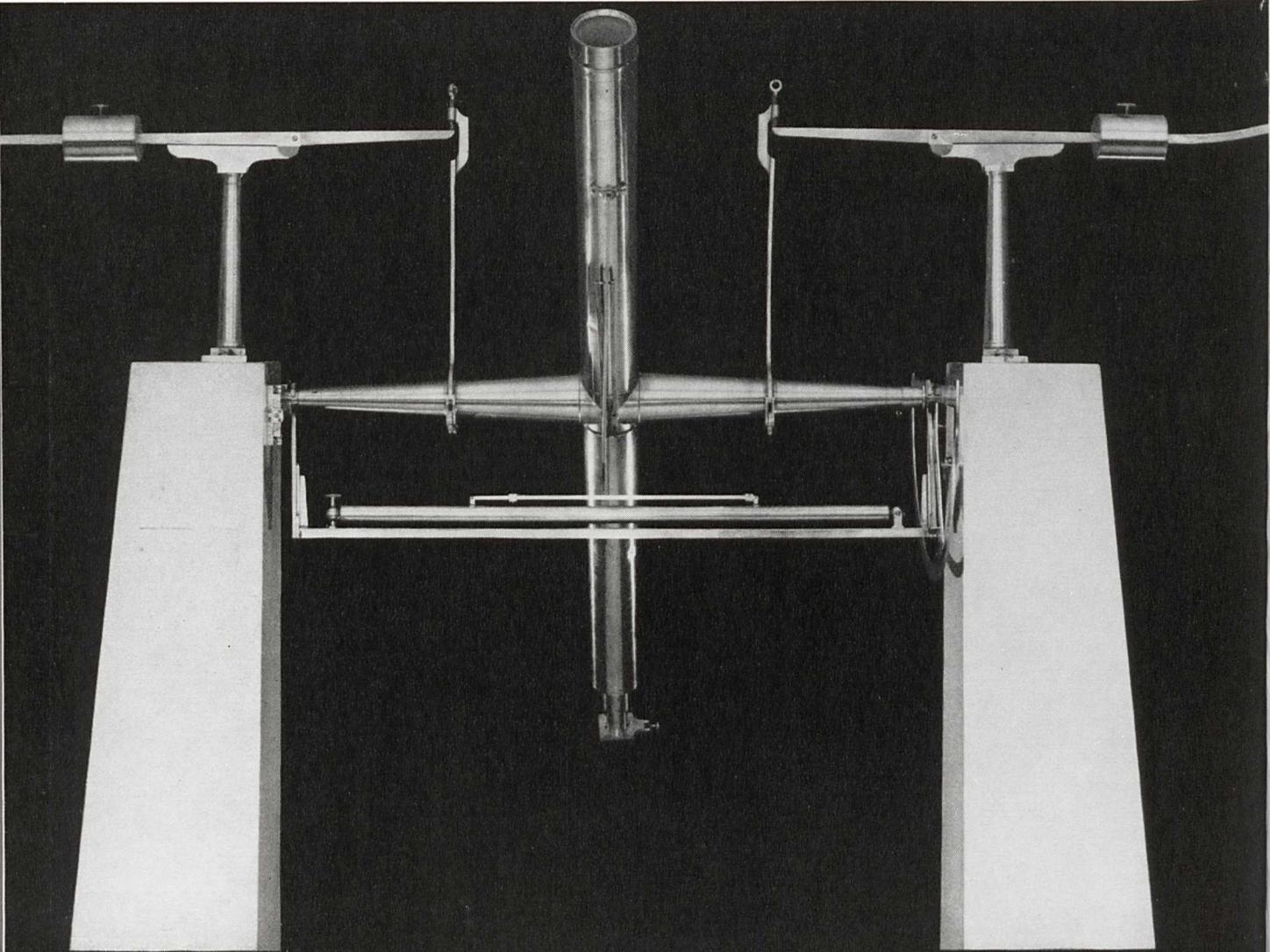


Kat.-Nr. 42  
Passageinstrument  
John BIRD, London, um 1750

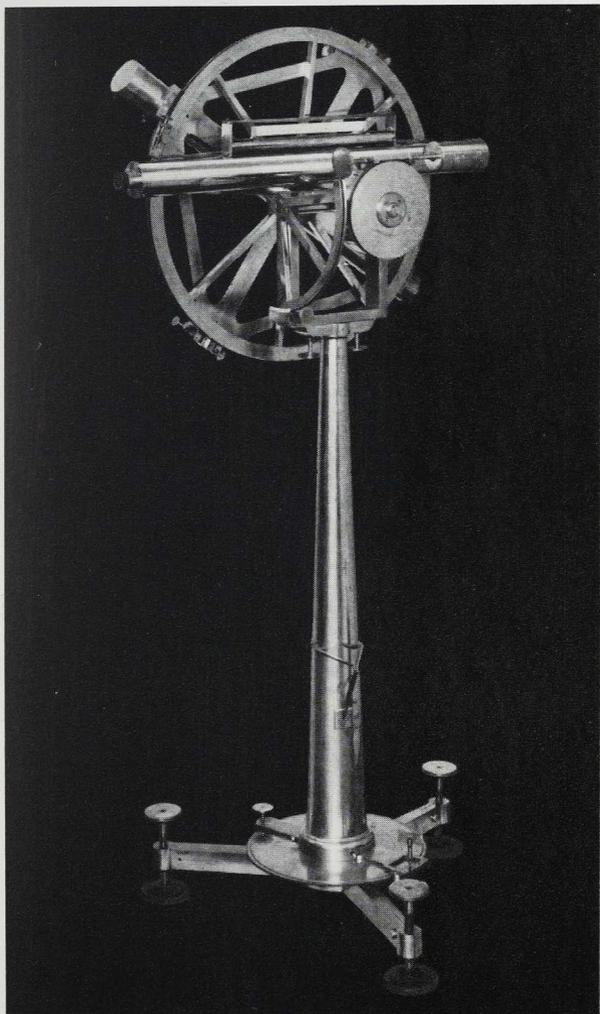
---



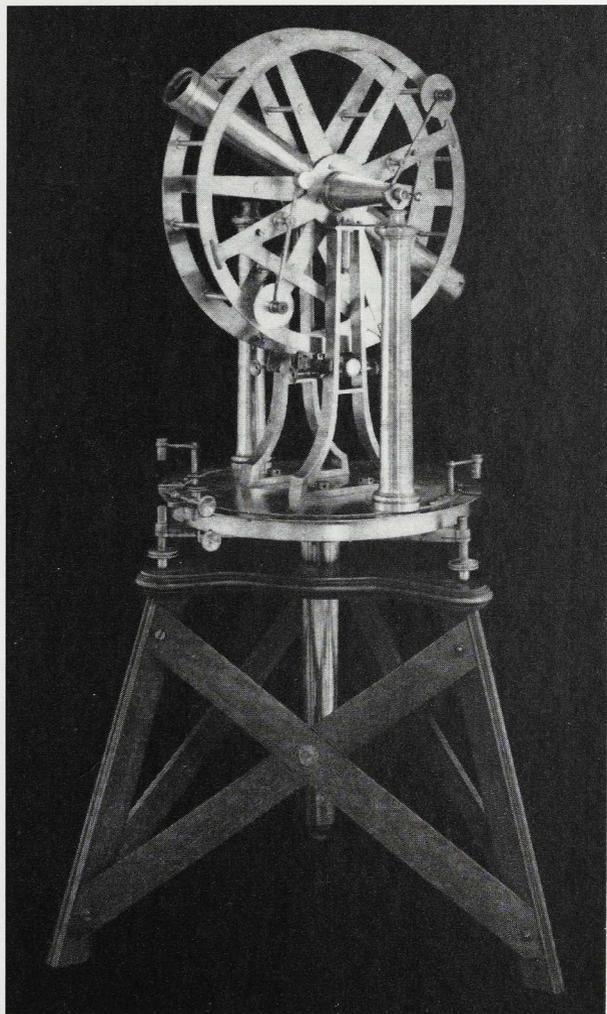
Kat.-Nr. 43  
Passageinstrument  
William CARY, London, um 1800



Kat.-Nr. 44  
Repetitionskreis nach BORDA  
Etienne LENOIR, Paris, um 1790

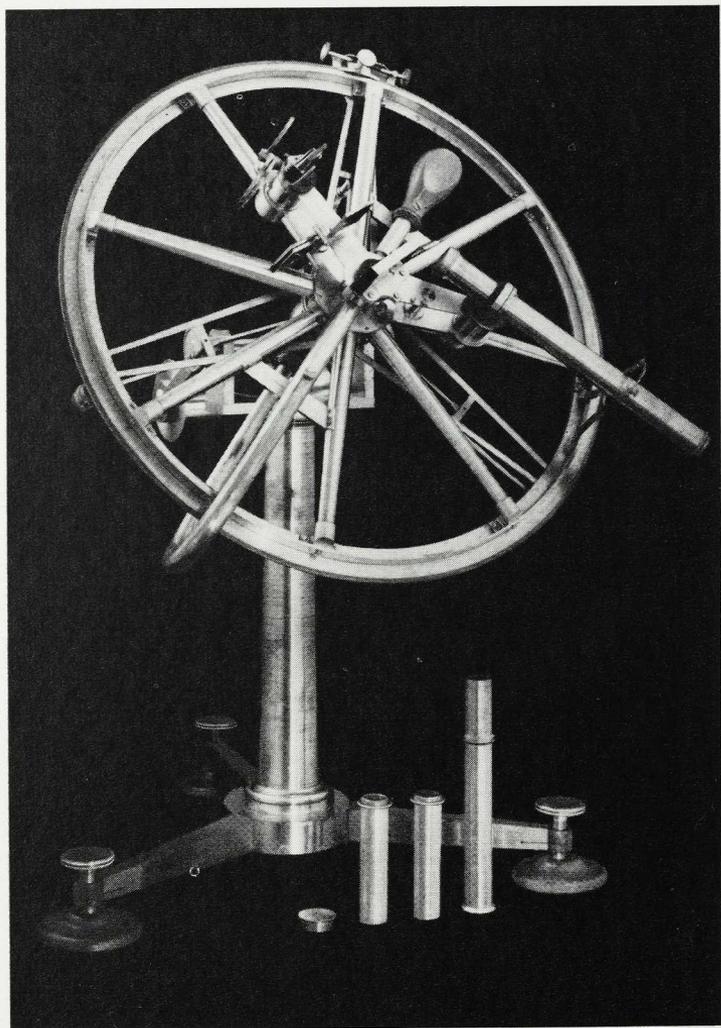


Kat.-Nr. 46  
Vollkreisinstrument  
Edward TROUGHTON, London, Ende 18. Jh.



Kat.-Nr. 48  
Spiegelkreis  
Edward TROUGHTON, London, 1795

---

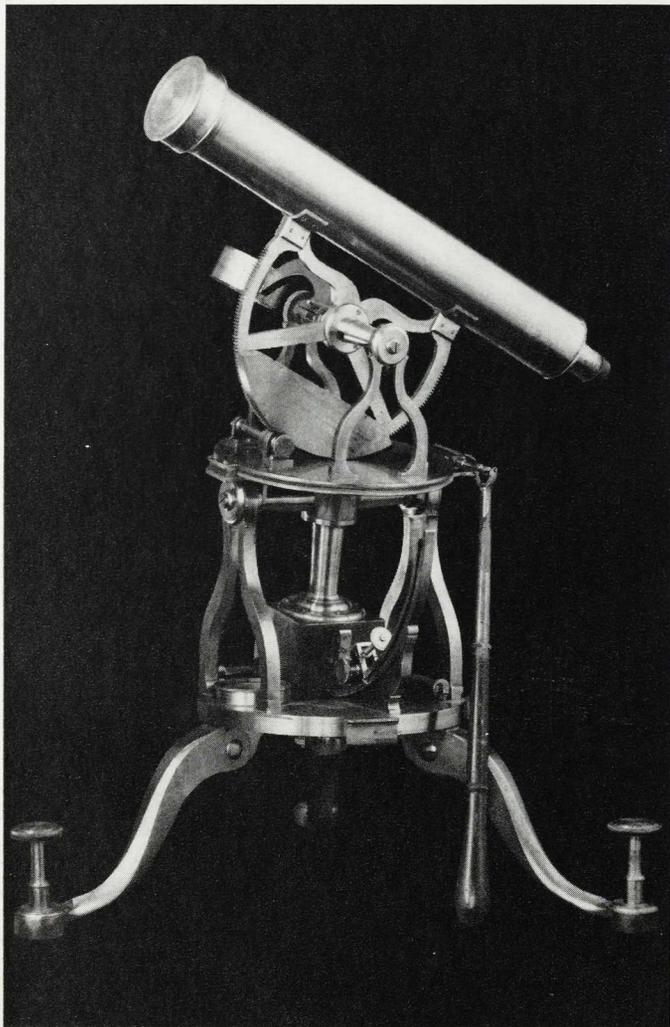


Kat.-Nr. 49  
Repetitionskreis nach BORDA  
William CARY, London, um 1800



Kat.-Nr. 50  
Aequatoreal  
DOLLOND, London, um 1760

Umschlagseiten 1 und 4:  
Teilkreis-Vorder- und Rückseite  
des Repetitionskreises nach BORDA von  
Etienne LENOIR, Paris, um 1790  
(Kat.-Nr. 44)



Herausgeber:  
Staatlicher Mathematisch-Physikalischer  
Salon Dresden  
Forschungsstelle  
DDR - Dresden, 8010, Zwinger  
Grafische Gestaltung: W. Lumpe  
Fotos: E. Buschmann  
Satz und Druck: GGV, III-17-20  
Genehmigungsnummer: J 27/87  
DDR EVP 5,- Mark



